637.1
Х-19

Проф. О. Ф. ХАНЗИКЕР

СГУЩЕННОЕ и СУХОЕ МОЛОКО

30713.
17754

Перевод с последнего, четвертого
американского издания
А. Н. ГРОБОЖИЛОВА

под редакцией доцента вологодского
молочно-хозяйственного института
А. В. ГОРБАЧЕВА

СНАБТЕХИЗДАТ
1933

Проф. О. Ф. ХАНЗИКЕР

Prof. O. F. HUNZIKER

637.1
X-19.

СГУЩЕННОЕ И СУХОЕ МОЛОКО

CONDENSED MILK AND MILK POWDER

324923-
17754

Перевод с последнего четвертого
американского издания
А. Н. ГРОБОЖИЛОВА

Под редакцией доцента Вологодского Молочно-Хозяйственного
Института А. В. ГОРБАЧЕВА

УТВЕРЖДЕНО НАРКОМСНАБОМ СССР КАК УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВУЗОВ.

БИБЛИОТЕКА УЗГС-ХИ

СНАБТЕХИЗДАТ

МОСКВА 1933 ЛЕНИНГРАД

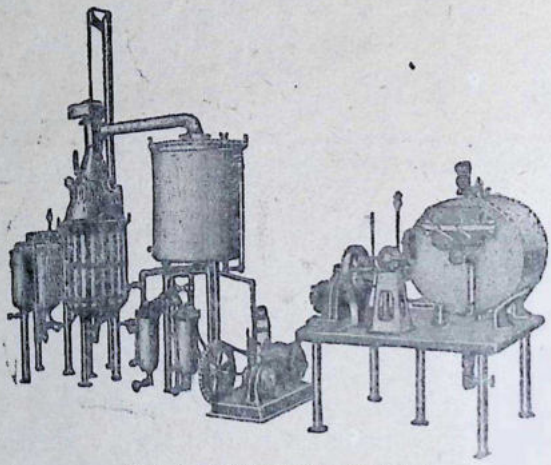


Рис. 1. Лабораторная установка для конденсирования молока.

Редактор *А. В. Горбачев*
Поступило в пр-во 19/VIII-33 г.
Индекс изд-ства СТ-21 г—6 уп.
Статформат 62×94
Уполном. Главлита В-72899

Технич. редактор *Б. З. Аксельрод*
Подписано к печати 17.XII-33 г.
Изд. заказ № 3434
Доля 1/16. Печ. л. 30 1/2. Знаков 56 000 в п. л.
Заказ № 2661 Тираж 5 000 экз.

5-я тип. „Пролетарское слово" треста „Полиграфкнига". Москва, Калanч. туп., д. 3/5.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

к книге Ханзикер «Сгущенное и сухое молоко»

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
9	21 снизу	Берлине	Бервинне
14	6 снизу	31	51
18	25 снизу	довольно далеко	(исключить)
41	4 сверху	ферментов	микроорганизмов
52	3 снизу	537	498,9
52	1 снизу	604,8	611
53	2 сверху	563,8	526,0
53	3 сверху	26,8	27,1
53	21 сверху	около 1,3 *кг*	около 0,2 *кг*
53	23 сверху	0,7587 куб. *м*	7,687 куб. *м*
53	1 снизу	15,5° Ц	15° Ц
54	1 сверху	604,8 *мм*	611 *мм*
54	2 сверху	60—80° Ц	60° Ц
55	15 снизу	1706 *кг*	1700 *кг*
55	11 снизу	539,2 кал.	539,4 кал.
55	10 снизу	0,37 *кг*	0,4 *кг*
56	4 сверху	705,8 *мм*	705,1 *мм*
59	1 сверху	1 кв. *м*	1 кв. *см*
59	5 сверху	0,001	0,0135
59	6 сверху	762 *мм*	760 *мм*
59	9 сверху	$(762 - 635) \times 0{,}001 = 0{,}127$	$(760 - 635) \times 0{,}0136 = 0{,}17$
59	2 снизу	10,033 *кг*	1,033 *кг*
59	1 снизу	10,033	1,033

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
60	2 сверху	10,033	1,033
61	22 снизу	1001,5	100,15
82	18 снизу	610 калорий	622 калорий
82	15 снизу	610 — 48 = 562	622 — 48 = 574
82	13 снизу	562	574
88	4 снизу	0,3 *кг*	0,4 *кг*
88	1 снизу	542,42	542,8
88	9 снизу	0,37 *кг*	0,4 *кг*
89	4 сверху	0,3 *кг*	0,8 *кг*
89	5 сверху	0,12 *кг*	0,8 *кг*
89	15 сверху	0,72 *кг*	0,8 *кг*
89	15 сверху	0,37 *кг*	0,4 *кг*
89	24 сверху	0,37 *кг*	0,8 *кг*
89	29 сверху	7,9° Ц	7,6° Ц
91	11 сверху	67 *кг*	6 *кг*
92	25 снизу	с паром в котле	с котельным паром
97	18 сверху	прогрессирует	происходит
97	10 снизу	54—63° Ц	48—52° Ц
97	9 снизу	61 до 68 *см*	68—до 72 *см*
109	11 сверху	на разливочную	на моечную
430	14 снизу	производства и анализов	производства анализов
470	6 снизу	Стандартизация прибавления к сырью	Стандартизация прибавления сахара к сырью

Уполн. Главлита В-72 899 Заказ 2661 Тираж 5 000

5-я тип. Трансжелдориздата. Москва, Калančевский туп., д. 3/5

ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА

Выпуск книги «Сгущенное и сухое молоко» О. Ф. Ханзикером 4-м изданием на английском языке говорит с достаточной убедительностью, что попытка автора — крупнейшего специалиста в области молочной промышленности — подытожить свой 20-летний опыт работы по молочным консервам в качестве ученого, консультанта крупнейших фирм САСШ, Австралии и Канады и профессора молочного хозяйства университета в Purdue имеет большую научную и практическую ценность. Перевод и издание этой книги у нас в СССР представляет значительный интерес и, надо полагать, привлечет к себе внимание не только научных работников, преподавателей и учащихся специальных вузов и техникумов, но и широких кругов практических работников, изучающих и интересующихся состоянием и развитием молочно-консервной промышленности в СССР.

Успехи Советского Союза в выполнении задач, поставленных первой пятилеткой, общеизвестны и неоспоримы. Индустриализация страны и организация крупнейших в мире сельскохозяйственных предприятий на основе строительства совхозов и колхозов позволили партии осуществлять лозунг «догнать и перегнать» капиталистические страны мира в технико-экономическом отношении и решительно взяться за выполнение ответственной задачи по улучшению материального снабжения широких трудящихся масс. Задача здесь лежит не только в увеличении общего количества потребления, но и в качественном изменении потребления в сторону улучшения ассортимента продуктов, ценных по своему составу и свойствам.

Сгущенное и сухое молоко по питательности занимают видное место среди других продуктов питания; состав молочных консервов характеризуется следующими данными, согласно стандарту ОСТ 548 (в %):

Составные части	Сгущенное молоко			Цельное	Снятое
	С сахаром		Без сахара до 1/3 первоначального объема		
	до 1/3 первоначального объема	до 2/5 первоначального объема			
1. Воды	27—30	60—62	71—76	3,5—7	3,5 7
2. Жиры	9—11	4,5—5,5	6—8	25—29	0,8—2,6
3. Белков	9—12,5	4,5—6,5	5,6—9	25—32	33—39
4. Молочного сахара	12,5—15	6,7—7,4	9—12	32—37	45—52
5. Свекловичного сахара	36—40	18—22	—	—	—
6. Золы не более	2,4	2,0	1,4—1,6	5—6,5	7,8—8,3
7. Кислотность в град. Тернера	48°	40°	42°	22°	24°

Вопросы равномерного распределения отелов молочных коров в течение года будут успешно разрешены и разрешаются мероприятиями, предусмотренными 2-й пятилеткой. Однако для настоящего времени,

пожалуй, еще в силе остается то соображение, что сгущенное и сухое молоко, заготовленное заводом в так наз. «молочный сезон», т. е. весенне-летний период года может пойти на снабжение в осенне-зимний период и тем самым частично смягчать нехватку молока и молочных продуктов в это время. Сгущенное и сухое молоко может быть использовано не только для образования продовольственных резервов разного назначения, но также и для целей экспорта.

Все отмеченные обстоятельства вполне подтверждают необходимость развертывания производства молочных консервов на основе современной техники.

Но при использовании опыта передовых капиталистических стран, в частности САСШ, с их высокой техникой необходимо особо критически отнестись к этому позаимствованию. Необходимо при этом иметь в виду и учитывать то социальное различие, которое существует между крупным капиталистическим предприятием, работающим на рынок, и заводом, фабрикой социалистического планового хозяйства. Работа О. Ф. Ханзикера представляет для нашего читателя большой интерес и принесет ему большую пользу, поскольку она излагает достижения и опыт в области производства молочных консервов. К сильным сторонам этой книги принадлежит полнота, научность и ясность изложения. Автор касается почти всех основных вопросов производства молочных консервов; начиная с истории развития этого дела и снабжения молоком заводов, он далее переходит к производству сгущенного молока с сахаром и без сахара, к порокам сгущенного молока, к производству сухого молока и кончает физико-химическими анализами и стандартами готового продукта. Ценность работы не ослабевает при изложении всех этих вопросов, так как автор частенько подкрепляет свою мысль выводами опытно-исследовательских работ, в значительной части которых он сам принимал непосредственное участие.

Нужно иметь здесь в виду, что книга описывает состояние и развитие молочно-консервной промышленности преимущественно в заокеанских странах, исходя из их конкретных условий и обстановки. Отсюда вытекают достоинства и недостатки книги. Достоинства заключаются в том, что книга написана применительно к конкретным условиям Америки, а не «вообще», недостатки же—в том, что наши советские условия существенно отличаются от американских. Поэтому мы сочли полезным внести соответствующие исправления или вовсе исключить некоторые высказывания автора теоретико-экономического и политического порядка в духе вульгарной буржуазной политической экономии. Нужно отметить также и тот факт, что в ряде мест автор впадает в своеобразный американский патриотизм и шовинизм; например в главе первой, касаясь истории развития молочно-консервной промышленности, он приписывает «изобретение» процесса сгущения нью-йоркскому предпринимателю Бордину, опуская предшествующие ему работы француза Мальбека (1826 г.), англичанина Ньютона (1835 г.), француза Линьяка (1838 г.) и др., как и то, что теоретическое обоснование современному способу сгущения было дано проф. Кэмбриджского университета Горсфордом. В главе об исследовании процента жира в молоке автор ограничивается подробным изложением метода Бабкока, практикуемого в одной только Америке, и лишь вскользь касается более удобного и более распространенного метода Гербера; то же можно сказать и об описании аппаратов и машин, сконструированных и пользующихся соответствующим успехом в западно-европейских странах.

Но критически относясь к такого рода тенденциям автора, надо отметить, что многочисленные указания научно-технического и методического характера будут весьма полезны для наших работников консервной промышленности и учащихся наших вузов и техникумов, и следует признать, что распределение материала по частям, главам и пунктам наряду с приведением в конце книги алфавитного указателя терминов и перечня литературы превращают эту книгу в весьма ценный учебник для подготавливающихся кадров молочно-консервной промышленности. Мы полагаем, что задача опубликования книги Ханзикера в 1933 г. является актуальной, так как до настоящего времени в мировой литературе, как нам известно, не имеется более систематично и научно изложенного труда по молочным консервам, подытоживающего технический опыт передовых капиталистических стран в этой области.

Применяемые в САСШ неметрические меры (фунты, футы, дюймы и т. д.) переведены редактором в метрические.

Вологда. Молочно-хозяйственный институт. Июль 1933 г.

А. В. Горбачев

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА К IV ИЗДАНИЮ

Со времени появления первых трех изданий этой книги описываемые в ней отрасли молочной промышленности сделали заметные успехи. Прежние оборудование и процессы были усовершенствованы и качество готовых продуктов улучшилось; появились новые машины и развились новые процессы, а обширная и тщательно поставленная научно-исследовательская работа открыла новые возможности и факты относительно физических, химических и бактериологических явлений, обусловливающих товарные свойства и прочность законченного продукта.

При подготовке к выпуску этого четвертого издания автор потратил не мало труда и средств, идя навстречу все возрастающим требованиям со стороны промышленности дать точные и всесторонние сведения о всех важных стадиях производства, стандартизации и экспертизы продуктов сгущенного и сухого молока и указать способы для предупреждения их многочисленных и дорогостоящих промышленности пороков.

Автор питает твердую надежду, что эта книга послужит на пользу и окажет помощь всем, кто интересуется производством сгущенного и сухого молока

Чикаго, Иллинойс.
Апрель 1926 г.

Часть I
СГУЩЕННОЕ МОЛОКО

ГЛАВА I
История развития промышленности сгущенного молока

Определение. Сгущенное молоко—это свежее коровье молоко, из которого значительная часть воды выпарена с добавлением или без добавления тростникового или свекловичного сахара.

Существуют два вида сгущенного молока, а именно: с прибавлением сахара и без прибавления сахара. И то и другое поступает к месту потребления или в герметически запаянных жестяных банках, если молоко предназначается для непосредственного потребления, или разливом в бочках, если оно предназначается для пекарен, кондитерских и для производства мороженого.

Часть сгущенного молока приготовляют из основных отходов молока—обрата и пахты. Сгущенный обрат обслуживает тех же потребителей, что и сгущенное цельное молоко, продающееся в бочках. Сгущенная пахта является ценным кормом для свиней и цыплят. Ее также рекомендуют для медицинских надобностей и за последние годы она нашла широкое применение и в булочных для производства разного рода готовых продуктов питания.

Сгущенное молоко продается под разными промышленными наименованиями, в зависимости от процесса производства и состава. Так например, «Сгущенное молоко с сахаром» есть сгущенное молоко, содержащее прибавленный сахар.

«Выпаренное молоко»—это сгущенное молоко, к которому не был добавлен сахар и которое подверглось стерилизации в герметически закупоренных банках.

«Простое сгущенное» или «оптовое» молоко есть сгущенное молоко, не содержащее сахара и поступающее на рынок нестерилизованным.

«Выпаренные сливки»—это сгущенные сливки, не содержащие сахара и стерилизованные в герметически запаянных банках.

«Сгущенный обрат с сахаром» есть сгущенный обрат с добавлением сахара.

«Простой сгущенный» или «оптовый» обрат есть сгущенный обрат без прибавления сахара и нестерилизованный.

«Выпаренный обрат»—это сгущенный обрат, не содержащий сахар, но стерилизованный в герметически запаянных банках.

«Сгущенная пахта» есть сгущенная пахта без прибавления сахара и нестерилизованная.

История развития промышленности сгущенного молока

Открытие процесса. Сгущенное молоко является достижением девятнадцатого века. Его происхождение не уходит в глубину веков и его появление и быстрое развитие составляют резкий контраст к производству масла и сыра—отраслей промышленности, ссылки на которые имеются в старинных рукописях и развитие которых протекало постепенно. Несмотря на новизну этого продукта, производство его приняло столь широкие размеры, что в наши дни оно занимает передовое место среди ведущих отраслей молочной промышленности.

Производство сгущенного молока возникло приблизительно в то же самое время, что и промышленная система производства масла и сыра, хотя еще за много лет до открытия оказавшегося успешным процесса сгущения молока искали способ консервирования молока. Говорят, что американец Гэйл Борден, изобретатель процесса производства сгущенного молока, занимался опытами в течение около десяти лет, прежде чем окончательно решил, что сгущенное состояние молока, достигаемое посредством выпаривания в вакууме, является лучшей формой его консервирования.

В августе 1856 г. ему был выдан патент на его изобретение как САСШ, так и Англией.

В своем заявлении Г. Борден писал:

«Мне известно, что сахар и различные экстракты сгущали и теперь сгущают в вакууме при низкой температуре для того, чтобы предупредить обесцвечивание или пригорание. Я не претендую на сгущение молока в вакуум-аппарате с такой целью. Моя цель заключается в том, чтобы исключить воздух с начала процесса до конца, для того чтобы не дать начаться разложению. Это имеет важное значение, и я претендую на изобретение».

Патент САСШ № 15553 от 19 августа 1856 г. дает следующую формулировку:

«Разрешается производство сгущенного сладкого молока посредством выпаривания в вакууме по существу изложенного здесь, не допуская примеси к нему сахара или иного постороннего вещества».

Со времени введения процесса сгущения молока, открытого и запатентованного Борденом, были придуманы наряду с многочисленными видоизменениями этого процесса также и совершенно другие процессы как в САСШ, так и в других государствах. Наиболее характерными среди них является сгущение посредством замораживания, действием центробежной силы, кипячением под атмосферным давлением, пропусканием горячего воздуха над молоком или через него и т. п. Большинство этих новых процессов оказалось в промышленном отношении неудовлетворительным, в результате чего все еще пользуются принципом процесса первоначально открытого Г. Борденом и заключающегося в сгущении молока в вакууме до полужидкого состояния. Этим процессом пользуются для производства главной массы сгущенного молока как в САСШ, так и в других государствах.

В то время как патент, выданный Г. Бордену, говорил о «производстве сгущенного сладкого молока посредством выпаривания в вакууме без примеси сахара или иного постороннего вещества», записи показывают, что Г. Борден вырабатывал сгущенное молоко с сахаром, продаваемое под известной торговой маркой с орлом еще в 1856 г. Первая реклама

Бордена о сгущенном молоке без сахара появилась в еженедельнике Лесли от 22 мая 1858 г. В ней было написано следующее:

«Сгущенное молоко Бордена, приготовленное в местечке Личфильд в штате Коннектикут, является единственным видом молока, когда-либо сгущавшегося без примеси сахара или какого-нибудь другого вещества и остающегося легко растворимым в воде. Это просто деревенское молоко, из которого выпарена почти вся вода и к которому ничего не прибавлено. Комиссия Медицинской академии рекомендовала его „как продукт, который по чистоте, прочности и экономичности до сего времени не знает себе равного в летописях молочной промышленности".

Один килограмм сгущенки и при добавлении двух с половиной килограммов воды равняется трем с половиной килограммам сливок, пяти килограммам жирного молока и семи килограммам хорошего молока.

Продается на Канальной улице № 173 или с доставкой на квартиры в Нью-Йорке или Бруклине по 50 коп. (25 центов) за 12,5 кл (I кварт.)».



Рис. 2. Первый завод сгущенного молока в Америке в Уолкотвилле—в штате Коннектикут.

Развитие промышленности. Вначал дело производства сгущенного молока было небольшое, процесс—примитивным и продукт—несовершенным. И лишь во время напряженных годов гражданской войны (Северных штатов против Южных) ценность и полезность сгущенного молока, как предмета торговли, получили полное признание. Во время гражданской войны на этот продукт был большой спрос и с этого времени эта промышленность стала быстро возрастать.

Первым заводом руководил Г. Борден в Уолкоттвилле, район Личфильд в штате Коннектикут (рис. 2) летом 1856 г., но, потерпев неудачу в получении кредитов, он ничего не добился. Вторая попытка была сделана в Берлине, на расстоянии пяти миль от города, в 1857 г. компанией, состоявшей из владельцев патента. Здесь успешно производили сгущение небольшого количества молока, и оно начало появляться в Нью-Йорке. Хотя все допускали, что оно превосходит по качеству любой сорт сгущенки, производившейся ранее, тем не менее продажа производилась медленно и непропорционально сумме понесенных затрат. Не располагая достаточными денежными средствами, фирма приостановила операции, оставив Бордена со всеми обязательствами по выданным векселям, в связи с чем против него был возбужден судебный процесс. И только лишь в феврале 1858 г., когда Борден (вместе с другими владельцами патента) учредил товарищество с Иеремией Милбанк, который предоставил кредиты для восстановления дела, образовалась Нью-йоркская компания для производства сгущенного молока. В 1860 г., покинув Бервилль, новая компания организовала работу в более широком масштабе в Уассэйке в районе Дачесс, штата Нью-Йорк. В 1865 г. был построен крупный завод в Элджине, в штате Иллинойс. В настоящее время заводов сгущенного молока Бордена насчитывается свыше пятидесяти, которые расположены на пространстве от штата Мэйн до Вашингтона и даже в Канаде. В 1899 г. компания по производству сгущенки Бордена объединилась в Нью-Джерсее с Нью-йоркской компанией. В шестидесятых годах прошлого столетия была организована в Швейцарии Англо-швейцар-

ская компания по производству сгущенного молока, под руководством Чарльза Пэйдж, бывшего в то время консулом САСШ в Цюрихе (Швейцария) и его брата Георга Пейдж и при помощи швейцарского и английского капитала. Первый завод этой компании был построен и пущен в ход в 1866 г. в Хаме на озере Цуг (Швейцария), под руководством Георга Пэйдж, который был ее председателем до 1898 г., когда он умер. В Европе компания процветала и быстро росла. В восьмидесятых годах прошлого столетия компания построила и пустила в ход несколько крупных заводов в Нью-Йорке, Висконсине и Иллинойсе (САСШ). Американские заводы управлялись Давидом Пэйдж и Вильяммом Пэйдж, братьями Георга Пэйдж. В 1902 г. Англо-швейцарская компания по

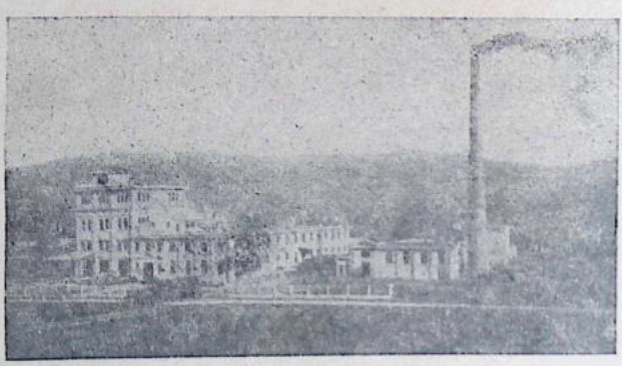


Рис. 3. Завод Всеобщей молочной компании в Рюмилли, во Франции.

производству сгущенного молока продала все свои заводы в Америке компании по производству сгущенного молока Бордена. В 1904 г. Англо-швейцарская компания для производства сгущенного молока слилась с фирмой Генри Нестле и в Вевей (Женевское озеро в Швейцарии)—фирмой, которая пользовалась успехом в производстве сгущенного молока. Компания, которая теперь известна под наименованием Англо-швейцарской компании Нестле для производства сгущенного молока, владеет в Европе примерно двадцатью действующими крупными заводами, главное управление которыми находится в Хаме, в Швейцарии (рис. 3).

Вплоть до начала восьмидесятых годов прошлого столетия сгущенное молоко с сахаром было единственным родом сгущенного молока, которое обращалось на рынке и продавалось в герметически закупоренных банках, между тем как сгущенное молоко без сахара вырабатывалось и продавалось в открытой посуде, главным образом непосредственно потребителю, подобно рыночному молоку. Чистота и прочность этого сгущенного молока без сахара были, однако, значительно выше, чем у рыночного молока (рис. 4).

В начале 1885 г. была организована Гельветская компания для производства сгущенного молока в Хайланде, штат Иллинойс. Операции этой компании ограничивались исключительно производством выпаренного молока (сгущенного молока без сахара, стерилизованного при высокой температуре) и продающегося в герметически закупоренных

банках. Гельветская компания для производства сгущенного молока была первой организацией, которая добилась успеха в производстве приемлемого для рынка сгущенного молока без сахара, вполне стерильного и сохранявшегося неопределенно долгое время.

Основной принцип процесса консервирования сгущенного молока без сахара посредством стерилизации при нагревании был предложен Джоном Мейнбергом (2), родившимся 13 ноября 1847 г. в Цуге, Швейцария. Джон Мейнберг был работником на основном заводе Англо-швейцарской компании по производству сгущенного молока в Хаме, Швейцария, где у него зародилась мысль получить прочное сгущенное мо-

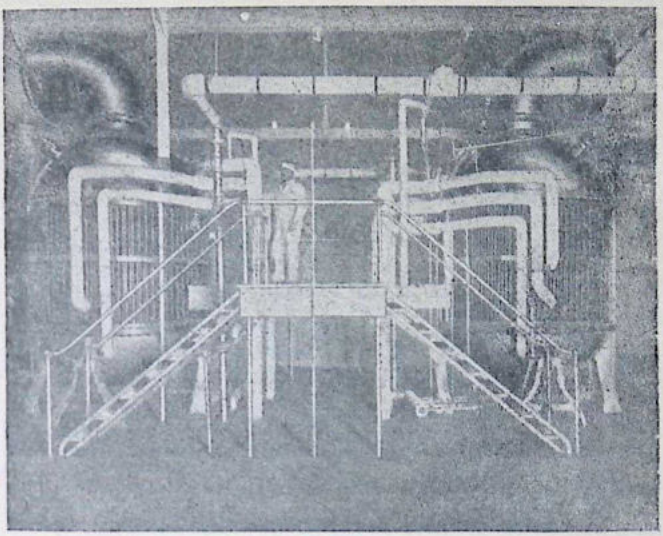


Рис. 4. Помещение для вакуум-аппаратов на заводе сгущенного молока фирмы Борден и К-о.

локо без прибавления тростникового сахара или других консервирующих веществ и без необходимости держать его в холодном месте.

Обладая изобретательным складом ума, Дж. Мейнберг занимался опытами по стерилизации сгущенного молока паром под давлением в течение периода свыше трех лет—с 1880 по 1883 г. В результате этих опытов он решил, что можно консервировать молоко без помощи сахара, пользуясь вращающимся стерилизатором, который он и сконструировал.

Переселившись в САСШ в 1884 г., Дж. Мейнберг получил в том же году патент на изобретенный им стерилизатор и патенты на процесс консервирования молока. Оригинальный стерилизатор Мейнберга показан на чертеже при патенте (рис. 5), который сопровождается следующим текстом:

«Я заявляю, что мое изобретение представляет:

1. Комбинацию вращающейся рамы, приспособленной для приемки банок, наружного окружающего ее цилиндра и труб для воздуха и пара, устроенных и действующих по способу и для цели, как изложено.

2. Комбинацию вращающейся рамы *H*, окружающего ее цилиндра «*I*», паровых труб *U* внутри цилиндра под рамою, трубы для воздуха и на другом конце цилиндра, через который проходит рама, как изложено».

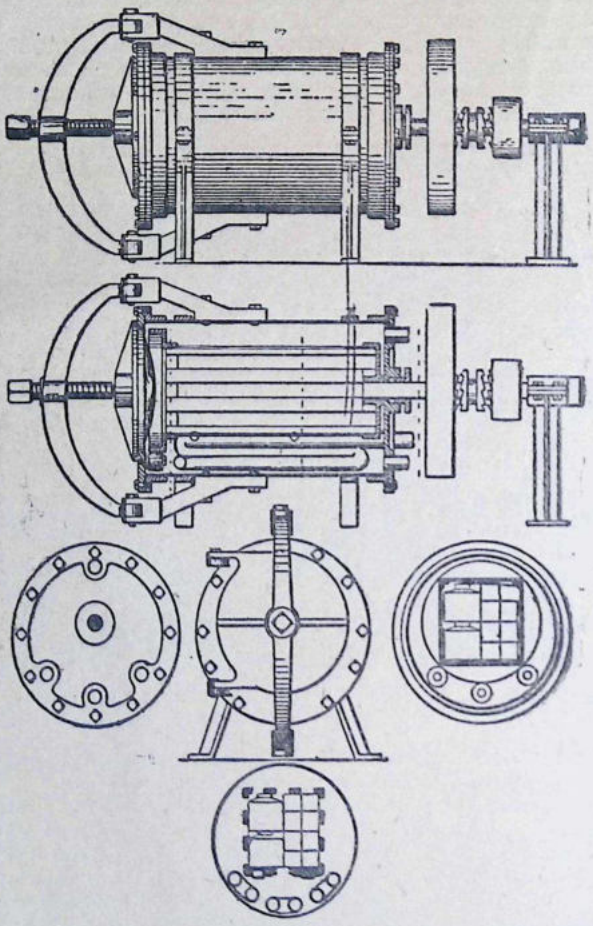


Рис. 5. Стерилизатор системы Мейнберга.

Патенты процесса Мейнберга обеспечивают стерилизацию паром под давлением при температуре, которая не должна превышать 115° Ц, в то время как банки непрерывно помешиваются вращающимся барабаном.

Привлеченный в Хайланд (в штате Иллинойс) благодаря тому, что среди его населения было много швейцарцев, по рекомендации м-ра

А. Дж. Пэйтан, одного из видных граждан г. Хайланда, который привез Мейнберга в Хайланд и представил его общине. Мейнберг вступил в компанию с м-ром Джон Уайльди, который в то время был хайландским промышленником и который тотчас же взял руководящую роль в организации в начале 1885 г. Гельветской компании по производству сгущенного молока.

Выпаренное молоко было впервые упаковано в САСШ, будучи удачно приготовленным на основе процесса Мейнберга 15 июня 1885 г. на Хайландском заводе. В 1885 г. Мейнберг порвал свои связи с Гельветской компанией по производству сгущенного молока и занялся организацией многочисленных заводов на Среднем Западе и на берегах Тихого океана. М-р Мейнберг умер 27 октября 1914 г.

В течение первого года существования операции Гельветской компании по производству сгущенного молока приостанавливались несколько раз как вследствие затруднений, встречающихся в технике производства, так и по причинам финансового характера. Стремясь поставить предприятие на базу, обещающую технический и экономический успех, правление пригласило для руководства работой м-ра Луи Латцер в качестве технического директора, и первая половина второго года была посвящена главным образом опытной работе. В течение третьего года перерывы в работе были незначительными,и после этого компания работала непрерывно и успешно вплоть до кризиса 1893 г. который вызвал последнюю приостановку предприятия вследствие напряженных экономических условий, существовавших по всей стране.

На первых порах это сгущенное молоко без сахара, имевшее относительно жидкую консистенцию и обладающее сильным пригорелым привкусом в результате действия на него высоких температур стерилизации, не могло снискать к себе расположения публики, которая привыкла пользоваться сладким густым сгущенным молоком с сахаром. Но за последние годы требование на выпаренное молоко сильно возросло и производство его увеличилось настолько что теперь в САСШ его выработка значительно превышает производство сгущенного молока с сахаром. Первоначально это стерилизованное сгущенное молоко без сахара продавалось под наименованием «выпаренных сливок» и снабжалось соответствующими этикетками, но Американский федеральный закон о продуктах питания и аптекарских товарах 1906 г. заставил наименование «выпаренные сливки» переменить на «выпаренное молоко».

Основное оборудование, которым пользовались в ранний период возникновения промышленности, не подверглось существенному изменению в принципе. Сгущение все еще производится главным образом в вакуум-аппарате посредством процесса Гэйл Бордена и стерилизация производится паром под давлением в стерилизаторе в соответствии с принципами, предложенными Мейнбергом. Однако произошло заметное развитие и улучшение первоначального типа применяемого оборудования. Применение прикладной механики и термодинамики осуществило такие изменения в конструкции вакуум-аппаратов,устройстве поверхности нагрева и конденсаторов, которые повлекли ускорение выпаривания и создали возможность сгущения с большим экономическим эффектом. Оборудование для стерилизации тоже подверглось изменениям, которые способствуют более рациональному, с точки зрения экономики, обращению с жестянками и большей однородности готового продукта. Эти улучшения подробно рассмотрены при описании различных типов оборудования в последующих главах.

Годовая продукция. В САСШ, так же как в Канаде, Европе, Австралии и Новой Зеландии, промышленность, занятая производством сгущенного молока, быстро растет. Каждое последующее десятилетие отмечено возникновением новых фирм и строительством новых заводов и в настоящее время почти в каждой стране в пределах молочного пояса существуют фабрики, вырабатывающие сгущенное молоко.

Распределение заводов по производству сгущенного молока в САСШ по штатам показано на таблице 1, а годовая выработка сгущенного молока в Соединенных Штатах и других странах дана на таблицах 2 и 3.

Таблица [1]).

Распределение заводов по производству сгущенного молока в 1914, 1920 и 1923 гг. [1])

Штаты	Число заводов		
	1914 г.	1920 г.	1923 г.
Алабама	—	1	1
Аризона	1	3	1
Калифорния	7	8	15
Колорадо	1	5	5
Флорида	—	1	—
Георгия	—	—	1
Идаго	—	2	2
Иллинойс	39	31	30
Индиана	9	11	7
Айова	3	2	2
Канзас	4	5	6
Кентукки	1	—	—
Мэйн	1	1	1
Мэриланд	3	3	2
Массачузетс	1	2	2
Мичиган	12	24	25
Миннесота	—	2	4
Миссури	2	3	2
Небраска	—	2	—
Нью-Гемпшир	—	1	2
Нью-Джерсей	6	5	2
Нью-Порк	54	68	67
Сев. Дакота	1	1	—
Огайо	19	30	37
Орегон	6	5	6
Пенсильвания	20	37	42
Роод Айланд	—	1	—
Ута	6	3	3
Вермонт	4	5	7
Виргиния	—	1	1
Вашингтон	14	19	17
Зап. Виргиния	—	—	2
Висконсин	26	40	31
Всего в 33 штатах	240	322	343

[1]) В этой таблице перечислены все заводы, вырабатывающие сгущенное молоко с сахаром и без сахара, в ящиках и банках, снятое и цельное. Сюда не вошли заводы, которые производят исключительно выпаренное молоко с добавлением посторонних жиров, сгущенную пахту, сухое молоко и сухие молочные продукты и отходы.

Таблица 2

Производство сгущенного молока в САСШ (в кг)

Годы	Всего	С сахаром	Без сахара
1899.	84 862 491	неизв.	неизв.
1904.	140 052 272	90 053 255	49 999 017
1909.	224 637 631	97 391 312	187 246 319
1914.	400 933 257	неизв.	неизв.
1917.	442 650 000	неизв.	неизв.
1918. Всего	760 403 813	227 795 299	532 608 518
Снятое.	52 586 150	25 121 206	26 464 944
Цельное	707 817 673	202 674 093	505 143 570
1919. Всего	921 054 722	310 864 159	610 190 613
Снятое.	66 969 620	32 997 729	33 970 891
Цельное	854 085 152	277 865 430	576 219 722
1920. Всего	716 418 810	206 950 452	509 468 358
Снятое.	63 803 813	31 870 035	31 933 778
Цельное	652 614 997	175 080 417	477 534 580
1921. Всего	664 730 037	132 867 983	531 862 054
Снятое.	63 803 813	31 870 035	31 933 778
Цельное	600 926 224	100 997 948	499 928 276
1922. Всего	659 832 446	184 783 248	475 049 198
Снятое.	68 374 216	36 303 656	32 070 560
Цельное	591 458 230	148 479 592	442 978 638
1923. Всего	805 795 994	157 034 968	648 761 006
Снятое.	86 003 490	47 662 736	38 340 754
Цельное	719 792 484	109 372 232	610 420 252
1924. Всего	771 140 792	150 426 090	620 714 702
Снятое.	86 855 194	43 867 750	42 987 444
Цельное	684 285 598	106 558 340	577 727 258

Таблица 3

Производство сгущенного молока в разных странах (в тыс. кг)

Страны	1920 г.	1921 г.	1922 г.	1923 г.
Австралия	30 399	32 208	31 955	23 363
Канада	38 361	32 416	25 033	35 478
Чехо-Словакия	48	неизв.	неизв.	неизв.
Дания	14 982	18 115	неизв.	неизв.
Япония	7 696	7 857	7 131	неизв.
Новая Зеландия	3 468	2 477	2 972	1 985
Швейцария	21 019	30 027	22 019	32 234
Англия	64 090	неизв.	неизв.	неизв.
САСШ	716 419	664 730	649 832	805 796

ГЛАВА II

Завод по производству сгущенного молока

Основные требования при выборе местоположения завода по производству сгущенного молока

В отличие от маслодельных и сыроваренных заводов строительство заводов по производству сгущенки и установка необходимых машин связаны с крупными капиталовложениями. Необходима постройка большого здания и дорогостоящих механических установок. Приходится покупать многочисленные материалы в больших количествах, прежде чем можно пользоваться доходами от продажи изготовленного продукта. Вычислено, что требуется ориентировочно от трех до шести месяцев, прежде чем сгущенное молоко попадет к потребителю. Это в особенности верно в отношении товара, укупоренного в жестянки. Операционные расходы также сравнительно велики и не изменяются существенно с понижением или повышением поступления молока.

Все эти факты подчеркивают важность нахождения завода на территории, наиболее пригодной для экономического производства, чтобы оградить себя от большого убытка, который, естественно, получился бы в результате расположения завода в местности, неблагоприятной для промышленности.

Главными факторами, которые в связи с этим следует рассмотреть, являются обеспеченность молоком, водоснабжение, транспортные возможности, прочие условия.

Обеспеченность молоком. Обильное поступление молока с возможностями для расширения снабжающей молоком территории является первым существенным условием. Заводу нужно молоко для того, чтобы вести дело. Местность, в которой он расположен, должна быть приспособлена для производства больших количеств молока; это должна быть страна с развитым молочным хозяйством, где держат довольно большие стада. Чем больше поступление молока, тем ниже производственные расходы при всех прочих равных условиях. Там, где поступление молока падает ниже шести тысяч восьмисот килограмм ежедневно, выгодное производство становится затруднительным. Территории с маслодельными заводами, работающими на одних сборных сливках, нежелательны. Поставщики молока обыкновенно имеют небольшие стада и не склонны привозить молоко ежедневно. Они предпочитают возить сливки на маслодельный завод один или два раза в неделю или тогда, когда это для них удобно. Опять-таки они ценят кормовые свойства обрата и находятся в зависимости от последнего при выращивании телят и свиней. Если же они везут молоко на завод, вырабатывающий сгущенку, то не остается ни обрата, ни пахты для целей кормления.

Наличие маслодельных заводов, потребляющих цельное молоко, и сыроваренных заводов делает местность наиболее привлекательной для устройства заводов по производству сгущенного молока. Поставщики молока обыкновенно имеют достаточно большие стада, они привыкли внимательно обращаться с молоком и привозить его на завод ежедневно, и цены на молоко на заводе по производству сгущенки обыкновенно в достаточной степени превышают цены маслодельного и сыроваренного завода, для того чтобы побудить поставщиков молока с интересом относиться к заводу по производству сгущенки.

Территории, находящиеся в непосредственной близости к большим потребляющим центрам, несмотря на то, что молочное хозяйство в них может достигнуть высокой стадии развития, нежелательны вследствие непрерывного и возрастающего требования на свежее молоко. Такого рода конкуренция означает высокие цены, которые никакая деловая тактика не в состоянии сделать более умеренными.

32723. 17754

Водоснабжение. Значение обильного и бесперебойного снабжения чистой, холодной водой для предприятия, сгущающего молоко, нельзя недооценивать. Постройка заводов сгущенного молока в местах, в которых затем обнаруживалась необеспеченность водой, в некоторых случаях вынуждала компании, занятые сгущением молока, оставлять новые заводы только из-за недостатка воды.

Помимо воды, которой пользуются в котлах и для целей промывания, требуются большие количества воды для сгущения и охлаждения сгущенного молока. Вычислено, что выпаривание одного килограмма воды из свежего молока требует от 16 до 25 килограмм воды при обыкновенной температуре, причем точное количество потребной воды колеблется в широких пределах в зависимости от температуры воды, которую можно иметь в своем распоряжении, от температуры, при которой сгущается молоко, от температуры воды, выходящей из конденсатора, и от эффективности работы последнего.

Вода должна быть чистой. Несмотря на все меры предосторожности, она все же в большей или меньшей степени вступает в соприкосновение с молоком. Хотя всю аппаратуру и посуду, содержащую и передающую молоко и сгущенку, можно основательно пропарить после прополаскивания водой, существуют несметные источники, через которые молоко может загрязниться от нечистой воды. Во время сгущения молока может остановиться вакуумнасос. Если мастер, наблюдающий за процессом, не сумеет тотчас же закрыть воду, которой снабжается конденсатор, то она потечет обратно из конденсатора в молоко, находящееся в вакуум-аппарате. В случае, если вода грязная, испорченная, вся партия молока может погибнуть. Опять-таки, вакуум-аппарат обыкновенно промывают между варками и если для этого пользовались нечистой водой, то она загрязнит молоко последующей партии. Наконец, когда тяжелые, вмещающие по 38 литров, ушаты, наполненные сгущенным молоком, ставят в бак для охлаждения, вода часто расплескивается через верх прямо в ушаты. Здесь качество сгущенного молока подвергается риску, если пользовались нечистой водой.

Вода должна быть холодной. Чем холоднее вода, тем удовлетворительнее работа вакуум-аппарата и тем меньше требуется воды для сгущения данного количества молока. Холодная вода также имеет весьма важное значение для быстрого и экономичного охлаждения сгущенного молока.

Транспортные возможности. Весьма существенно, чтобы завод имел доступ к одной или более железнодорожным линиям.

ГИБРИДНАЯ УзГСХИ

В то время как по причинам, рассмотренным в рубрике «Обеспеченность молоком», не рекомендуется строить завод в слишком тесной близости к большим потребляющим или железнодорожным центрам, одинаково нежелательно выбирать место для постройки завода там, где транспортные возможности слишком ограничены.

Это—фактор, на который завод по выработке сгущенки не может позволить себе смотреть сквозь пальцы, так как тарифные ставки являются весьма заметной статьей на счете расходов предприятия, занимающегося сгущением молока. Часть свежего молока может отправляться на завод по железной дороге, а законченный продукт надо полностью отгружать с завода железнодорожным путем. Завод зависит от железной дороги и в отношении снабжения его сырьем и материалами, как например сахаром, жестью, припоем, ящичной клепкой, бочками, этикетками, нефтью, канифолью, газолином, каменным углем и т. д. Быстрая и эффективная перевозка имеет весьма существенное значение. Ненужные задержки могут причинить заводу серьезное неудобство и убыток и в результате могут повлечь за собой аннулирование важных заказов.

Прочие условия. Канализация имеет весьма важное значение для завода. Если завод не лишен возможности включиться в сеть городской канализации, то эта проблема для него легко разрешается. Там, где это невозможно, участок земли вдоль бухточки, залива реки, пруда или озера может предоставить естественные средства для освобождения завода от нечистот. Там, где нет под руками такого естественного резервуара, участок должен быть расположен достаточно высоко для того, чтобы уносило нечистоты довольно далеко от завода, обезопасив его от проникновения скверного запаха и от антисанитарных условий. При отсутствии всех этих путей для удаления нечистот для этой цели может служить правильно устроенная система асептических чанов с дном, которое одновременно является фильтром.

Там, где это возможно, рекомендуется пользоваться склонами холмов, представляющих естественные преимущества для устройства и работы завода.

Здание и оборудование

Строительные материалы. Так как устройство завода по производству сгущенки связано со значительными капиталовложениями, то организации, раньше чем затратить средства, должны быть уверены в прочности дела. Солидно построенное здание является для дела наиболее экономичным. Большинство заводов, принадлежащих пользующимся наилучшей репутацией концернам, построены весьма прочно. Однако в САСШ существуют заводы, в сооружении которых дешевизна являлась первенствующим фактором. Представление подробных спецификаций и планов для устройства заводов по производству сгущенного молока выходит из рамок заданий, которые ставятся этой книгой, причем сведения такие представляли бы сравнительно небольшую ценность, так как детали в силу необходимости должны разниться, в зависимости от местности, от пропускной способности намеченного к постройке завода, от типа оборудования и от системы работы завода, и эти вопросы лучше всего разрешить и разработать особо для каждого отдельного завода, в зависимости от обстоятельства. Однако существуют некоторые основные применимые ко всяким заводам принципы, на которые здесь можно вкратце обратить внимание.

Полы, стены и потолки. Камень, кирпич, бетон, железобетон, черепица, в зависимости от того, что можно достать, являются удовлетворительными материалами для постройки завода по производству сгущенки. Внутренние стены или перегородки лучше всего строить из такого же материала. Если их построить из дерева, то они должны покоиться на бетонном, кирпичном или каменном фундаменте, высотою по крайней мере в 60 *см* над полом или же нижние 60 *см* таких перегородок должны быть покрыты цементной штукатуркой высшего качества.

Все полы главного здания должны быть из цемента, причем необходимо непременно озаботиться тем, чтобы фундаменты этих полов были из равномерно твердого материала, как следует утрамбованы и не имели мягких мест. Бетонное основание пола должно иметь по крайней мере 10 *см* в глубину и состоять из одной части цемента, двух частей песка и четырех частей гравия. Песок должен быть строительный, а гравий должен состоять из промытых камешков размером от одного до двух сантиметров. Верхняя отделка должна быть толщиной не меньше двух сантиметров и состоять из одной части цемента и полутора частей строительного песка. Ее следует нанести на стены и переборки на высоту по крайней мере 30 *см* в санитарно-гигиенических целях. По окончании отделки полам следует дать затвердеть по крайней мере в течение двух недель. Это значительно удлинит их срок службы. Рекомендуется пользоваться высокосортным цементом как, напр., цементом марки «Мастер Бильдерс» (Master Builders cement) или ланидолитом, которые делают эти полы почти неподдающимися износу, действию воды, пыли и предохраняют их от трещин. Трудно содержать завод в хорошем санитарном состоянии и защитить продукт от загрязнения, если полы завода не свободны от щелей и выбоин.

Вентиляция. Правильная и эфективная система вентиляции является другим весьма важным фактором, которым слишком часто пренебрегают при проектировании завода сгущенного молока. Это относится ко всем цехам завода, в которых производится работа, но особенно существенное значение это имеет в помещениях, где имеется свободный пар. Система вентиляции должна отвечать своему назначению: она должна дать пару легко и быстро выйти, удалить нечистый воздух и облегчить регулирование температуры помещения. Если свободный пар не находит быстро выхода из помещений завода, то он конденсируется на стенах и потолках, заставляя их сильно потеть, вызывая разъедание стен и потолка, порчу моторов и другого оборудования и плесневение припасов: это в особенности часто наблюдается в период зимних месяцев. Удаление нечистого воздуха и регулирование температуры воздуха имеют существенное значение для удобства здоровья и производительности труда обслуживающего персонала.

Система вентиляции, которая даст эфективную смену воздуха, не всегда одинакова и находится в зависимости от типа завода и размещения оборудования. Естественная вентиляция при обычных условиях недостаточна для того, чтобы дать удовлетворительные результаты на заводах по производству сгущенного молока, где выходит большое количество свободного пара. Обмен воздуха здесь происходил бы недостаточно быстро для того, чтобы удалить пар прежде, чем он успел бы конденсироваться на стенах и потолках, особенно в холодную погоду. Поэтому рекомендуется устройство какой-нибудь формы принудательной вентиляции. При некоторых условиях конструкции все, что требуется для вентиляции,—это вытяжная труба для воздуха, сое-

диненная с дымовой трубой[1]). Однако при многих других условиях необходимо прикрывать колпаком то оборудование, из которого в большом количестве подымается пар, как напр. машины для мытья банок, стерилизаторы для банок, горячие банки и т. п., и вытягивать пар наружу через соответствующего размера паропроводы при помощи одного или более моторных вентиляторов, помещающихся в наружной стене или потолке.

Канализация. Все полы производственных помещений должны иметь уклон для облегчения быстрого стока промывных вод. Уклона одного сантиметра на 1 метр обыкновенно бывает достаточно. Большие водонепроницаемые сточные канавки в полу должны быть достаточно многочисленными и хорошо расположенными во всех помещениях завода, для того чтобы быстро уносить воду. Поверхность этих канавок должна быть приблизительно на один сантиметр ниже примыкающего к ним пола, так чтобы они могли легко собирать воду. Вбольших помещениях предпочтительнее иметь в цементном полу открытые сточные канавки шириною от пятнадцати до тридцати сантиметров, покрытые железными пластинками с отверстиями или железными решетками. Сточные канавки могут быть расположены вдоль стен или же где-нибудь в другом месте. Они должны быть на расстоянии не более 12 метров одна от другой с уклоном 1 *см* на один метр с полом, устроенным покато по направлению к ним. Вообще бывает удобнее всего, чтобы все канализационные трубы входили в одну большую канализационную трубу, имеющую не менее 25 *см* в диаметре, для завода, принимающего около 25 000 *кг* молока ежедневно, такая труба должна избавлять завод от всех нечистот. Рекомендуется помещать главную канализационную магистраль вне здания и так, чтобы она оканчивалась сточным или поглощающим колодцем. Это предоставит свободный доступ в случае засорения канализации.

Общий план завода и размещения оборудования. Настоящая глава не ставит себе целью детальное обсуждение планов завода и размещения оборудования. Такое обсуждение и в лучшем случае не смогло бы принести значительной пользы тому, кто имеет в виду построить завод по производству сгущенного молока. Наиболее подходящее устройство для каждого завода следует установить, исходя из местных условий, имеющихся в распоряжении денежных средств, топографии местности, числа и рода намеченных к производству продуктов, масштаба, производительности завода, типа применяемых машин, степени механизации труда и от многих других факторов. Поэтому здесь достаточно только обратить внимание на общие современные требования к распланировке завода.

В прежнее время, когда большая часть молока прибывала мелкими партиями, когда оборудование для взвешивания ограничивалось единственным баком, установленным на обыкновенные платформенные весы, когда приходилось высоко поднимать фляги для того, чтобы выливать из них молоко, и их мыли вручную, приемка молока и очистка порожних фляг была кропотливым и медленным делом, требующим многочисленного обслуживающего персонала и задерживающим начало операции сгущения. Молоко приходилось держать в течение долгого времени, прежде чем оно поступало в вакуум-аппарат, и требовалось

[1]) В таком случае должна быть внутренняя и наружная дымовая труба с воздушным пространством между ними, которое соединено с вытяжной трубой для воздуха.

много места и оборудования для того, чтобы хранить и поддерживать холодным медленно накапливающееся молоко.

Охлаждение сгущенного молока производилось в 38-литровых флягах, обращение с которыми требовало много места, труда и времени. Разливка, запаивание и упаковка жестянок производились вручную, для чего требовался большой обслуживающий персонал и много места, и процесс был медленным. Заводская рабсила была столь велика, что считалось желательным разделение ее по отдельным помещениям или цехам и назначение мастера для каждого цеха.

Эволюция в оборудовании и процессах производства и обращения с законченным продуктом позволила сократить потребное пространство пола и повысить пропускную способность завода, устранить мешающие перегородки и упразднить большую часть кропотливой работы, упростить производственные операции и значительно ускорить весь процесс от молочных весов до стоящего на пути, нагруженного законченным продуктом вагона, готового для перевозки товара к месту его потребления.

Грузовые автомобили, вагоны-цистерны и автоцистерны теперь привозят молоко на завод в более крупных количествах и быстрее. Сберегающие труд усовершенствования в оборудовании и способе опрокидывания фляг и взвешивания молока и пользование механическими флягомоечными машинами повысили пропускную способность приемной и экспедиции, освободив их от скопления больших штабелей порожних фляг, облегчив их возвращение, поддерживая подъезжающие фургоны и телеги с молоком в «постоянном движении» и сократив труд и обслуживающий персонал в приемной завода.

Массовое охлаждение, или пользование непрерывным холодильником для сгущенного молока, сокращает пространство, оборудование и человеческую силу в этом пункте операции; применение автоматических разливочных и укупорочных машин исключает потребность в отдельных цехах и помещениях, установленных длинными скамьями, на которых вручную работали десятки девушек под наблюдением приставленного для этой цели мастера цеха; введение непрерывного стерилизатора и автоматической машины для испытания банок устраняет тяжелую работу по поднимании, складывании, осмотру и вторичному складыванию тяжелых подносов с наполненными жестяниками и упраздняет многочисленные элементы периодически работающих стерилизаторов и пользование помещениями для выдерживания; работа соответствующих конвейеров для подачи ящиков сокращает труд и время при погрузке вагонов и т. д.

Эти усовершенствования в оборудовании и методах работы служат в значительной степени причиной перехода от заводов с двумя и более этажами с отгороженными отделами или помещениями для каждой операции к одноэтажному заводу с одним помещением для всех производственных и упаковочных операций. Силовые установки по вполне понятным причинам сосредоточены в отдельном помещении. В большинстве случаев приемная для молока бывает также отделена перегородкой и обыкновенно ее предпочитают устанавливать на уровне, который в достаточной мере возвышается над производственным помещением, чтобы дать возможность молоку стекать в баки и подогреватели самотеком. Помещение, в котором берутся пробы, или заводская лаборатория, тоже находятся в отдельной комнате, и кроме того большинство заводов имеет одну или более холодильных камер. За исключением этих специальных цехов, самый характер назначения которых делает их работу более или

менее независимой от собственно заводской работы, при сооружении завода и размещении оборудования в настоящее время существует тенденция в сторону одноэтажных заводов с упразднением всяких перегородок, причем все производственные операции совершаются в одном большом помещении. В таком случае принято и обычно считается наиболее удобным и полезным для дела в целях обеспечения легкой и экономичной работы помещать вакуум-аппарат и по возможности баки для охлаждения сгущенного молока на возвышенной платформе и устанавливать подогреватели, холодильники, вакуум-насосы, молочные насосы, гомогенизаторы, разливочные и укупорочные машины, стерилизаторы, этикеточные и упаковочные машины на полу основного (нижнего) этажа, чем обеспечивается необходимое пространство для склада припасов и укупоренного в банки товара. Когда завод вырабатывает свои собственные жестяные банки, эта работа обыкновенно производится в отдельном здании, удобно расположенном для получения материалов и топлива с рельсового пути и для подачи порожних жестянок на завод в такое место, где они нужны.

Оборудование. Оборудование не всегда одинаково и находится в зависимости от рода продукта, предназначенного к выработке. Оборудование, потребное для сгущенного молока с сахаром и выпаренного молока, схематически перечислено и описано в главах IV и XI. Для получения полного перечня всего оборудования и принадлежностей и их стоимости, которые бы лучше всего удовлетворяли требованиям любой данной совокупности условий, читатель переадресовывается к фирмам, производящим машины для заводов сгущенного молока и специальностью которых является полное оборудование целых предприятий.

Наиболее экономичное размещение машин. При размещении и взаимной связи машин экономичности производства и санитарным требованиям к продукту должно быть уделено серьезное внимание. Машины лучше всего разместить таким образом, чтобы сократить до минимума потребную площадь пола, насосы, трубы и конвейеры. Насосы, конвейеры, трубы и арматура дороги, а сэкономленное благодаря разумному размещению машин пространство можно с выгодой использовать для других целей.

Мышца человека является самой дорогой формой движущей силы. Повсюду, где только можно мышцу заменить машинами и где благодаря разумной их распланировке можно избегнуть ненужных стадий производства и работы, производственные расходы понижаются.

Плотные соединения во всех трубах, проводящих воду, пар, рассол и аммиак, подходящая и отвечающая своему назначению изоляция всех водяных и паровых труб и всех труб для проводки рассола и аммиака между баками с рассолом, холодильниками и компрессорами, экономичное использование мятого пара и горячей воды от радиаторов, паровых машин, паровых насосов, змеевиков и паровых рубашек вакуум-аппарата и подогревателя являются важными факторами в снижении потерь и стоимости топлива, энергии и воды до минимума и в достижении эффективности работы завода.

Размещение машин с точки зрения санитарии. Молочные насосы, молочные трубы, молочные желоба и другие средства для подачи молока являются врагами санитарии. Их следует избегать всюду, где только возможно. Предпочтительнее пользоваться системой подачи молока самотеком по сравнению с насосами. Трубы для молока должны быть корот-

кими и доступными для чистки; конструкция всех баков должна быть удовлетворительной в санитарном отношении. Деревянные рубашки нежелательны, все швы в баках и котлах должны быть хорошо заровнены при помощи электросварки. Насосы для молока должны иметь внутри медную или бронзовую поверхность; все трубы для молока должны быть из оцинкованного железа или меди, хорошо вылуженные внутри; длинные трубопроводы для молока должны иметь соединения, на коротких расстояниях вместо колен следует пользоваться поперечными муфтами, для того, чтобы все части труб, по которым течет молоко, были доступны для специальных щеток.

ГЛАВА III

Снабжение заводов молоком

Приобретение молока и контроль над качеством

Принципы покупки молока. Заводы, вырабатывающие сгущенку, в общем медлили принять содержание молочного жира в молоке за основу для расчета с поставщиками. Вплоть до последних лет многие заводы по производству сгущенки платили за молоко по весу, а некоторые заводы все еще придерживались обычая покупать молоко меркой (12 *кг*), пользуясь мерной линейкой для неполных тар. Другие заводы платили установленную цену за 50 *кг* всякого молока, анализ которого показывал, скажем, 4% жира и более. Иные же заводы делали соответствующую скидку за молоко, содержащее менее 4% жира, вводя премию за молоко, содержащее жира свыше 4%.

И лишь немногие фирмы покупали молоко строго на основе содержания молочного жира.

Поскольку речь идет о заводе, вырабатывающем сгущенку, уплата за молоко на основе содержания молочного жира вполне осуществима. Молоко, богатое жиром и, следовательно, содержащее много сухого вещества, дает больше сгущенного молока, нежели молоко, бедное жиром.

Уплата по весу, не обращая внимания на качество, является обычаем, который покровительствует породам, дающим маложирное молоко, и направлен против пород, дающих высококачественное (жирное) молоко. Фактически этот обычай повлек в районе, снабжающем эти заводы молоком, поощрение и развитие пород и отдельных коров, дающих маложирное молоко, до такой степени, что они стали значительно преобладать за счет коров, производящих высокожирное молоко. Такое положение в свою очередь послужило причиной популярного, хотя и ошибочного, представления о том, что молоко от голландских, айрширских и швейцарских пород более пригодно для целей сгущения, чем молоко от пород коров, прибывших с островов Ламанша (т. е. джерзеек и гернзеек). За последнее десятилетие промышленность по производству сгущенного молока так сильно развилась, что большинство американских заводов сгущенного молока оставили старый способ уплаты за молоко только по объему или по весу.

Многие заводы по производству сгущенки теперь покупают молоко строго на основе содержания молочного жира и почти все другие заводы сгущенного молока платят за молоко на основе стандартного содержания жира.

В странах, где преобладает одна порода, подавляя все другие, или там, где все преобладающие породы дают молоко одинаковой жирности

и где отелы большинства коров довольно равномерно распределены на протяжении двенадцати месяцев года, молоко обыкновенно продолжают покупать на основе его веса или объема, а не анализа. При этих условиях возражение против расчетов не на основе содержания молочного жира, по крайней мере частично, устраняется. Главная масса молока поступает на завод по производству сгущенки на фургонах или грузовых автомобилях. Обыкновенно часть транспортных расходов несет завод и часть поставщик молока.

Некоторые фирмы, вырабатывающие сгущенку, имеют приемные пункты, на которые молоко привозится поставщиками и с которых оно перевозится на завод в больших, выложенных внутри стеклом цистернах, установленных на грузовые автомобили (рис. 6). Некоторое количество молока прибывает также по железной дороге или во флягах, принадлежащих отдельным поставщикам, или в вагонах-цистернах.

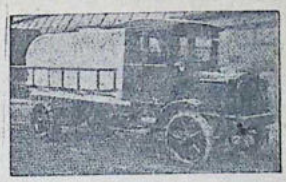


Рис. 6. Автомобиль с выложенной внутри стеклом цистерной для перевозки молока на завод.

Качество свежего молока. Качество свежего молока является одним из наиболее важных факторов в успешном производстве приемлемого для потребителя сгущенного молока. Завод по производству сгущенки, игнорирующий этот фактор, непременно раньше или позже поплатится за это затруднениями в процессе производства и потерями вследствие порчи товара.

Пригодность молока для сгущения обусловливается главным образом теми факторами в состоянии молока и уходе за ним на ферме, которые влияют на его точку коагуляции при нагревании. Эти факторы имеют отношение к здоровью, лактационному периоду и корму коров и к уходу за молоком после доения.

Первая группа условий имеет важное значение постольку, поскольку они влияют на состав молока. Ко второй группе принадлежат те факторы, которые обусловливают присутствие или отсутствие изменения вследствие брожения.

Влияние здоровья, лактационного периода и корма коров на пригодность молока для сгущения. Коровы, находящиеся в лихорадочном или ином ненормальном состоянии, или страдающие от болезни, или имеющие больное вымя, обыкновенно дают молоко ненормального характера. Физиологические функции таких коров бывают обычно повреждены или ненормальны и продукт молочной секреции—молоко—часто бывает ненормальным по своему составу и реакции. Оказывается, что в таких случаях особенно затронутыми бывают баланс минеральных солей и количество или характер белков. Эти изменения влияют на устойчивость белков молока и вообще понижают точку коагуляции при нагревании.

Лактационный период является фактором постольку, поскольку молоко в продолжение короткого времени в конце периода доения (менее 30 дней) или молоко тотчас же после отела (около первых 14 удоев) бывает ненормально высоким по содержанию альбумина и может содержать ненормально большие количества других неустойчивых белков, как, напр., лакто-глобулин и т. п. Молоко в таком ненормальном состоянии имеет низкую точку коагуляции при нагревании, как показано в главах XIV и XXII.

Влияние корма на пригодность молока для целей сгущения не совсем ясно доказано. Думают, что зеленые корма, как, напр., зеленая пастбищная трава, имеют тенденцию к улучшению баланса солей, повышая содержание лимонной кислоты. С другой стороны, корма, подвергшиеся брожению и разложению, возможно, способствуют повышению кислотности молока и понижают его устойчивость при нагревании, оказывая неблагоприятное влияние на здоровье и физиологические функции коров.

Молоко, сделавшееся ненормальным вследствие вышеуказанных или иных им подобных условий, подвергает риску качество как сгущенного молока с сахаром, так и без сахара. В отношении сгущенного молока с сахаром бывает опасность появления комков в законченном продукте и ненормального его загустевания. В отношении выпаренного молока возрастает затруднение при стерилизации вследствие ненормальной чувствительности такого молока к нагреванию, вызывая чрезмерное свертывание его во время стерилизации.

Влияние ухода за молоком на ферме на его пригодность для сгущения. Всякое условие, которое вызывает или ускоряет изменения вследствие брожения молока, обыкновенно имеет склонность к понижению его точки коагуляции при нагревании, тем самым делая его более чувствительным к нагреванию. Молоко, которое произведено или находилось в антисанитарных условиях, без соблюдения чистоты, подвержено чрезмерному загрязнению бактериями, которые могут дать толчок к повышению кислотности или могут вырабатывать вещества наподобие сычужного фермента.

Эти продукты брожения обусловливают понижение точки коагуляции молока при нагревании, вызывая ненормальное его свертывание, и могут повести к загустеванию готового продукта.

Вредное действие такого загрязнения усугубляется отсутствием быстрого и правильного охлаждения молока тотчас же после доения и содержания его холодным до сдачи заводу. Кроме того, сдача молока на завод не ежедневно способствует брожению и понижает пригодность такого молока для целей сгущения.

Обработка молока при помощи нагревания в процессе производства не в состоянии защитить законченный продукт от последствий загрязнения сырого молока. Предположение, что загрязнение молока микроорганизмами обезвреживается нагреванием, которым пользуются в производстве, совершенно неправильно. Хотя обычные температуры, которыми пользуются при подогревании (около 95°Ц), в состоянии уничтожить большинство вегетативных клеток бактерий, дрожжей и плесеней, однако споры выживают и даже процесс стерилизации, который применяется по отношению к выпаренному молоку, может оказаться недостаточным для того, чтобы сделать такое молоко вполне стерильным. Температура подогревания уничтожает не все вегетативные формы микроорганизмов. Она уничтожает некоторую их часть и чем выше их количество было до нагревания, тем больше их остается после нагревания.

Труднее обеспечить низкое количество микробов после нагревания в молоке, которое было сильно загрязнено до нагревания, чем в чистом молоке.

Недостаток санитарного ухода при производстве молока на ферме также приводит к тому, что в молоке содержится большое количество

вредных типов бактерий. Нечистое доение обычно вызывает загрязнение калом, а нечистая посуда обыкновенно вводит зародыши гнилостного типа, многие из которых являются весьма устойчивыми по отношению к температуре. Даже если сами зародыши уничтожены в процессе производства, то продукты их деятельности, образовавшиеся прежде, чем такое уничтожение произошло, выживают и могут подвергнуть серьезному риску качество законченного товара и его пригодность к хранению. Эти факты подчеркивают важное значение не только чистоты, но также и быстрой сдачи молока заводу и повели к тому, что некоторые заводы стали настаивать на приемке молока по два раза в день.

Отношение состава и продуктов брожения молока к его точке коагуляции при нагревании излагается в главах XIV и XXII «О факторах, которые влияют на точку коагуляции молока при его нагревании» и «О составе и свойствах молока».

Контроль над качеством. Каждый завод сгущенного молока, находящийся под хорошим руководством, играет воспитательную роль в производстве молока с соблюдением санитарных требований. Завод обычно выпускает ряд правил, изложив особые условия, при которых молоко, поступающее на завод, может или не может быть принято. Копии этих правил, которые могут составлять часть контракта между заводом и поставщиком, вручаются всем поставщикам. Завод нанимает одного или несколько молочных инспекторов, обязанности которых заключаются в том, чтобы следить за неуклонным проведением в жизнь этих правил. Правила в общем охватывают следующие главные моменты:

1. К о р о в ы. Молоко должно поступать от здоровых коров. Молоко от больных коров или от таких, у которых больное вымя или которые как-нибудь иначе находятся в плохом физическом состоянии, не принимается.

2. К о р м и в о д а. Не разрешается кормить молочный скот сорными травами, корнеплодами или другими кормовыми веществами, обладающими сильным и неприятным запахом, как напр. луком, чесноком, турнепсом, капустой, сырыми отбросами спиртоводочных заводов, испорченным, затхлым или кислым силосом или иным подвергшимся брожению кормом.

3. Л а к т а ц и о н н ы й п е р и о д. Не принимается молоко от коров менее, чем за тридцать дней до отела и в течение первых семи дней после отела.

4. Д о и л ь щ и ц ы и д о е н и е. Доить чистыми сухими руками в чистую посуду и убирать молоко в помещение для молока тотчас же после доения.

5. П р о ц е ж и в а н и е. Процеживать молоко в помещении для молока через частую проволочную сетку (от 30 до 40 отверстий на *см*). Не пользоваться ситами из материи.

6. О х л а ж д е н и е. Охлаждать молоко до 15°Ц или ниже и держать его при такой температуре до тех пор, пока оно не поступит на завод. Не смешивать теплого утреннего молока с холодным вечерним, охлаждать утреннее молоко, прежде чем смешивать или посылать его на завод в отдельных флягах.

7. У х о д з а п о с у д о й. Ополаскивать холодной водой, промывать теплой водой с мыльным порошком и тщательно прополаскивать кипятком всю молочную посуду после употребления; держать ее в чистом месте от одной дойки до другой, где она подвергается действию

воздуха и солнечного света. Не хранить молока на ферме во флягах, которые не были промыты на заводе.

8. Скотные дворы. Белить скотный двор по два раза ежегодно и удалять навоз ежедневно. (Некоторые заводы снабжают поставщиков разбрызгивающими насосами, при помощи которых производится побелка скотных дворов).

Осмотр молока на заводе по производству сгущенки

На заводе каждая фляга с молоком подвергается строгому осмотру лицом, которое является или должно являться экспертом по качеству молока.

Органолептическая оценка молока. В большинстве случаев молоко исследуется в отношении запаха. Эксперт быстро поднимает крышку каждой фляги к своему носу. Запах на крышке является типичным для данной фляги. Если он чувствуется на крышке, то такая фляга не принимается. Опытный человек в приемном помещении, пользуясь этим способом, может с большой точностью сказать, следует ли пропустить молоко или нет.

Осмотр молока в соответствии с его температурой. Температура также отмечается. Не обязательно пользоваться для этого термометром в каждом случае. Поместив руку на корпус фляги или обратив внимание на теплоту воздуха и запах на крышке тотчас же после того, как она снята, или заметив присутствие, либо отсутствие небольших частиц масла, плавающих на поверхности молока, эксперт может легки сказать, было ли молоко надлежащим образом охлаждено или нет. В приемной всегда должен быть для руководства точный термометр.

Проба молока на кислотность. Тот факт, что молоко с высокой кислотностью обыкновенно имеет низкую точку коагуляции при нагревании, привел к применению на многих заводах пробы на определение кислотности, как средства для выявления пригодности молока для сгущения. Однако открытия, сделанные во время более поздних исследований, показали, что титруемая кислотность является не единственным и во многих случаях не решающим фактором, которым обусловливается поведение молока по отношению к процессу производства. Кроме того, было найдено, что в то время как титруемая кислотность обусловливается белками, кислыми солями и молочной кислотой, естественная кислотность парного молока происходит по другим причинам, помимо молочной кислоты; оказывается, что естественная кислотность не влияет на точку коагуляции молока при нагревании и, следовательно, не должна играть роли при определении пригодности молока для целей сгущения. Естественная кислотность составляет значительную часть титруемой кислотности молока, когда оно поступает на завод, и может в некоторых случаях быть значительно выше максимального предела для титруемой кислотности, установленной заводом. Лишь развившаяся кислотность, а не естественная кислотность, понижает устойчивость молока при нагревании, и титруемая кислотность не является, следовательно, точным показателем пригодности молока для производства, и отказ от приема молока на основании произвольного предела титруемой кислотности является неоправдываемой и ненужной ограничительной мерой для поставщика и одновременно служит слабой защитой от производственных затруднений для завода.

Большинство этих утверждений имеют научную подкладку, они являются результатом тщательных опытов. Но их нельзя истолковать как определенную рекомендацию покончить с пробой на кислотность при приемке молока. Проба молока на кислотность посредством титрования с децинормальной щелочью есть и остается простым и полезным средством для контроля. В среднем молоке от смешанных стад естественная кислотность бывает значительно ниже обычного предела кислотности завода, который составляет 20° Тернера. Только в исключительных случаях естественная кислотность превышает этот предел. В большинстве случаев в смешанном молоке развившаяся кислотность бывает выше, чем она была в парном молоке. Это означает, что она происходит вследствие молочнокислого брожения, в результате скисания после того, как молоко уже было подоено. Хорошо известно, что даже незначительное повышение кислотности по сравнению с нормальной вызывает определенное понижение температуры, при которой молоко может свернуться в стерилизаторе.

Эту повышенную сверх нормы кислотность можно регулировать, ее можно предотвратить. Нарастание кислотности происходит вследствие того, что молоко не было охлаждено быстро или в достаточной мере после доения или вследствие смешения теплого утреннего молока с молоком от предыдущего вечера или другого рода небрежности во время его производства и ухода за ним на ферме. Пробу на кислотность можно легко взять, она в сущности не требует технической подготовки, и пользование ею помогает контролировать качество молока, принимаемого на завод.

По вышеперечисленным причинам не рекомендуется полагаться на пробу кислотности как на единственный критерий качества всего принятого молока и может быть нежелательно подвергать каждую флягу молока пробе на кислотность. Но разумно принять определенную норму кислотности для молока, если только такую норму применять обоснованно. Практик-работник на заводе хорошо знает, что обоняние и вкус опытного эксперта при приемке являются лучшими критериями, нежели одна проба на кислотность в отношении пригодности молока для сгущения. Но пробы на кислотность являются наиболее ценными в случае неуверенности и подозрения относительно качества любой данной фляги молока. Молоко, поступающее слишком теплым, или молоко, относительно запаха и вкуса которого эксперт не уверен и проба которого показывает 20° Тернера или более, обыкновенно бывает небезопасным для сгущения.

Следовательно, на пробу определения кислотности не следует полагаться как на единственную основу для принятия молока или отказа от него от поставщиков, но она вполне может служить в качестве показателя санитарного состояния источников происхождения молока, что следует принимать во внимание при попытке определить, происходит ли данный случай высококислотного молока вследствие развившейся кислотности в результате неправильного ухода на ферме или вследствие естественной кислотности, которая была найдена безвредной для устойчивости молока при нагревании. Указания, как надо брать пробу на кислотность, смотри в главе XXXIV «О химических пробах и анализах».

Проба на коагуляцию при помощи алкоголя. Принципы этой пробы заключаются в определении склонности молока к коагуляции в данном количестве алкоголя определенно известной крепости. Проба на коагуляцию с помощью алкоголя реагирует в сущности на все факторы, кото-

рые влияют на точку коагуляции при нагревании, и по этой причине она реагирует в несколько более тесной гармонии, нежели проба на кислотность. Таким образом Дальберг и Гарнер (5) в результате применения алкогольной пробы на двух заводах выпаренного молока пришли к заключению, что молоко, дающее положительную алкогольную пробу, при сгущении в выпаренное молоко будет с большей легкостью коагулировать, чем алкогольно-отрицательное молоко. Это заключение поддерживается Соммером и Бинни (6), которые нашли, что такие факторы, как баланс солей, кислотность, сычугообразующие бактерии, молозиво, больное вымя, больные коровы, влияют на алкогольную пробу.

В главе XIV «О факторах, которые влияют на коагуляцию молока при нагревании» объяснено, что либо излишек магния или кальция, либо излишек цитратов или фосфатов понижает коагуляцию молока при нагревании. Соммер и Бинни продемонстрировали, что незначительное повышение в содержании магния или кальция также вызывает положительную алкогольную пробу и что высокое содержание кальция в рационе, скармливаемом коровам, может вызвать коагуляцию молока при алкогольной пробе. С другой стороны, и вопреки реакции по отношению к коагуляции, эти исследователи сообщают, что повышение в содержании цитратов и фосфатов не вызывает положительной алкогольной пробы. Поэтому они приходят к выводу, что положительная проба свежего молока зависит главным образом от относительных количеств этих находящихся четырех солей, причем влиянию кальция и магния на алкогольную пробу противодействуют цитраты и фосфаты.

Это важно. Обычное нарушение баланса солей в молоке ограничивается излишком кальция или магния, поэтому алкогольная проба оказывается надежным показателем пригодности молока для целей переработки на выпаренное молоко постольку, поскольку речь идет о балансе солей.

Кроме того Дальберг и Гарнер не нашли прямой зависимости между коагуляцией молока при помощи алкоголя и его титруемой кислотностью, но они сообщают, что молоко с высокой титруемой кислотностью в результате брожения в громадном большинстве случаев подвергается коагуляции с алкоголем. Соммер и Бинни приписывают некоторое отсутствие прямой связи между алкогольной пробой, кислотностью и подсчетом бактерий преобладающему влиянию баланса солей. В отношении вызывающих коагуляцию энзимов, выделяемых бактериями, образующими сычуг, эти исследователи нашли, что присутствие этих организмов в количествах до 850 000 на $см^3$ достаточно для того, чтобы вызвать положительную алкогольную пробу. Так как присутствие микробов, образующих сычуг, в столь больших количествах надо считать исключением, этот фактор можно нормально рассматривать как второстепенный фактор в алкогольной пробе.

В результате самой последней дополнительной работы Соммер (7) приходит к заключению, что причина того, почему нет прямой зависимости между коагуляцией выпаренного молока при нагревании, коагуляцией неконцентрированного молока при нагревании до 136° Ц и коагуляцией от алкоголя, хотя на все три реакции одинаково влияет баланс солей, заключается в том, что когда молоко сгущается, некоторые из солей осаждаются, альбумин до известной степени свертывается и повышается концентрация водородных ионов. Это повышение концентрации водородных ионов связано с изменением фосфата из вторичного в первичный. Неудивительно, что при таком сложном перераспределе-

нии факторов не может осуществиться более тесное согласование между этими тремя типами коагуляции.

Из этого обсуждения становится ясным, что проба на свертывание при помощи алкоголя имеет определенную ценность как средство для выявления пригодности молока для переработки на выпаренное молоко. Она более положительна, чем проба на кислотность, потому что большее количество факторов, которые влияют на точку коагуляции при нагревании, тоже влияют и на алкогольную пробу в том же самом направлении. Однако она не является непогрешимой вследствие сложных и побочных реакций, связанных с процессом производства.

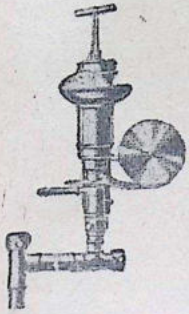
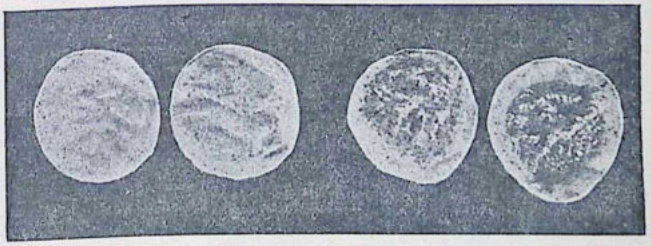


Рис. 7. Прибор Кендаля для определения грязи в молоке.

Алкогольная проба оказывает ценную помощь при приемке, но подобно пробе на кислотность одной ее недостаточно для того, чтобы служить основой для принятия молока или для отказа от него. Она помогает распознавать такие сдачи молока, которые наиболее склонны вызывать затруднения в процессе стерилизации, и тем самым делает возможным всестороннее исследование причин таких условий в источнике производства молока—на ферме. Относительно подробных указаний о пробе на коагуляцию с помощью алкоголя см. главу XXXIV «О химических пробах и анализах».

Проба на загрязнение. Эта проба показывает относительное количество грязи, находящейся в молоке (рис. 7). Полллитра молока пропускают через небольшой кружок гигроскопической ваты, и количество грязи, находящейся в молоке, обнаруживается



Чистое молоко. Грязное молоко.

Рис. 8. Хлопчатобумажные фильтры.

цветом ваты после фильтрования (рис. 8). Для ускорения фильтрования молоко процеживают через фильтр под небольшим давлением. Механическая конструкция этих приборов значительно усовершенствована и их работа облегчена. Проход молока через хлопчатобумажные фильтры ускоряется посредством давления воздуха, получаемого при помощи поршня. Профильтрованный образец молока можно выпускать обратно на весы или в приемный бак.

Если вата сохраняет белый или кремовый цвет, молоко относительно свободно от грязи. Молоко, полученное при антисанитарных условиях, окрашивает вату в бурый или коричневый цвет.

Эти хлопчатобумажные фильтры можно наклеивать на лист бумаги таким образом, что кружки помещают напротив фамилии или номера соответствующего поставщика. Когда их показывают приходящим на завод поставщикам, они дают последним наиболее действительный наглядный урок. Если молоко поступает на завод на подводах или по железной дороге, карточки, подобно показанной на рис. 9, можно посылать поставщикам по почте. Доказательство настолько положительно и убедительно, что даже наиболее упрямые лица не могут не признать своей виновности и их возможно заставить «подчиститься».



Рис. 9. Карточка для учета количества грязи в молоке.

Проба на брожение, проба на редуктазу и микроскопические осмотры. Эти пробы служат в качестве быстрых способов для того, чтобы показать количество и типы находящихся в молоке бактерий. К ним принадлежат пробы на брожение, проба на обесцвечивание метиленовой синьки и непосредственные микроскопические подсчеты. Они показывают с достаточной степенью точности тип и степень бактериального загрязнения, которое претерпело молоко, и дают ценное указание относительно санитарных условий, при которых молоко произведено на ферме. Эти пробы подробно описаны в главе XXXIV «О пробах на заводе».

Санитарное состояние завода

В предыдущих параграфах особенно подчеркивалось важное значение хорошего качества свежего молока. Одинаково важно, чтобы завод содержался в образцовом состоянии в отношении чистоты и санитарии. Это необходимо вследствие влияния этих факторов на качество и прочность как сырья, так и готового продукта.

Влияние на поставщиков. Поставщику, который ежедневно бывает на заводе, не требуется много времени для того, чтобы узнать, уделяет ли завод его молоку такое же внимание, какое он сам уделял ему на ферме. Хороший пример, показанный заводом, сделает многое в направлении воздействия на самолюбие поставщика, заставляя его поступать таким же образом и на ферме. Поэтому не вяжется со здравым смыслом такое

положение, когда со стороны завода выпускаются правила санитарии для поставщков молока и настаивается на выполнении их последними, в то время как в своих собственных стенах все принципы санитарии нарушаются.

Влияние на полезность продукта для здоровья. Отсутствие чистоты и грязь лишают продукт его полезности для здоровья. Сгущенное молоко, изготовленное на заводе, который пренебрегает санитарией, может содержать некоторые продукты разложения, являющиеся ядовитыми для человека. Оно может содержать зародыши заразных болезней и таким образом сделаться причиной распространения эпидемий этих болезней. Выполняя долг по отношению к обществу, завод должен уделять самое пристальное внимание чистоте во всех своих операциях.

Как содержать завод в чистоте. Чистота на заводе абсолютно необходима. Баки для молока следует прополаскивать, не жалея воды, и хорошенько очищать и пропаривать по возможности тотчас же после употребления. Медные котлы и вакуум-аппараты необходимо прополаскивать, затем чистить наждачной бумагой, вновь тщательно прополаскивать и пропаривать. Трубы для молока следует чистить, пропуская через них специальные щетки, затем прополаскивать чистой водой и пропаривать до тех пор, пока они не будут настолько горячими, что об них можно обжечься. Если трубы для молока чрезвычайно длинны, их надо хорошо промывать горячей щелочной водой. Насосы для молока следует разбирать каждый день и тщательно освобождать от всех остатков молока. Воду в баках для охлаждения следует менять столь часто, сколько требуется для того, чтобы вода в них была во всякое время чистой. Необходимо уделять особое внимание гомогенизатору, все его клапаны следует каждый день хорошенько прочищать и пропаривать. Охлаждающие змеевики перед употреблением необходимо промывать кипятком. Разливочные машины для выпаренного молока следует освобождать от остатков молока, тщательно прополаскивать и пропаривать, причем надо следить, чтобы какие-либо остатки молока не пристали к клапанам. Разливочные машины для сгущенного молока с сахаром необходимо опоражнивать и полностью промывать по крайней мере один раз в неделю и прикрывать для защиты от пыли и мух, когда ими не пользуются. Жестяные банки следует хранить в чистом помещении и необходимо принять все меры предосторожности для защиты их от засорения грязью, пылью, насекомыми и мышами. Там, где это возможно, их надо перед употреблением стерилизовать.

Все баки, котлы, трубопроводы для молока, вакуум-аппараты, насосы для накачивания молока, все машины, приходящие в соприкосновение с молоком, необходимо ежедневно прополаскивать и пропаривать утром как только открывается завод. Желоб для высыпания сахара следует содержать в чистоте, озаботившись тем, чтобы в нем не оставалось сырого или мокрого сахара. Надо обратить особое внимание на промывание фляг поставщиков молока. После промывания горячей водой, содержащей некоторое количество хорошего мыльного порошка, и чистки щеткой их следует тщательно прополоскать и пропаривать до тех пор, пока они не станут горячими. Если можно, то фляги высушиваются током горячего воздуха.

Полы и стены завода следует содержать в чистоте. Накапливающийся сор необходимо удолять, а канализационые и сточные трубы следует поддерживать дезинфекции через регулярные промежутки времени.

Промывание фляг. Другое чрезвычайно важное обстоятельство, которым, к несчастью, часто пренебрегают и которое имеет отношение к установлению правильных взаимоотношений с поставщиком с точки зрения получения высококачественного молока,—это состояние молочных фляг, которые завод возвращает поставщику.

Поставщик непременно утратит интерес к заботливому уходу за молоком, если возвращаемые ему заводом фляги будут поступать грязными и с дурным запахом. Заводу также не приходится ожидать, что молоко, которое он принимает в таких флягах, будет высококачественным для сгущения и полезным для здоровья. И все-таки большая часть заводских фляг поступает к поставщику в состоянии, непригодном для приемки и отгрузки в них молока.

Надлежащее промывание фляг состоит из четырех существенных операций, а именно: чистки щеткой, прополаскивания, пропаривания и просушивания.

Фляги следует промывать до тех пор, пока все остатки молока не будут удалены. Их надо прополаскивать горячей водой, пока вся грязная вода, которой промывали, не выполощется. Затем их необходимо пропаривать и тщательно высушивать.

Теперь имеются специальные машины, которые можно достать на соответствующих заводах и которые механически проделывают эти четыре операции, предоставляя тем самым реальные возможности заводу возвращать поставщику чистую, стерильную и сухую тару.

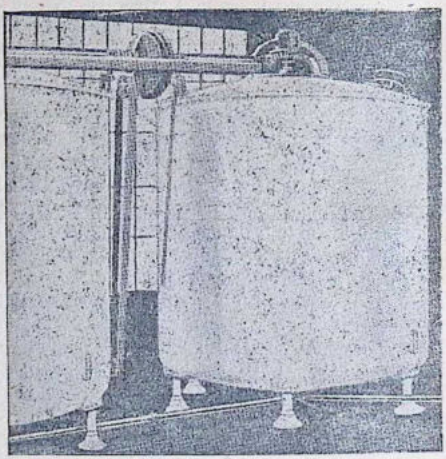


Рис. 10. Бак, покрытый внутри стеклянной эмалью для охлаждения и выдерживания молока перед переработкой.

Уход за молоком на заводе до поступления его в переработку. Задача ухода за молоком с момента его поступления на завод до предварительного нагревания перед вычариванием настолько важна, что ей уделено много заботливого внимания со стороны передовых работников промышленности по выработке сгущенного молока. Так как бактериологические анализы показали, что при благоприятных температурных условиях число находящихся в молоке микроорганизмов способно удваиваться через каждые двадцать минут, то весьма существенно либо подогревать молоко до достаточно высоких температур, для того чтобы уничтожить зародышевую жизнь, либо охладить его до достаточно низкой температуры, для того чтобы остановить их рост и размножение по возможности в кратчайший срок.

С точки зрения экономии в молочной аппаратуре и качества законченного продукта можно отдать предпочтение системе пропускания молока прямо с весов в подогреватели для быстрого нагревания. Там,

где такой распорядок и процедура не осуществимы, и молоко приходится выдерживать в течение продолжительного времени, прежде чем его можно нагревать, ощущается потребность в охлаждении молока и выдерживании его холодным до тех пор, пока оно не понадобится для переработки. В таких случаях молоко течет из приемной через плоский холодильник в баки для хранения или поступает непосредственно в баки для хранения, оборудованные змеевиками или рубашкой, где оно охлаждается примерно до 7° Ц и выдерживается холодным пока остается там. Для этой цели рекомендуется пользоваться баками, выложенными внутри стеклом.

Пользование баками для хранения жидкого молока имеет дальнейшее преимущество, заключающееся в том, что облегчается стандартизация молока на жир и обезжиренное сухое вещество (рис. 10).

Часть II

СГУЩЕННОЕ МОЛОКО С САХАРОМ

ГЛАВА IV

Подготовка молока для сгущения

Сгущенное молоко с сахаром есть коровье молоко, сгущенное в пропорции от $2^1/_2$ до $2^3/_4$ частей свежего молока на 1 часть сгущенного молока. Оно содержит значительные количества сахарозы, обычно около 40—45%, для своего консервирования. Оно обладает полужидкой консистенцией и поступает на рынок в герметически закупоренных жестяных банках, колеблющихся по размеру от 200 *г* до $3^1/_2$ *л* и в бочках наподобие бочек с глюкозой, вмещающих от 135 до 320 *кг* сгущенного молока. Сгущенное молоко с сахаром, надлежащим образом приготовленное, сохраняется в течение многих месяцев, но лучше всего бывает в свежем виде.

Общее описание потребного оборудования и применяемого процесса. Потребное оборудование и ход молока от весов в приемной до машины для разливания законченного продукта изображены схематически на рис. 13. Не имеется в виду, что совокупность оборудования, показанного на рис. 11, является полной во всех деталях отдельных частей и необязательно, чтобы вся содержащаяся там аппаратура являлась наиболее пригодной по типу, размеру и устройству при всяких условиях. Однако рис. 11 дает общее представление о практической распланировке оборудования, приспособленного для производства сгущенного молока с сахаром.

С весов (*A*) жидкое молоко течет через холодильник (*B*) в баки для хранения (*C*), где оно стандартизуется до желательного соотношения процента жира к проценту обезжиренного сухого вещества. Возможно, что найдут желательным установить молочный фильтр или центрофугу между весами и холодильником.

Из баков для хранения стандартизированное молоко накачивается насосом (*E*) в регуляторный бак (*D*), из которого оно течет самотеком через подогреватель (*F*) и перегреватель (*G*) в котел, в котором смешивается с сахаром (*H*).

Перегреватель—это нововведение, которого пока еще не имеется на всех американских заводах сгущенного молока, но его применение откроет широкие возможности с точки зрения борьбы с пороком прогрессивного загустевания сгущенного молока с сахаром, как об этом трактуется в настоящей главе в разделе «Подогревание» и в главах XXII и XXIV «О составе и свойствах молока» и «О загустевшем сгущенном молоке с сахаром».

Из бака для смешивания с сахаром (*H*) молоко поступает в вакуум-аппарат (*I*) и сгущенное молоко течет через кран для взятия пробы (*K*) в приемные баки (*L*), где его можно стандартизировать до нужного

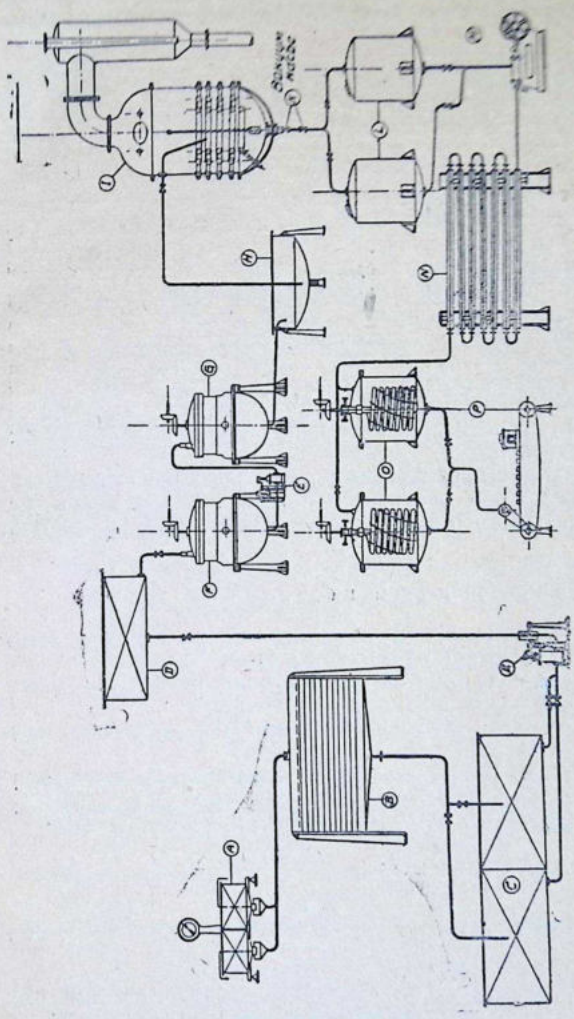


Рис. 11. Оборудование для производства сгущенного молока с сахаром. *A*—весы для молока; *B*—холодильник; *C*—ванны для выдерживания; *D*—распределительный бак для молока; *E*—насос для накачивания молока; *F*—подогреватель; *G*—пастеризатор; *H*—бак для размешивания сахара; *I*—вакуум-аппарат; *K*—краны для взятия образца; *L*—баки для стандартизации сгущенного молока; *M*—насос действующий под высоким давлением; *N*—холодильник с внутренним трубчатым устройством, *O*—ванны для усиленной кристаллизации; *P*—разливочная машина.

количества сухого вещества. Эти баки можно ставить на весы с целью облегчения точного взвешивания каждой партии.

Затем стандартизованное сгущенное молоко с сахаром накачивается насосами (*M*) под давлением через закрытый холодильник с парными трубами (*N*). Холодильники в закрытых трубах бывают или типа холо

дильников с внутренними трубами наподобие конденсатора для аммиака, или же они могут быть погружены в бак, через который циркулирует охлаждающая вода. Закрытый холодильник с парными трубами выпускает сгущенное молоко в баки усиленной кристаллизации (*O*), а оттуда оно поступает в разливочную машину (*P*), где наполняется и запаивается в банки.

Взвешивание, фильтрование, охлаждение и стандартизация жидкого молока. Жидкое молоко после осмотра в приемной выливают через цедилки на молочные весы. Здесь берется проба молока каждого поставщика для определения его жирности, взвешивается и затем фильтруется через холодильник и пропускается в баки для хранения. Тотчас же по наполнении этих баков берутся средние пробы, определяются процент жира и процент обезжиренного сухого вещества и молоко стандартизируется до желательного отношения жира к обезжиренному сухому веществу, как описано ниже.

Стандартизация. При производстве сгущенного молока с сахаром, состав которого имеет определенное процентное соотношение, является необходимым сначала стандартизировать жидкое молоко до желательного отношения жира к обезжиренному сухому веществу; затем вычислить количество сахара, которое следует добавить для получения желательного отношения сахара к общему сухому веществу молока. После сгущения законченный продукт в конце концов стандартизируется до желательного процентного содержания посредством добавления воды, если это необходимо.

Когда в баки для хранения поступило необходимое количество молока и была взята проба на жирность и сухое вещество, оно стандартизуется до правильного отношения посредством одного из следующих способов.

1. Исправление недостатка жира

Пример. Требуется получить сгущенное молоко с сахаром, содержащее 8% жира и 25% обезжиренного сухого вещества.

Жидкого молока в партии 7 000 *кг* с 3,3% жира и 9% обезжиренного сухого вещества.

Имеющиеся под руками сливки содержат 25% жира и 6,7% обезжиренного сухого вещества.

Сколько таких сливок надо добавить к первоначальному молоку?

Ответ. Желательное соотношение жира к обезжиренному сухому веществу сгущенного молока составляет 8 : 20 или 1 : 2,5.

7000 *кг* молока с 3,3% жира содержат $\frac{7\,000 \cdot 3{,}3}{100} = 231$ *кг* жира.

7000 *кг* молока с 9% обезжиренного вещества содержат $\frac{7000 \cdot 9}{100} = 630$ *кг* обезжиренного сухого вещества.

При отношении 1 : 2,5 эти 231 *кг* жира в первоначальном молоке требуют $231 \times 2{,}5 = 577{,}5$ *кг* обезжиренного сухого вещества. Излишек обезжиренного сухого вещества в первоначальном молоке составляет $630 - 577{,}5 = 52{,}5$ *кг*.

Для того чтобы сбалансировать этот излишек, приходится добавить сливок, содержащих 25% жира и 6,7% обезжиренного сухого вещества, как показано в нижеследующем вычислении.

1 *кг* жира должен стандартизировать 25 *кг* обезжиренного сухого вещества.

1 *кг* 25% сливок стандартизирует $\frac{2,5 \cdot 25}{100} = 0,635$ *кг* обезжиренного сухого вещества.

1 *кг* 25%-ных сливок содержит 0,067 *кг* обезжиренного сухого вещества.

Каждый 1 *кг* 25%-ных сливок сбалансирует 0,548 *кг* обезжиренного сухого вещества.

Излишек обезжиренного сухого вещества в первоначальном молоке равняется 52,5 *кг*.

Следовательно, количество 25% сливок, которое надо добавить, составляет $\frac{52,5}{0,548} = 94,03$ *кг*.

Доказательство. 7 000 *кг* первоначального молока содержат 231,0 *кг* жира и 630 *кг* обезжиренного сухого вещества.

94,08 *кг* 25%-ных сливок содержат 23,52 *кг* жира и 6,31 *кг* обезжиренного сухого вещества.

Вся партия полностью 7094,08 *кг* содержит 254,52 *кг* жира и 636,31 *кг* обезжиренного сухого вещества.

Отношение жира к обезжиренному сухому веществу составляет 254,52 : 636,3 = 1 : 2,5. Процент жира в стандартизованном молоке составляет $\frac{254,52}{7\,024,08} \cdot 100 = 3,58\%$.

Процент обезжиренного сухого вещества в стандартизованном молоке составляет $\frac{636,3}{7\,094,08} \cdot 100 = 8,973\%$.

Процент всего сухого вещества в стандартизованном молоке = 12,561%.

Вышеуказанный расчет стандартизации точен и прост и применим во всех случаях, когда имеется недостаток жира в первоначальном молоке.

2. Исправление излишка жира

Пример. Требуется получить сгущенное молоко с сахаром, содержащее 8% жира и 20% обезжиренного сухого вещества.

Жидкого молока в партии 7 000 *кг* с 4% жира и 8,5% обезжиренного сухого вещества.

Имеющийся под руками обрат содержит 0,2% жира и 9% обезжиренного сухого вещества.

Сколько обрата надо добавить к первоначальному молоку?

Ответ. Желательное соотношение жира к обезжиренному веществу составляет 8 : 20 = 1 : 2,5.

7 000 *кг* молока содержат $\frac{7\,000 \cdot 4}{100} = 280$ *кг* жира.

7 000 *кг* молока содержат $\frac{7\,000 \cdot 8,5}{100} = 595$ *кг* обезжиренного сухого вещества.

При отношении 2,5 : 1 эти 595 *кг* обезжиренного сухого вещества в первоначальном молоке требуют $\frac{595}{2,5} = 238$ *кг* жира.

Излишек жира в первоначальном молоке составляет 280—238 = 42 *кг*.

Для того чтобы сбалансировать этот излишек, приходится добавить обрата, содержащего 9% обезжиренного сухого вещества и 0,2% жира, как показано в нижеследующем вычислении:

1 *кг* обезжиренного сухого вещества должен стандартизировать $\frac{1}{2,5} = 0,4$ *кг* жира.

1 *кг* обрата (9% о. с. в.) будет стандартизовать 0,4 × 0,09 = 0,036 *кг* жира.

1 *кг* обрата содержит 0,2% или 0,002 *кг* жира.

Каждый *кг* обрата (9% о. с. в.) сбалансирует 0,036—0,002 = 0,034 *кг* жира.

Излишек жира в первоначальном молоке равняется 42 *кг*.

Следовательно, количество обрата, которое надо добавить, составляет $\frac{42}{0,034} = 1\,235$ *кг*.

Доказательство. 7 000 *кг* первоначального молока содержат 280 *кг* жира и 595 *кг* о. с. в.

1 235 *кг* обрата содержит 2,47 *кг* жира и 706,15 *кг* о. с. в.

Вся партия полностью 8 235 *кг* содержат 282,47 *кг* жира и 706,15 *кг* о. с. в.

Отношение жира к обезжиренному сухому веществу составляет 282,47 : 706,15 = 1 : 2,5.

Процент жира в стандартизованном молоке составляет $\frac{283,47}{8\,235} \cdot 100 = 3,42\%$.

Процент о.с.в. в стандартизованном молоке составляет $\frac{706,15}{8\,235} \times 100 = 8,575\%$.

Процент всего сухого вещества составляет 12,005%.

Этот расчет стандартизации применим ко всем случаям излишка жира в первоначальном молоке.

Подогревание

Цель. Имеются три главных причины, из-за которых нагревается молоко, а именно: с целью уничтожения большинства бактерий, дрожжей, плесеней, а также организованных и неорганизованных ферментов, для облегчения растворения сахарозы и для того, чтобы помешать пригоранию молока к поверхности нагрева в вакуум-аппарате.

Процесс подогревания также ослабляет тенденцию сгущенного молока к загустеванию с течением времени, в значительной степени устраняя этот порок.

Уничтожение ферментов. Когда свежее молоко прибывает на завод, в нем содержатся различные количества микроорганизмов разных видов. В некоторых случаях могут оказаться болезнетворные бактерии, делающие молоко опасным для здоровья и жизни потребителя, если его не нагревать до температур, достаточно высоких для уничтожения этих зародышей. Молоко также может содержать бактерии, дрожжи, плесени и энзимы, вызывающие нежелательное брожение, при попадании которых в сгущенный продукт способность последнего сохраняться может уменьшиться. Продукт может подвергнуться нежелательному загустеванию, уменьшив свои полезные для здоровья свойства и понизив вообще свои качества как товар.

Растворение сахарозы. Весьма существенно, чтобы весь тростниковый или свекловичный сахар, который добавляют к молоку, полностью растворился с целью уменьшения склонности сахара к образованию крупных кристаллов в законченном продукте. Это в особенности верно, если нерастворившийся сахар поступает в вакуум-аппарат к концу процесса сгущения. Присутствие слишком крупных кристаллов сахара делает продукт песчанистым и вызывает образование осадка в жестянках, против чего возражает потребитель. Когда перед сгущением молоко нагревают до надлежащей температуры, растворение тростникового или свекловичного сахара облегчается, и тенденция к песчанистости сводится к минимуму. Подробно этот вопрос изложен в главе XX IV «Песчанистое сгущенное молоко с сахаром».

Предупреждение пригорания молока к поверхности нагрева. Если холодное молоко приходит в соприкосновение с нагреваемой паром поверхностью и если его при этом энергично не помешивают, то оно пригорает к поверхности нагрева. Молоко в вакуум-аппарате нагревается и поддерживается горячим посредством паровой рубашки и змеевиков, обогреваемых паром высокого давления. Если молоко втягивается в вакуум-аппарат холодным, то оно в течение некоторого времени может оставаться в состоянии покоя. За это время оно непременно должно пригореть к поверхности нагрева, сообщив продукту пригорелый привкус, вызывая образование в нем бурых пятен и замедляя процесс выпаривания. Если молоко поступает в вакуум-аппарат горячим, то уменьшенное давление в вакууме заставляет его сразу же сильно кипеть, исключая всякую опасность прикипания и пригорания к поверхности нагрева и делая возможной максимальную быстроту выпаривания.

Температура подогревания. Температура подогревания, до которой предварительно нагревают жидкое молоко перед сгущением, на разных заводах значительно колеблется. У большинства американских заводов преобладает обычай нагревать молоко близко к температуре его кипения, а именно: от 88°Ц до 99°. Однако в некоторых случаях нагревание ограничивается температурами, какими пользуются при длительной пастеризации, т. е. примерно 63°Ц. На некоторых из европейских заводах молоко нагревают до температур выше точки кипения, пользуясь закрытыми котлами или перегревателями под давлением выше атмосферного.

С точки зрения легкости осуществления первый способ нагревания от 88 до 99°Ц является на первый взгляд как-будто бы наиболее предпочтительным. Он облегчает растворение сахарозы и достаточно эфек-

тиген в смысле уничтожения бактериальной флоры. Однако последние исследования вязкости сгущенного молока с сахаром по отношению к прогрессивному его загустеванию с течением времени указывают, что температура подогревания имеет весьма заметное влияние на такое загустевание и что температуры, приближающиеся к точке кипения, значительно усиливают порок. Таким образом Роджерс, Дейтер и Эванс (8) нашли, что «склонность молока к загустеванию сильно увеличивается от действия высокой температуры (имея в виду около 95°Ц), какой обыкновенно пользуются при подогревании...» Вязкость продукта, изготовленного при нагревании до 63°Ц, в течение 30 минут бывает низка, и склонность к ее повышению при хранении значительно уменьшается. Лейтон и Дейтер (9), сообщая о более поздней работе Молочного бюро САСШ, указывают, что подогревание при 65°Ц несколько стабилизирует продукт по сравнению с неподогретым. При 75°Ц также наблюдается некоторое повышение стабильности, тогда как при 85°Ц происходит ее понижение, которое бывает весьма заметным при 95°Ц. При дальнейшем повышении температуры от 110°Ц до 120°Ц стабильность качества снова повышается.

С точки зрения регулирования загустевания сгущенного молока с сахаром с течением времени постольку, поскольку на него влияет температура подогревания, исходя из вышеуказанных открытий, кажется ясным, что или процесс выдерживания при нагревании до 63°Ц в продолжение 30 минут или нагревание до температур выше точки кипения гораздо предпочтительнее обычно практикующегося нагревания до 88—99°Ц. Поскольку речь идет о способности разных температур уничтожать зародыши и о сроках выдержки, нагревание выше точки кипения, очевидно, является наиболее эфективным. Однако бактериологические исследования доказали, что нагревание при 63°Ц в течение 30 минут является столь же действительным, как и быстрое нагревание при более высоких температурах, но ниже точки кипения. Следовательно, в бактерилогическом отношении низкая температура подогревания должна бы дать удовлетворительные результаты, но открытия Дауиса (10) показывают, что сгущенное молоко с сахаром, сделанное из молока, подогретого при 63° Ц, обладает склонностью к развитию прогорклого вкуса.

Изложенное указывает на то, что нагревание при температурах около 110° Ц определенно предпочтительнее температур в 88 —99°Ц. До какой степени более высокая температура может отражаться, если она вообще отражается, на качестве законченного продукта, пока еще не доказано. Возможно, что подогревание при температурах выше точки кипения вызывает усиленное осаждение солей молока, в частности— солей кальция. Указывали на то, что присутствие в сгущенном молоке частиц нерастворимых минеральных солей может ввести ядрышки, способствующие развитию кристаллов молочного сахара, достаточного размера для того, чтобы вызвать песчанистое состояние. Однако кажется в высшей степени невероятным, чтобы вызывающее осадок действие температуры на соли жидкого молока было достаточно интенсивным для того, чтобы заметно помешать надлежащему регулированию кристаллизации молочного сахара и получить молоко с неровной структурой.

Подробное обсуждение влияния температуры подогревания на загустевшее и на песчанистое сгущенное молоко с сахаром см. главу XXII

«О составе и свойствах молока» и гл. XXIV «О пороках сгущенного молока с сахаром».

Способы нагревания. Тщательное, эфективное и быстрое нагревание больших количеств молока до температур, приближающихся к точке кипения, представляет задачу, которая требует к себе самого пристального внимания. Склонность молока приставать к поверхности нагрева служит постоянным препятствием, и усилия преодолеть его зачастую бывают в ущерб тщательности нагревания. На разных заводах сгущенного молока для этой цели пользуются разнообразными способами и машинами всевозможных типов. Некоторые пользуются большими медными котлами, в которых молоко нагревается непосредственным пропусканием в него пара. Другие пользуются имеющими паровую рубашку медными котлами, снабженными вращающейся мешалкой. Молоко нагревается посредством пропускания в рубашку пара под давлением, и пригорание молока не допускается благодаря тому, что его поддерживают в постоянном движении. В этом случае молоко обыкновенно нагревают с помощью паровой рубашки до 77° Ц и затем повышают температуру до желательной, пуская пар прямо в горячее молоко. Еще нагревают молоко посредством больших непрерывных пастеризаторов, при этом горячая вода или пар служит в качестве теплопередающей среды. Молоко тонким слоем проходит между двумя нагреваемыми водой поверхностями, из которых одна вращается. На некоторых заводах молоко накачивается через целый ряд труб, окруженных водяной или паровой рубашкой (рис. 12, 13 и 14).

На некоторых заводах пользуются комбинацией непрерывного пастеризатора и простого или снабженного паровой рубашкой котла. Молоко в пастеризаторе нагревают почти до желательной температуры. Оттуда оно течет в котел, где нагревание и заканчивается. Этот способ обеспечивает эфективное нагревание и в то же время, если им правильно пользоваться, предотвращает пригорание молока к поверхности нагрева.

На некоторых европейских заводах нагревание производится в закрытом, снабженном паровой рубашкой котле с вращающейся мешалкой, причем температура повышается под давлением приблизительно от 105° Ц и выше вплоть до 120° Ц, прежде чем молоко поступит в смеситель с сахаром и вакуум-аппарат. Такой перегреватель показан на рис. 15.

Преимущества и недостатки различных способов нагревания. Большинство заводов в САСШ пользуется первым из названных способов. Пар пускают прямо в молоко, пока оно не закипит. Это—самый старый и наиболее примитивный способ. В то время как он очень прост в работе, против него имеются серьезные возражения. Большое количество расходуемого на подогревание пара сгущается в молоке, увеличивая количество воды, подлежащей выпариванию. Поэтому он замедляет процесс сгущения и повышает стоимость производства. Это в особенности верно там, где котлы помещаются на некотором расстоянии от подогревателей, и если паровые трубы не обладают хорошей изоляцией, то пар становится «мокрым», а предназначенное к нагреванию молоко холодным.

Потребность в паре при пользовании подогревателями, снабженными паровыми рубашками. При пользовании подогревателем, снабженным паровой рубашкой, количество требующегося пара бывает несколько больше, чем при подогревании посредством введения острого пара непосредственно в молоко. Это происходит вследствие неиспользования

теплоты конденсации пара. Пользуясь конденсационным горшком, с помощью которого конденсированный пар возвращается в котел, потребность в паре для обеих систем подогревания в сущности одинакова.

Пользование подогревателем, снабженным паровой рубашкой или каким-либо иным приспособлением для нагревания, которое не при-

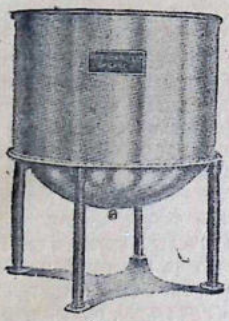


Рис. 12. Горячий котел или подогреватель.

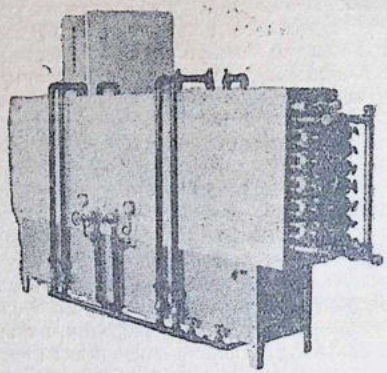


Рис. 14. Подогреватель для молока системы Кендаля, оборудованный трубами.

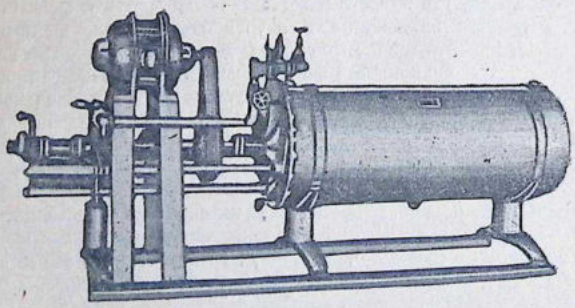


Рис. 13. Быстродействующий пастеризатор.

бавляет конденсированного пара к молоку, гораздо экономичнее с точки зрения общей потребности в паре, потому что этим устраняется добавление к молоку большого количества воды, что неизбежно там, где пар вводится в молоко. Выпаривание добавленной таким образом воды значительно увеличивает количество пара, требующегося для сгущения данного количества молока до желательной концентрации.

Основное преимущество практикующегося подогревания в простом подогревателе острым паром, вводимым в молоко, заключается в мень-

шей стоимости оборудования и в простоте и быстроте подогревания по этому способу, хотя такая экономия времени при подогревании в значительной степени аннулируется удлинением процесса сгущения вследствие большого количества воды, которую приходится выпаривать.

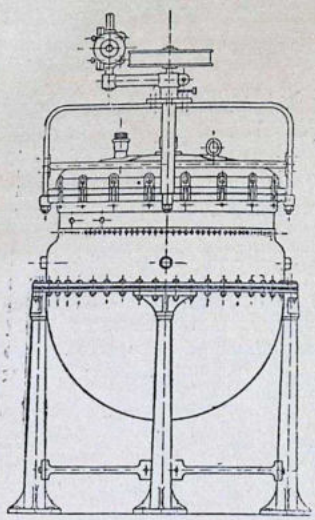


Рис. 15. Перегреватель.

Парк (11), который провел сравнительные опыты, нашел, что при переходе от нагревания непосредственно острым паром к подогреванию через металлические поверхности уменьшается время, требующееся для сгущения партии в 4 000 *кг* выпаренного молока по меньшей мере на 10 минут.

Возражения против введения пара в молоко. Пар может загрязняться смазочными маслами из цилиндров машины и паровых насосов составами, которыми пользуются для котлов, накипью с внутренних стенок паровых труб и т. д., причем все они подвергают риску качество законченного продукта. Установка подходящего маслоотделителя в паропроводе, ведущем к подогревателям, способствует удержанию некоторых из этих нежелательных примесей, так же как и воды, содержащейся в паре, от попадания в молоко.

Пускание острого пара прямо в молоко нежелательно еще и в другом отношении. Точное действие его на молоко пока еще не хорошо уяснено, но известно, что этот обычай имеет склонность развивать в молоке затхлый вкус, который может позднее превратиться в неприятный маслянистый привкус.

Тот же самый порок замечается также в сливках при нагревании острым паром.

Продолжительное подвергание молока процессу сгущения в результате добавления к нему значительных количеств конденсированного пара встречает дополнительное возражение.

Стоит отметить, что европейские заводы в успешных попытках разместить на внешнем рынке сгущенное молоко высшего качества и надежной прочности забросили метод подогревания посредствомпускания острого пара непосредственно в молоко.

По вышеуказанным причинам предпочтительнее ограничить нагревание непосредственно паром, если это неизбежно, последними стадиями процесса подогревания. Молоко нагревается до температуры пастеризации — 75°Ц или около того,с помощью непрерывно действующего пастеризатора или подогревателя, снабженного паровой рубашкой и имеющего мешалку, или иного аналогичного устройства, а затем доводится до окончательной температуры при помощи острого пара. Для того чтобы совершенно избежать применения острого пара, рекомендуется пользоваться котлом под повышенным давлением для заканчивания процесса подогревания.

Прибавление сахара

Сорта сахара. Сахар прибавляется к сгущенному молоку с целью его консервирования, чем устраняется необходимость подвергать готовый продукт стерилизации. Следовательно сахар, которым пользуются, должен обладать известными консервирующими свойствами. Он не должен легко подвергаться брожению, он должен обладать способностью подавлять развитие бактерий при растворении в концентрированном растворе.

Когда сахар правильно рафинирован, то с трудом поддается брожению в концентрированных растворах. Он обладает способностью замедлять рост бактерий и других ферментов, обыкновенно находящихся в сгущенном молоке с сахаром.

Тростниковый и свекловичный сахар. Обычный торговый тростниковый или свекловичный сахар, наилучшим образом рафинированный, вполне пригоден для этой цели.

Свекловичным сахаром, который химически тождественен с тростниковым сахаром, в весьма широких пределах пользуются в европейских странах вместо тростникового сахара. В Европе промышленность, занятая производством сахара и свекловицы, является важным фактором. В климате, приспособленном для выращивания сахарной свеклович, и при относительно дешевом труде европейские заводы сгущенного молока могут обеспечить себя свекловичным сахаром по более низкой цене, нежели тростниковым. В Америке, где годовой урожай сахарного тростника велик и где высокая стоимость труда делает расходы по выращиванию сахарной свекловицы относительно высокими, практически не существует разницы между ценой тростникового и свекловичного сахара. Когда пользовались американским свекловичным сахаром в ранней стадии свекловично-сахарной промышленности, этот сахар нашли нежелательным, часто способствующим брожению сгущенного молока. Затем у работников по сгущению молока возникло предположение, что свекловичный сахар содержит якобы весьма устойчивые спороносные бактерии, могущие перейти в рафинированный сахар из почвы вместе с свекловицей, но это крайне невероятно, так как температура и химические вещества, которыми пользуются в процессе изготовления свекловичного сахара, не допускают перехода живых бактерий из почвы в готовый сахар. Однако возможно, что стандарт рафинирования американского сахара в ранний период производства был низок и некоторое количество свекловичного сахара на рынке могло содержать небольшое количество кислоты инвертированного сахара и других нежелательных примесей такого характера, которые придают сахару склонность к брожению и, следовательно, лишают его возможности применения при сгущении молока. Несмотря на то, что рыночный свекловичный сахар нашего времени достигает весьма высокой стадии рафинирования и, согласно лучшим авторитетам, равняется по своей чистоте тростниковому сахару, некоторые американские заводы сгущенного молока все-таки его избегают и настаивают на применении только тростникового сахара. Однако всякий раз, когда урожай тростникового сахара в Вест-Индии оказывается недостаточным, в САСШ ввозят свекловичный сахар-сырец из Европы, и он весь выходит с американских сахарно-рафинадных заводов, расположенных на морском побережьи, под видом «чистого тростникового сахара». Поэтому вполне вероятно, что запасы сахара многих американских заводов сгущенного

молока в наши дни состоят временами главным образом из свекловичного сахара, хотя его и покупают под наименованием тростникового.

Свекловичный сахар, рафинированный наилучшим образом в наши дни как в САСШ, так и в другом месте, дает для целей сгущения результаты одинаково хорошие, как и тростниковый сахар того же качества. Опыты, проделанные на Калифорнийской сел.-хоз. опытной станции (12), привели к заключению, что оба сорта сахара—тростниковый и свекловичный—одинаково ценны для консервирования и тождественны по своему действию, если они имеют одинаково мелкое кристаллическое строение.

Свекловичный сахар нельзя отличить от тростникового сахара. В то время как сахар-сырец из этих двух разных источников—сахарного тростника и сахарной свекловицы—обладает нечистым вкусом, от которого он еще не освобожден (сырой продукт сахарного тростника приятен на вкус, сырой продукт из сахарной свекловицы кислый и неприятный на вкус), чистый тростниковый и свекловичный сахар могут выкристаллизовываться и выкристаллизовываются в кристаллах, которые тождественны между собою по своему химическому составу, внешнему виду и свойствам. «Никакими химическими анализами нельзя отличить друг от друга чистый кристаллизованный сахар из этих двух разных источников» (13).

Торговая глюкоза и рафинированная декстроза. Относительная дешевизна торговой глюкозы по сравнению с сахаром в продолжение многих лет привлекала внимание производителя сгущенного молока. Ее использование полностью или частично вместо сахара, очевидно, дало бы экономические выгоды. Однако торговая глюкоза не считалась и не была найдена пригодной для этой цели, потому что она сама по себе неустойчива и подвержена брожению. В связи с колоссальным развитием производства продуктов из кукурузного крахмала за последние годы возникли процессы и способы, при помощи которых производство чистой декстрозы стало возможным в промышленном масштабе. Эти продукты нашли широкое применение в различных отраслях пищевой промышленности, как, напр., в булочных, кондитерских и на предприятиях, вырабатывающих мороженое. Они также широко применяются в химико-фармацевтической промышленности и полностью признаны в качестве ценных, легко усвояемых углеводов.

Возможности применения рафинированной декстрозы в таком виде, как она теперь продается, при наличии других важных продуктов питания, как напр. сгущенного молока с сахаром, может представлять особый интерес лишь для работников медицины. Неизбежное присутствие в сгущенном молоке с сахаром большого процента сахара (тростникового или свекловичного) оставляет широкое поле для критики продукта. Сгущенка чрезвычайно сладка и большое количество углеводов в виде сахарозы не сбалансировано другими составными частями молока.

Декстроза далеко не так сладка на вкус как сахароза. Теоретически консервирующая способность декстрозы значительно, выше нежели таковая у сахарозы при условии, если только правильно предположение, что консервирующее свойство растворов сахара является функцией их осмотических давлений. В соответствии с опытными данными осмотическое давление 15,25%-ного раствора декстрозы равняется 24,93%-ного раствора сахарозы. Если это отношение осмотических давлений применимо также к относительной консервирующей способности этих двух

видов сахара, то, пользуясь декстрозой вместо сахарозы, количество сахара, необходимого для консервирования сгущенного молока с сахаром, можно сократить до 61,2% против обычно применяемого количества сахара.

Выгоды такой замены очевидны. Продукт был бы лучше сбалансирован, отношение углеводов было бы более благоприятным и в более легко усвояемой форме.

Однако еще не доказано, что способность декстрозы к консервированию выше или даже равняется таковой у сахарозы, и необходимо провести обширные исследования опытного характера, прежде чем можно было бы оправдать попытки производителя сгущенного молока с сахаром пользоваться декстрозой вместо сахарозы. Американские федеральные и местные пищевые стандарты ставят условием, чтобы прибавленный сахар к сгущенному молоку с сахаром был бы сахарозой, так что при законах, направленных на защиту чистоты продуктов питания в настоящее время, продукт, содержащий декстрозу вместо сахарозы, нельзя было бы законно продавать под видом сгущенного молока с сахаром. Тем не менее эта тема имеет достаточно важное экономическое значение для того, чтобы заняться ее разработкой в будущем.

Качество сахара. Так как сахар (сахароза) добавляется с целью консервирования сгущенного молока, то очевидно, что нельзя допустить ничего иного, кроме рафинированного сахара наилучшего качества. Низкосортный сахар является опасным продуктом для предприятия, занятого производством сгущенного молока. В нем имеется достаточное количество кислоты и инвертированного сахара для того, чтобы создать благоприятные условия для развития жизнедеятельности бактерий и дрожжей, а раз брожение началось, то порча продукта почти неизбежна.

Весьма важно, чтобы сахар на заводе складывали там, где он может сохраниться в сухом виде. Сахар обладает гигроскопическими свойствами. При соприкосновении с атмосферой, насыщенной влагой, он поглощает воду. При хранении в сырости он склонен слеживаться в комки, плесневеть и приобретать кислый привкус. Когда пренебрегают предосторожностями, бывает опасность образования пороков в сгущенном молоке, проявляющихся в разбухании вследствие газового брожения поступивших на рынок жестянок.

Фальсификация сахара посредством примеси посторонних веществ, как напр. белого песка, белой глины, крахмала или известковой пыли, бывает редко и обыкновенно встречается только в сахарной пудре. Для обнаружения этих фальсифицирующих веществ достаточно всыпать ложку подозрительного сахара в стакан горячей воды и размешать. Чистый сахар растворится полностью, тогда как большая часть обычных примесей нерастворима и осядет на дно.

Покупка крупно-зернистого сахара служит действительным средством защиты от этих фальсифицирующих веществ. Сахарной пудрой не следует пользоваться на заводе сгущенного молока.

Количество сахара. Количество сахара, прибавляемого к молоку, колеблется в зависимости от многих условий. До введения в практику американских заводов стандартизации с тем, чтобы законченный продукт соответствовал требованиям в отношении содержания жира и всего сухого вещества молока утвержденного правительством САСШ стандарта было принято всыпать от 15 до 16 *кг* сахара на каждые 100 *кг* жидкого молока, и сгущенное молоко содержало приблизительно от 40 до 43 процентов сахара и от 30 до 34 процентов всего сухого вещества молока. За

самые последние годы пропорция сахара к сухому веществу молока существенно повысилась, причем прибавляют больше сахара на 100 *кг* жидкого молока, и последнее не сгущают до такой высокой степени.

Этот обычай привел к содержанию в сгущенном молоке более низкого процента сухого вещества молока (около 28%) и к более высокому проценту сахара (около 45%). Заводы, которые стандартизуют сырье только для того, чтобы удовлетворить стандарту САСШ в отношении всего сухого вещества молока, который равняется 28%, всыпают от 19 до 20 *кг* сахара на каждые 100 *кг* жидкого молока.

Нежелательно пользоваться слишком большим количеством сахара в сгущенном молоке. Последнее служит заменой свежего молока. Чем больше сгущенка содержит сахара, тем сильнее бывает разница в составе и свойствах между сгущенным и свежим молоком. Сахар не так легко переваривается, как другие составные части молока, поэтому присутствие чрезмерных количеств тростникового или свекловичного сахара в сгущенном молоке влияет на уменьшение его переваримости и полезности для здоровья как продукта питания. В то время как нормальное молоко само по себе является хорошо сбалансированной пищей, присутствие в нем больших количеств тростникового или свекловичного сахара нарушает это равновесие, причем сгущенное молоко бывает чрезвычайно богато углеводами и относительно бедно белковыми веществами. Эти факты имеют особенно важное значение там, где сгущенным молоком пользуются для детского питания или оно употребляется лицами со слабым пищеварением.

Другие условия, которые могут повлиять на количество сахара, добавляемого на 100 *кг* молока,—это относительные цены на сахар и молоко, запросы потребителя, для которого предназначается продукт, и присутствие или отсутствие тенденции у законченного продукта проявлять ранние признаки порчи.

Когда экономические или производственные условия нарушают разницу в ценах между молоком и сахаром, всегда существует тенденция к повышению той составной части, от которой зависит понижение себестоимости готового продукта.

Однако этому в значительной мере противодействуют факторы, которые обусловливают способность сохраняться. Летом молоко подвергается действию температур, которые могут принести вред качеству продукта. Это в особенности касается бактериального загустевания сгущенного молока с сахаром. Так напр., Ханзикер (14) показал, что повышение количества сахара до 18 *кг* на 100 *кг* жидкого молока и сгущение до концентрации, которая давала продукт, содержащий 45% сахара, и отношение сахара к воде приблизительно 64%, наверняка предотвращало бактериальное загустевание. О подобных же результатах было сообщено Райсом и Даунсом (15), которые также нашли, что отношение сахара к воде от 63,6 до 64,5% предотвращает бактериальное загустевание. Для получения всех подробностей относительно влияния концентрации сахара на бактериальное загустевание сгущенного молока с сахаром см. главу XXIV.

Вычисление количества сахара, прибавляемого к сгущенному молоку. Желательное количество сахара, которое надо прибавить, вычисляется, исходя из процентных соотношений всего сухого вещества молока и сахара, желательного в законченном продукте.

Пример. Пользуясь стандартизованным молоком 1-го примера, данного ранее в этой главе под заголовком «Стандартизация», желательно,

чтобы в законченном продукте содержалось 44% сахара и 28% сухого вещества молока.

Стандартизованного молока в партии 7 094 *кг*.

Процент сухого вещества молока в партии 12,56%.

Сколько сахара надо добавить к молоку для того, чтобы в законченном продукте содержалось 44% сахара и 28% сухого вещества?

Ответ. Отношение сухого вещества молока к сахару составляет 28 : 44 = 1 : 1,57.

Стандартизованное молоко содержит 12,56% сухого вещества.

Количество сахара, которое следует добавить на 100 *кг* стандартизованного молока, составляет $12,56 \times 1,57 = 19,72$ *кг*. Количество сахара, которое надлежит добавить к партии, составляет

$$\frac{7\,094 \cdot 19,72}{100} = 1398,9 \text{ кг}.$$

Доказательство. Все сухое вещество молока составляет

$$\frac{7\,094 \cdot 12,56}{100} = 891 \text{ кг}.$$

$891 \times 1,57 = 1398,9$ *кг* сахара.

Смешивание с сахаром. Сахар прибавляют к горячему молоку перед тем, как последнее поступит в вакуум-аппарат. На некоторых заводах для этой цели предусмотрен особый бак. Молоку дают стекать в этот бак небольшими частями. К ним прибавляют сахар. Обыкновенно бак бывает снабжен механически вращающейся мешалкой, движущейся взад и вперед на эксцентрике для того, чтобы облегчить растворение сахара. Молоко из подогревателя течет в так называемый «сахарный» бак, а из него в бак, находящийся на уровне пола помещения, из которого смешанное молоко с сахаром засасывается в вакуум-аппарат. На других заводах бак для сахара и бак для смешанного молока с сахаром представляют собою один и тот же котел, в который молоко течет непосредственно из подогревателя. В таком случае рекомендуется над баком для сахара установить проволочную сетку (от двадцати четырех до тридцати двух отверстий на 1,0 *см*). Сахар помещают в эту сетку небольшими количествами сразу; горячее молоко, поступая на сетку и через нее, растворяет сахар. Можно пользоваться лопаточкой или палкой для помешивания сахара в сетке. Для большего удобства и экономии труда мешки с сахаром и весы помещаются на полу этажа, расположенного над помещением с баком для сахара. Сахар спускается в сетку вниз через жолоб для сахара, который у нижнего конца может быть снабжен подвижной заслонкой для регулирования поступления сахара. Часто котлы, подогреватели или баки для сахара, в которых сахар добавляется к молоку, бывают вделаны в пол, чтобы облегчить опоражнивание мешков с сахаром прямо с пола в молоко. В таком случае не требуется жолоба для спускания сахара. На других заводах сахар растворяют в кипятке в отдельном баке и втягивают этот сироп в вакуум-аппарат вместе с горячим молоком. Это весьма похвальный обычай, так как он сводит до минимума опасность проникновения в вакуум-аппарат нерастворившихся кристаллов сахара. Кроме того этот водяной сироп можно кипятить, не опасаясь придания молоку пригорелого вкуса.

Горячее молоко, содержащее прибавленный сахар, теперь готово для сгущения в вакуум-аппарате, как объяснено в главе VIII.

ГЛАВА V

Термодинамика сгущения

В этой главе рассматриваются физические факторы, связанные с удалением воды из молока посредством нагревания. Сгущение или удаление воды из молока совершается при помощи выпаривания или под атмосферным давлением, т. е. на открытом воздухе или в частичном вакууме, т. е. под уменьшенным давлением. В то время как оборудованием для сгущения под атмосферным давлением пользуются в значительной степени для побочных продуктов переработки молока,—главная масса всего вырабатываемого сгущенного молока сгущается в вакууме при помощи вакуум-аппарата.

Преимущества сгущения в вакууме

Выпаривание под уменьшенным давлением в таком виде, как оно стало возможным благодаря вакуум-аппарату, имеет ряд преимуществ над сгущением под атмосферным давлением. Главными из этих преимуществ являются: экономичность выпаривания, быстрота выпаривания и низкая температура молока.

Влияние сгущения в вакууме на экономичность выпаривания. Количество тепла в калориях, израсходованного при сгущении в вакуум-аппарате при обыкновенной температуре, около 60° Ц, несколько выше общего количества тепла, требующегося для выпаривания под атмосферным давлением. Вследствие выпаривания под уменьшенным давлением экономии в количестве тепла не наблюдается. Тем не менее выпаривание в вакууме имеет определенное преимущество, заключающееся в том, что становится возможным использование мятого пара. Поэтому там, где имеется под руками мятый пар, благодаря его использованию представляется удобный случай для экономии топлива. Расход тепла, связанный с выпариванием воды, можно подразделить на 4 фазы. Это—расход тепла на предварительное подогревание молока до точки кипения, расход тепла на внутреннюю скрытую теплоту парообразования, расход тепла на внешнюю скрытую теплоту парообразования и расходование тепла на работу вакуум-насоса. Для точного учета расхода тепла при различных температурах и соответствующих разрежениях и давлениях см. таблицу 4.

Расход тепла на предварительное подогревание молока до точки кипения. Это теплота, требующаяся для того, чтобы повысить температуру жидкости—молока—от любой данной температуры до точки кипения этой жидкости или до температуры ее пара. Чтобы повысить температуру одного килограмма воды на один градус Цельсия требуется одна большая калория (кило-калория). Так как удельная теплота мо-

Таблица 6

Свойства сухого насыщенного пара при различном разрежении и давлении.

Абсолютное давление		Разрежение в см ртутного столба	Температура кипения воды в °Ц	Объем пара в куб. м в кг	Общее теплосодержание кг пара в калориях	Теплота жидкости в калориях на кг	Скрытая теплота		
В см ртутного столба	В кг на кв.см						Внутренняя скрытая теплота парообразования	Внешняя теплота парообразования	Всего калорий
0,46	0,0061	75,54	0	206,5	595,0	0	564,9	30,1	595,0
0,65	0,008	75.35	5	147,1	597,3	5	561,7	30,6	592,3
0,92	0,012	75,08	10	106,4	599,6	10	558,4	31,2	589,6
1,27	0,017	74,73	15	77,9	602,0	15	555,3	31,7	587,0
1,74	0,023	74,26	20	57,8	604,3	20	552,0	32,3	584,3
2,35	0,031	73,65	25	43,4	606,6	25	548,8	32,8	581,6
3,15	0,042	72,85	30	32,93	608,9	30	545,5	33,4	578,9
4,18	0,055	71,82	35	25,25	611,2	35	542,3	33,9	576,2
5,49	0,072	70,51	40	19,55	613,5	40	539,1	34,4	573,5
7,14	0,094	68,86	45	15,28	615,7	45	535,7	35,0	570,7
9,15	0,121	65,85	50	12,054	618,0	50	532,5	35,5	568,0
11,75	0,155	64,25	55	9,589	620,2	55	529,2	36,0	565.2
14,9	0,196	61,1	60	7,687	622,5	60	526,0	36,5	562,5
18,7	0,246	57,3	65	6.209	624,7	65	522,7	37,0	559,7
23,3	0,303	52,7	70	5,052	626,8	70	519,2	37,6	556,8
28,8	0,380	47,2	75	4,139	629,0	75	515,9	38,1	554,0
35,5	0,466	40,5	80	3,414	631.1	80	512,6	38,6	551,2
43.3	0,570	32,7	85	2,832	633,2	85	509,1	39,1	548,2
52,5	0,691	23,5	90	2,365	635,3	90	505,7	39,6	545,3
63,4	0,834	12,6	95	1,985	637,4	95	502,4	40,0	542,4
76,0	1,03	0,0	100	1,675	639,4	100	499,9	40,5	539,4

лока=0,93, то требуется 0,93 калорий для повышения температуры одного килограмма молока на 1° Ц.

В вакууме вода кипит при более низкой температуре, чем 100° Ц. Для того чтобы довести жидкость до точки кипения под уменьшенным давлением требуется меньше калорий, чем под атмосферным давлением. Разница в калориях или количество калорий сэкономленных в вакуум-аппарате, зависит от абсолютного давления или вакуума и его соответствующей точки кипения. При точке кипения воды в 60° Ц эта разница составляет 100 — 60 = 40° Ц. Кипение при 60° Ц, следовательно, требует на 40 калорий менее на килограмм воды. Помножив это на удельную теплоту молока, получим (40 × 0,93)=37,20 калорий. Доводя молоко до температуры его пара или до температуры, при которой оно обычно кипит в вакуум-аппарате, получаем экономию 37,20 калорий на килограмм молока по сравнению с нагреванием его до точки кипения при атмосферном давлении.

Расход тепла на внутреннюю скрытую теплоту парообразования. Это теплота, требующаяся для превращения воды при ее точке кипения в газообразное состояние или в пар. Для того чтобы превратить один килограмм воды при 100° Ц в пар при такой же температуре требуется 537 калорий. Понижение точки кипения соответствующим уменьшением давления ниже атмосферного повышает количество потребных калорий. При вакууме 604,8 *мм*, который является эквивалентным

давлению 0,2 *кг* на 1 кв. *см* и температуре 60—80° Ц, выпаривание одного килограмма воды требует 563,8 калорий внутренней скрытой теплоты или на 26,8 калорий больше, чем при атмосферном давлении, при котором соответствующая температура кипения равняется 100° Ц.

Расходование тепла на скрытую внешнюю теплоту парообразования. Это—теплота, представляющая термический эквивалент энергии, расходуемой парами для преодоления давления паров и воздуха над кипящей жидкостью—молоком. При выпаривании под атмосферным давлением с соответствующей температурой 100° Ц, давление воздуха над кипящей жидкостью равняется 1 *кг* на 1 кв. *см*. Это давление воздуха замедляет удаление паров и последним приходится затрачивать энергию для его преодоления. При сгущении в вакуум-аппарате значительная доля этой работы внешней теплоты, проделываемой парами для того, чтобы преодолеть атмосферное давление, устраняется.

Это сделалось возможным благодаря непрерывному удалению воздуха вакуум-насосом и паров при помощи конденсатора и вакуум-насоса. Фактическая экономия в калориях, которая достигается в вакуум-аппарате в виде внешней скрытой теплоты, не так велика, как на это указывала бы разница в давлении над молоком, т. е. между атмосферным давлением 1 *кг* на 1 кв. *см* и давлением в вакуум-аппарате (около 1,3 *кг*), вследствие гораздо большего расширения паров под уменьшенным давлением. Так напр., 1 *кг* насыщенного пара при атмосферном давлении имеет объем 0,7587 куб. *м*, тогда как при разрежении 602,5 *мм* он занимает 3,3592 куб. *м*.

Расходование тепла на работу вакуум-насоса. Когда молоко выпаривают в вакуум-аппарате, пары сгущаются в конденсаторе, и воздух вместе с содержимым конденсатора, состоящим из конденсационной воды и воды, которой пользуются для конденсирования, выкачивается посредством вакуум-насоса. При выпускании воздуха и воды насосу приходится преодолевать разницу в давлении между уменьшенным давлением при всасывании и атмосферным давлением при выходе. Атмосферное давление составляет 1 *кг* на 1 кв. *см*, а уменьшенное давление около 0,2 *кг* на 1 кв. *см*. Следовательно насосу приходится преодолевать разницу в давлении, составляющую приблизительно 0,8 *кг* на 1 кв. *см* и на каждый килограмм выпариваемой воды он должен выкачать против этого давления около 20 *кг* воды плюс весь воздух, который поступает через молоко, воду и неплотные соединения. Тепловой эквивалент энергии, расходуемой таким образом вакуум-насосом, считается приблизительно в 27,7 калорий на килограмм выпаренной воды.

В случае выпаривания под атмосферным давлением не приходится затрачивать энергии для насоса, но зато затрачивается большое количество внешней скрытой теплоты для преодоления давления воздуха и паров.

Если вакуум-аппарат оборудован барометрическим конденсатором, водяной столб в конденсаторе представляет давление. В этом случае нет надобности расходовать энергию, так как приходится выпускать воду на 10,36 *м* ниже конденсатора, что составляет приблизительный эквивалент разницы в давлении между вакуумом и атмосферой.

Сравнение потребного количества тепла для выпаривания под атмосферным давлением и в вакууме. Сравнительная экономичность сгущения молока под атмосферным и уменьшенным давлением показана нижеследующими цифрами. В этом примере предполагается, что перед сгущением и нагреванием молоко имеет температуру 15,5° Ц и что выпаривание

в вакуум-аппарате производится при разрежении 604,8 *мм* и при соответствующей температуре 60—80° Ц.

Таблица 5

Расход тепла на 1 кг молока	Выпаривание (в калориях)	
	Под атмосферным давлением	В вакуум-аппарате
На подогревание до точки кипения	85	45,1
Внутренняя скрытая теплота парообразования	498,9	525,0
Внешняя скрытая теплота парообразования	40,5	36,5
Итого	624,4	607,5
Расход тепловой энергии вакуум-насосом	—	27
Всего	624,4	635,2

Вышеприведенный пример наглядно иллюстрирует, что с точки зрения расхода тепла, потребного для выпаривания данного объема воды или молока, выпаривание в вакууме не имеет преимущества. Фактически общее количество калорий, потребных для сгущения в вакууме, несколько больше общего количества, необходимого для сгущения одинакового количества воды или молока под атмосферным давлением.

Экономия благодаря использованию мятого пара. Тот факт, что под уменьшенным давлением кипение молока происходит при относительно низкой температуре, дает возможность использовать пар низкого давления или мятый пар без уменьшения разницы в температуре между молоком и паром до такой степени, которая замедлила бы передачу теплоты от пара к молоку. Это является определенным преимуществом. На заводах, где имеется вдоволь мятого пара, если не все сгущение полностью, то в большей своей части может быть выполнено при помощи использования мятого пара, сберегая таким образом топливо и увеличивая экономичность операции.

Следовательно, с точки зрения экономичности потребления топлива единственная выгода сгущения в вакууме по сравнению со сгущением под атмосферным давлением заключается в том, что работа вакуум-аппарата дает возможность использования мятого пара.

Влияние вакуума на быстроту выпаривания. Выпаривание молока под уменьшенным давлением протекает быстрее, чем под атмосферным давлением, когда пользуются насыщенным паром с низкой температурой.

При сгущении молока директор завода должен считаться не только с температурой подогреваемого молока, но и с температурой поверхности нагрева в виду чувствительности молока к высоким температурам. Так как молоко кипит при температуре около 100°Ц под атмосферным давлением, то быстрое выпаривание под атмосферным давлением вы вало бы необходимость применения перегретого пара с высокой температурой для того, чтобы обеспечить достаточно большую разницу в температуре между молоком и паром для поддержания необходимой быстроты теплопередачи. Кипение молока при этой высокой температуре и соприкосно-

вение его с такой горячей поверхностью нагрева в продолжение довольно долгого времени (от 1 до 3 часов) для того, чтобы закончить процесс сгущения, неизбежно разрушило бы натуральные свойства молока и понизило бы питательные качества готового продукта.

С другой стороны, такое сгущение в вакуум-аппарате под уменьшенным давлением и при обычной температуре около 60° Ц и при соответствующем разрежении около 600 *мм* делает возможным поддержание большой разницы в температуре между паром и молоком даже при пользовании насыщенным паром с низкой температурой. Это в свою очередь обеспечивает быструю теплопередачу и, следовательно, быстрое выпаривание при относительно низкой температуре кипения, не подвергая молоко соприкосновению с чрезмерно горячей поверхностью нагрева.

Основной фактор, который обусловливает быстроту выпаривания, заключается в быстроте теплопередачи или, другими словами, в количестве теплоты, отдаваемой паром молоку через квадратный метр поверхности нагрева в единицу времени. Быстрота теплопередачи в свою очередь зависит от разницы в температуре между паром и молоком. Чем больше эта разница в температуре, тем больше тепла передается на единицу поверхности нагрева в час и, следовательно, тем быстрее происходит выпаривание воды, содержащейся в молоке.

Чем выше разрежение или чем ниже давление в вакуум-аппарате, тем ниже температура, при которой кипит молоко. Понижение температуры молока под уменьшенным давлением увеличивает разницу в температуре между паром и молоком, не вызывая необходимости в повышении давления и температуры пара. Эта более широкая разница в температуре вызывает более быструю теплопередачу и увеличивает скорость выпаривания. Отсюда следует, что чем выше разрежение в вакуум-аппарате, тем быстрее выпаривание.

Количество выпаренной воды на 1 кв. м поверхности нагрева в час под атмосферным давлением и при различных степенях разрежения, пользуясь 0,4 *кг* и 0,8 *кг* насыщенного пара, соответственно показано в нижеследующих расчетах. Эти расчеты основаны на величинах теплоты, данных в таблицах 4 и 10.

Количество воды, выпаренной на квадратный метр поверхности нагрева в час

Коэфициент теплопередачи меди 1706 кг калорий на 1 кв. м в 1 час на 1° Ц разницы в температуре

Выпаривание при атмосферном давлении

(Пользуясь насыщенным паром при давлении в 0,4 *кг*)

Расход тепла на выпаривание 1 *кг* воды. (Общая скрытая теплота) . . . = 539,2 кал.
Температура насыщенного пара давления 0,37 *кг* на 1 кв. *см* . . . . . = 109° Ц
Точка кипения молока под атмосферным давлением . . . . . = 100° Ц
Разница в температуре между паром и молоком (109—100) . . . . . = 9° Ц
Теплопередача на 1 кв. *м* в час=9×1 700 . . . . . = 15 300 кал.
Расход воды, выпаренной на 1 кв. *м* в час $\frac{15\,300}{539,4}$ . . . . . = 28,4 *кг*

Выпаривание в вакуум-аппарате, разрежение 611 *мм*

(Пользуясь насыщенным паром при давлении в 0,4 *кг*)

Теплота выпаривания на 1 *кг* воды . . . . . = 562,5 кал.
Температура насыщенного пара давления 0,4 *кг* на 1 кв. *см* . . . . . = 109° Ц
Точка кипения молока при вакууме 611 *мм* . . . . . = 60° Ц

Разница в температуре между паром и молоком . . . . . = 49° Ц
Теплопередача на 1 кв. *м* в час 700×40 . . . . . = 83 300 кал.
Расход воды, выпаренной на 1 кв. *м* в час $\frac{83\,300}{562,5}$ . . . . . = 148 *кг*

Выпаривание в вакуум-аппарате; разрежение 705,8 мм

(Пользуясь насыщенным паром при давлении 0,4 кг)

Расход тепла на выпаривание 1 *кг* воды . . . . . = 573,5 кал.
Температура насыщенного пара давления 0,4 *кг* на 1 кв. *см* . . . . . = 109° Ц
Точка кипения молока при 705,1 *мм* вакуума . . . . . = 40° Ц
Разница в температуре между паром и молоком . . . . . = 69° Ц
Теплопередача на 1 кв. *м* в час 69×1700 . . . . . = 117 300 кал.
Расход воды, выпаренной на 1 кв. *м* в час $\frac{117\,300}{573,5}$ . . . . . = 204,5 *кг*

Выпаривание при атмосферном давлении

(Пользуясь насыщенным паром при давлении 0,8 *кг*)

Расход тепла на выпаривание 1 *кг* воды . . . . . = 539,4 кал.
Температура насыщенного пара давления 0,8 *кг* на 1 кв. *см* . . . . . = 116° Ц
Точка кипения молока при атмосферном давлении . . . . . = 100,0° Ц
Разница в температуре между паром и молоком . . . . . = 16° Ц
Теплопередача на 1 кв. *м* в час 16×1 700 . . . . . = 27 200 кал.
Расход воды, выпаренной на 1 кв. *м* в час $\frac{27\,200}{539,4}$ . . . . . = 50,4 *кг*

Выпаривание в вакуум-аппарате; разрежение 611 мм

(Пользуясь насыщенным паром при давлении 0,8 *кг*)

Расход тепла на выпаривание 1 *кг* воды . . . . . = 562,5 кал.
Температура насыщенного пара давления 0.8 *кг* на 1 $см^2$ . . . . . = 116° Ц
Точка кипения молока при 611 мм в вакууме . . . . . = 60° Ц
Разница в температуре между паром и молоком . . . . . = 56° Ц
Теплопередача на 1 кв. *м* в час 56×1700 . . . . . = 95 200 кал,
Расход воды, выпаренной на 1 кв. *м* в час $\frac{95\,200}{562,5}$ . . . . . = 166,9 *кг*

Выпаривание в вакуум-аппарате, разрежение 705,1 мм

(Пользуясь насыщенным паром при давлении 0,8 *кг*)

Расход тепла на выпаривание 1 *кг* воды . . . . . = 573,5 кал.
Температура насыщенного пара давления 0.8 *кг* на 1 $см^2$ . . . . . = 116° Ц
Точка кипения молока при 705,1 мм вакуума . . . . . = 40° Ц
Разница в температуре между паром и молоком . . . . . = 76° Ц
Теплопередача на 1 кв. *м* в час 76×1 700 . . . . . = 129 200 кал.
Расход воды, выпаренной на 1 кв. *м* в час $\frac{129\,200}{573,5}$ . . . . . = 227,5 *кг*

Таблица 6

Сводка вышеприведенных цифровых данных

Разрежение в вакуум-аппарате в миллиметрах ртутного столба	Температура молока в °Ц	Кг воды, выпаренной на 1 кв. *м* поверхности нагрева в час	
		Давление пара 0,4 *кг*	Давление пара 0,8 *кг*
Атмосферное давление	100	28,4	50
Разрежение 611 *мм*	60	148,0	166,9
Разрежение 705,1 *мм*	40	204,5	227,5

Вышеприведенные цифры показывают, что выпаривание на 1 $м^2$ поверхности нагрева в вакууме происходит гораздо быстрее, нежели под атмосферным давлением и что чем выше разрежение, тем сильнее быстрота выпаривания. Эти цифры также показывают, что быстрота выпаривания в вакуум-аппарате не увеличивается существенно при повышении давления пара, которым пользуются в паровой рубашке и змеевиках.

Влияние сгущения в вакууме на качество молока. Сгущение в вакуум-аппарате делает возможной низкую температуру выпаривания. Это предохраняет молоко от вредного влияния высокой температуры и сохраняет качество молока.

Как уже объяснено в разделе «Влияние вакуума на быстроту выпаривания», выпаривание в промышленном производстве требует быстрой теплопередачи от пара к молоку. Скорость теплопередачи в основном зависит от разницы в температуре между паром и молоком. Чем больше разница в температуре, тем быстрее происходит теплопередача и тем полнее использование тепловой энергии.

Разница в температуре обусловливается температурой молока и пара. Под атмосферным давлением температура кипящей воды бывает около 100° Ц. Для обеспечения достаточно высокой разницы в температуре, для того, чтобы сделать возможной нормально быструю теплопередачу, необходимо пользоваться перегретым паром с высокой температурой и с высоким давлением. Следовательно сгущение молока под атмосферным давлением вызвало бы необходимость продолжительного его кипячения при 100° Ц[1]) и соприкосновение с такой горячей поверхностью нагрева принесло бы вред его качеству. Это изменило бы химические и физические свойства молока и придало бы ему неприятный пригорелый вкус и нежелательный темный цвет. Его качество и товарные свойства были бы сильно попорчены.

Сгущение молока в вакуум-аппарате делает возможным выпаривание при относительно низкой температуре. При обычно поддерживаемом разрежении молоко кипит между 55° и 60° Ц. Такая низкая температура кипения сильно увеличивает разницу в температуре между молоком и паром. Следовательно она дает возможность использования насыщенного пара с низкой температурой и предохраняет молоко от вредного влияния соприкосновения с горячей поверхностью нагрева. Естественный характер молока сохраняется. Состав и свойства составных частей молока не подвергаются изменению. Его вкус, цвет и товарные достоинства остаются нормальными и незатронутыми.

Вакуумметр и его колебания

Отношение вакуума к давлению. Слово вакуум означает пустоту. В работе вакуум-аппарата такого состояния не существует. Что существует, так это давление ниже атмосферного. Следовательно, то, что называется вакуумом, не является пустотой в истинном смысле этого слова, а уменьшенным давлением, которое ниже атмосферного и колеблется приблизительно от нуля до атмосферного давления, составляющего 1,033 *кг* на 1 кв. *см* на уровне моря. Говоря правильно, все что выше нуля—есть давление.

---

[1]) Точка кипения молока несколько выше, чем воды. См. „Влияние плотности молока на показание вакуумметра".

Манометр, показывающий абсолютное давление. Давление измеряется манометром, показывающим абсолютное давление. Показания этого манометра не зависят от барометрического давления или от изменений уровня ртути в чашке с ртутью. Этим манометром давление измеряется в сантиметрах столбика ртути, который оно поддерживает. Абсолютный манометр показывает фактическое давление в вакуум-аппарате, несмотря на колебания в высоте над уровнем моря или в состоянии барометра.

Однако на американских заводах сгущенного молока абсолютное давление не выражается единицами давления, а выражается единицами разрежения. Единицы разрежения можно определить косвенно посредством манометра, показывающего абсолютное давление, вычтя последнее из 760 *мм*, которые составляют высоту столбика ртути, поддерживаемого атмосферой на уровне моря.

Ртутный вакуумметр. Непосредственные показания степени разрежения получаются при помощи ртутного вакуумметра, являющегося общепринятым на американских заводах сгущенного молока. Этот вакуумметр так сконструирован и так установлен, что вакуум измеряется миллиметрами столбика ртути. Этот вакуумметр показывает разницу в давлении между внутренностью вакуум-аппарата и атмосферой — в миллиметрах. При атмосферных условиях, отличающихся от стандартного атмосферного давления на уровне моря, эти показания не отражают истинной или абсолютной пустоты в вакуум-аппарате, потому что они не являются независимыми от высоты над уровнем моря и от прочих атмосферных условий. Следовательно в них надо внести еще иные поправки на атмосферные давления помимо 760 *мм* столбика ртути или 1,033 *кг* на 1 кв. *см*, как показано дальше в этой главе.

Таблица 7

Показание барометра и соответствующие давления на различных высотах над уровнем моря

Показания барометра в *см* столбика ртути	Атмосферное давление в *кг* на кв. *см*	Высота над уровнем моря	Показания барометра в *см* столбика ртути	Атмосферное давление в *кг* на кв. *см*	Высота над уровнем моря в *м*
76,2	1,03	0	59,7	0,81	1 954
75,4	1,03	80	58,4	0,79	2 126
74,9	1,02	134	57,1	0,78	2 302
74,2	1,01	216	55,9	0,76	2 482
73,7	1,00	271	54,6	0,74	2 668
72,9	0,99	354	53 3	0,72	2 855
72,4	0,98	410	50,8	0,69	3 245
71,6	0,97	495	48,3	0,65	3 656
71,1	0,96	552	45,7	0,62	4 088
69,8	0,95	696	43,2	0,58	4 546
68,6	0,93	843	40,6	0,55	5 031
67,3	0,92	993	38,1	0,52	5 548
66,0	0,90	1 145	35,6	0,48	6 095
64 8	0,88	1 301	33.0	0,44	6 672
63,5	0,86	1 459	30,5	0,41	7 280
62,2	0,85	1 621	27,9	0,38	7 919
61,0	0,83	1 786	25,4	—	—

Давление, соответствующее 1 *см* столбика ртути, можно выразить при помощи следующего уравнения:

$$1\ см \text{ столбика ртути} = \frac{1{,}033}{760} = 0{,}0136\ кг \text{ давления.}$$

Для того, чтобы найти абсолютное давление в килограммах на 1 кв *м* необходимо определить абсолютное давление в сантиметрах ртути, что составляет разницу между атмосферным давлением, выражающимся в сантиметрах ртути, и давлением в вакуум-аппарате, выражающимся в сантиметрах вакуума, и затем помножить эту разницу на 0,001.

Пример. Атмосферное давление равно столбику ртути в 762 *мм*, показание вакуумметра 635 *мм* ртути. Чему равняется абсолютное давление в вакуум-аппарате?

Абсолютное давление составляет $(762-635)\times 0{,}001=0{,}127$ *кг* на 1 кв. *см*.

Влияние высоты над уровнем моря на показание столбика ртути вакуумметра. Принятый стандарт для атмосферного давления на уровне моря равняется 760 *мм* столбика ртути. Это соответствует давлению 1,033 *кг* на 1 кв. *см*.

На высотах выше уровня моря атмосферное давление падает, и чем выше высота, тем ниже атмосферное давление и тем меньше поддерживается миллиметров столбиков ртути. Таблица 7 показывает атмосферное давление и дает показания барометра в сантиметрах ртути на высотах, колеблющихся от уровня моря до 7,9 *км* над уровнем моря.

По Кенту (21) отношение высоты над уровнем моря к атмосферному давлению на 1 кв. *см* выражается нижеследующими данными:

Таблица 8

Высота	Давление в *кг* на 1 кв *см* над уровнем моря	Высота	Давление в *кг* на 1 кв *см* над уровнем моря
На уровне моря	1,033	1,6 *км*	0 84
0,4 *км*	0,985	2,0 »	0,80
0,8 »	0,94	2,4 »	0,76
1,2 »	0,89	3,2 »	0,69

С некоторой приближенностью мы можем сказать, что давление понижается на 0,1148 *кг* на кв. *см* на каждые 1000 шт. подъема.

Следовательно, на заводах, расположенных выше уровня моря, столбик ртути вакуумметра покажет меньшее разрежение при данной температуре вакуум-аппарата, чем на уровне моря при одинаковой температуре. Это происходит вследствие изменения разницы в давлении между абсолютным давлением в вакуум-аппарате и атмосферным давлением снаружи. Температура молока и паров в вакуум-аппарате обусловливается абсолютным давлением в последнем. Абсолютное давление в вакуум-аппарате независимо от колебаний атмосферного давления снаружи и не изменяется вместе с ними. Отсюда следует, что разница в давлении между абсолютным давлением в вакуум-аппарате и атмосферным давлением снаружи понижается с повышением высоты. Так как ртутный вакуумметр показывает разрежение в сантиметрах поддерживаемого столбика ртути, то уменьшение разницы давления такое, какое, напр., вызывается более низким атмосферным давлением, вследствие большей высоты над уровнем моря, по необходимости показывает меньше сантиметров вакуума на этом приборе. Следующего примера может быть достаточно для того, чтобы иллюстрировать этот факт.

Пример. Вакуум-аппарат работает при температуре кипения примерно 60° Ц. При этой температуре абсолютное давление в вакуум-аппарате равно 0,196 *кг* на 1 $см^2$. Каково показание ртутного вакуумметра на уровне моря?

Ответ. На уровне моря атмосферное давление равно 10,033 *кг*. Следовательно, разница в давлении составляет 10,033—0,196 = 0,837 *кг*. Эта

разница в давлении соответствует показанию вакуумметра $0{,}837 \times \frac{760}{10{,}033} = 615{,}8$ *см*.

Следовательно, разрежение в вакуум-аппарате, работающем при 60° Ц, как оно показывается ртутным вакуумметром на уровне моря, составляет 615,8 *мм*.

Из примера ясно видно, что при данной температуре количество сантиметров разрежения, регистрируемое ртутным вакуумметром, понижается по мере повышения высоты над уровнем моря, хотя абсолютное давление и абсолютное разрежение в вакуумаппарате остается одинаковыми при одинаковой температуре, как на уровне моря.

Влияние воздуха в вакуум-аппарате на показание ртутного вакуумметра. Отношение разрежения в миллиметрах столбика ртути к абсолютному давлению на квадратных сантиметрах при различных температурах кипения воды показано на таблице 4. Давление в вакууме, соответствующее разрежению, указанному при любой температуре, представляет собою сумму давления находящихся там пара и воздуха. Некоторое количество воздуха всегда находится в вакуум-аппарате вследствие того, что вакуум-насос никогда не бывает эфективен на все 100%, а также вследствие того, что воздух постоянно проникает с поступающим молоком, с водой для охлаждения, поступающей в конденсатор, и через неплотные соединения и арматуру, вследствие большой разницы в давлении между атмосферным давлением снаружи и разрежением внутри вакуум-аппарата.

Абсолютные давления, показанные в таблице 4 для разных температур, представляют собою абсолютное паровое давление насыщенного пара при соответствующих температурах. В практической работе вакуум-аппарата было найдено, что давление, показанное на таблице, всегда несколько ниже (зарегистрированное разрежение несколько выше, чем эквивалент, показанный зарегистрированной температурой пара в вакуум-аппарате. Это происходит вследствие того, что температура пара соответствует только паровому давлению, а не манометрическому давлению, которое представляет собою сумму давления пара и воздуха.

Вышеуказанное несоответствие между абсолютным паровым давлением показанным в таблице 4, и фактическим давлением, показываемым вакуумметром в миллиметрах разрежения, относится только к таким случаям, где учитываемая температура представляет собою температуру парового пространства над молоком, как ее можно определить при помощи термометра с коротким стволом, ртутный шарик которого не доходит до молока.

Температура кипения молока (воды) соответствует общему давлению в вакуум-аппарате, включая таковое как воздуха, так и пара. Поэтому температура молока (воды) бывает несколько выше температуры его (ее) пара. Показание манометра вакуум-аппарата соответствует температуре кипящего молока (воды), а не температуре его (ее) паров. Поэтому необходимо учитывать температуру молока, чтобы согласовать отмеченную температуру и соответствующие показания манометра с отношением температуры и давления, как показано в табл. 4. Для этого надо пользоваться термометром, ртутный шарик которого погружается в молоко.

Влияние плотности молока на показание вакуумметра. Вычисления температур и давлений в вакуум-аппарате в предыдущих параграфах основаны только на воде. Это также верно в отношении цифровых данных в таблице 4.

При сгущении молока фактическое разрежение, как оно учитывается ртутным вакуумметром, очень редко совпадает с разрежением над водой

при одинаковой температуре, как дано в таблице 4. Фактическое разрежение над молоком бывает всегда несколько выше показанной для воды в таблице при одинаковой температуре.

Это происходит вследствие того, что удельный вес молока несколько выше удельного веса воды. Увеличение удельного веса повышает температуру, при которой кипит жидкость. Молоко кипит при более высокой температуре, нежели вода при соответствующем разрежении. Разница в удельном весе между водою и свежим молоком очень мала (1—1,032), поэтому в начале процесса сгущения фактическое разрежение над молоком близко соответствует теоретическому разрежению над водой при одинаковой температуре.

Таблица 9

Точка кипения и соответствующие степени разрежения воды и сгущенного молока с сахаром

Род жидкости	Точка кипения при атмосферном давлении в *а*	Повышение точки кипения по сравнению с точкой кипения воды	Повышение разрежения при сохранении температуры кипения одинаковой	Разрежение во время выпаривания при температуре 60° (*в см*)
Вода	100	0	0	60,48
Свежее молоко	100,15	0,15	0,1244	60,6044
Свежее молоко с сахаром, добавленным из расчета 18 *кг* сахара на 100 *кг* молока	100,5	0,5	0,3792	60,8592
Сгущенное молоко с сахаром с удельным весом 1,3085	100,0	3,0	2,4576	62,9376

Повышение точки кипения на один градус по Цельсию увеличивает разрежение на 7,6 *мм* столбика ртути. Точка кипения молока под атмосферным давлением на уровне моря 100,5° Ц, а воды—100° Ц. Следовательно молоко кипит при несколько более высокой степени разрежения, чем вода. Повышение разрежения составляет $1001{,}5—100 \times 7{,}6 = 1{,}1$ *см*.

Кроме того прибавление к молоку сахара и прогрессивная концентрация увеличивают плотность молока, повышают его точку кипения и вызывают дополнительное повышение в сантиметрах вакуума во время выпаривания при данной температуре. Итак, в то время как при температуре в вакуум-аппарате в 61° Ц вода кипит при разрежении 602 *мм*, сгущенное молоко с сахаром в конце процесса сгущения кипит при такой температуре только тогда, когда разрежение поднимется до 636 *мм*, как показано в таблице 9. Эта таблица показывает также влияние прибавления тростникового или свекловичного сахара к молоку и степень разрежения при данной температуре.

Так как температура паров в вакуум-аппарате всегда соответствует паровому давлению или разрежению и на нее не влияют изменения точки кипения жидкости, то отсюда следует, что термометр с коротким стволом и ртутным шариком, находящимся в пространстве, занятом паром, будет показывать более низкую температуру, чем та, которую имеет молоко, в особенности к концу процесса сгущения. Таким образом в отношении сгущенного молока с сахаром, согласно цифровым данным таблицы 9, температура молока к окончанию работы была бы фактически на 2,9° Ц выше температуры паров. Это подчеркивает необходимость пользоваться термометром с ртутным шариком, погруженным в молоко, если желательно определить точную температуру последнего.

ГЛАВА VI

Описание вакуум-аппарата

Вакуум-аппарат представляет собою герметический котел, в котором под уменьшенным давлением сгущается молоко. К вакуум-аппарату прикрепляется конденсатор для охлаждения и сгущения водяных паров и вакуум-насос для удаления из вакуум-аппарата насыщенного водяными парами воздуха, конденсационной и охлаждающей воды. Вакуум-аппарат делают из меди, железа или стали, внутренняя поверхность которой покрыта стеклянной глазурью. В сущности все вакуум-аппараты, которыми обычно пользуются для сгущения молока, сделаны из меди, хотя за последние годы на некоторых заводах установлены стальные вакуум-аппараты, выложенные внутри стеклом (рис. 16).



Рис. 16. Вакуум-аппарат и конденсатор.

Размеры вакуум-аппаратов. Вакуум-аппараты устраиваются всевозможных размеров. Величина характеризуется диаметром корпуса. Размеры вакуум-аппаратов, широко употребляющихся в САСШ в производстве сгущенного молока, колеблются от 0,91 до 2,13 *м* в диаметре. При диаметре в 0,91 *м* вакуум-аппарата поверхность нагрева выражается приблизительно в 6,96 *м*². Вакуум-аппарат диаметром 2,13 метра имеет поверхность нагрева от 16,71 до 24,14 *м*². Преобладающим размером является вакуум-аппарат диаметром в 2,13 *м* поверхностью нагрева, колеблющейся приблизитесьно от 16,71 до 24,14 *м*² (рис. 17 и 18).

Различные части вакуум-аппарата и их отношение к его выпаривательной способности

Вакуум-аппарат с принадлежностями состоит из четырех главных частей, а именно: нагревательного корпуса, оборудованного паровой рубашкой и змеевиками (одним или несколькими), паровой коробки, помещенной внутри корпуса и пронизанной трубами, по которым циркулирует сгущаемое молоко, колпака, в котором собираются пары, и конденсатора, где они превращаются в воду.

Поверхность нагрева. Величина площади, тип и устройство поверхности нагрева играют наиболее важную роль при определении выпаривательной способности вакуум-аппарата. Выпаривательная способность вакуум-аппарата прямо пропорциональна, во-первых, разница в температуре между паром и молоком, и во-вторых, общей величине площади поверхности нагрева. На нее также существенно влияют скорость, с которой молоко проходит над поверхностью нагрева, скорость прохождения пара через паровую рубашку и змеевики и величина поверхности выпаривания молока. Все эти факторы имеют прямое или косвенное, или же и прямое и косвенное отношение к размеру и устройству поверхности нагрева.

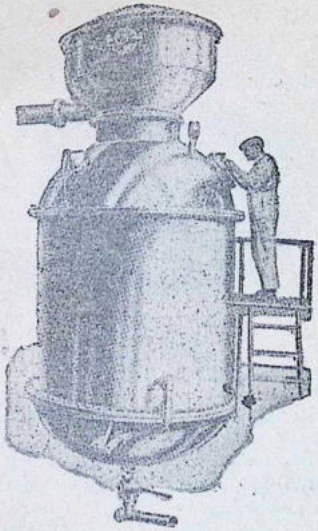


Рис. 17. Вакуум-аппарат и конденсатор.

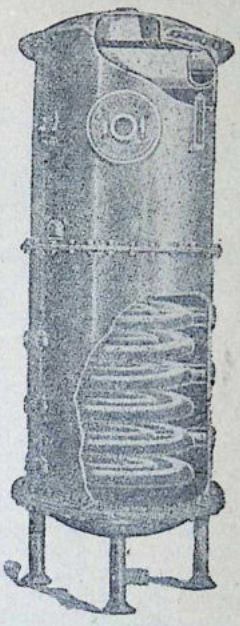


Рис. 18. Вакуум-аппарат и конденсатор.

Влияние разности температур между паром и молоком на выпаривательную способность вакуум-аппарата. Выпаривательная способность вакуум-аппарата повышается с увеличением разницы между температурой молока и пара и относится к ней прямо пропорционально. Чем выше температура пара, действующего на поверхность нагрева, и чем ниже температура, при которой кипит молоко, тем больше теплоотдача от пара к молоку на 1 кв. *м* поверхности нагрева в час.

Как объяснено в предшествующих параграфах, разница между температурой пара и молока в вакуум-аппарате относительно велика вследствие низкой температуры (55° до 60° Ц), при которой кипит молоко под уменьшенным давлением. Однако разница в температуре ограничена, с одной стороны, чувствительностью молока к высоким температурам, что требует применения пара с низким давлением, и с другой сто-

роны, относительной трудностью поддержания в вакуум-аппарате высокого разрежения, влияющего, как известно, на точку кипения молока. Чем выше разрежение в вакуум-аппарате, тем ниже точка кипения молока.

Влияние размера и устройства поверхности нагрева на выпаривательную способность вакуум-аппарата. Чем больше поверхность нагрева, тем больше соприкосновений между молоком и этой поверхностью. Количество тепла, сообщаемого молоку в час, при всех прочих равных условиях, пропорционально площади поверхности нагрева. Поэтому, чем больше поверхность нагрева, тем сильнее выпаривательная способность вакуум-аппарата. Относительно подробностей см. «Влияние сгущения в вакууме на экономичность выпаривания» в главе V.

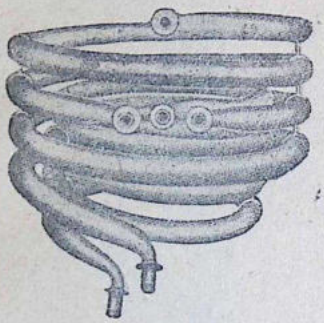


Рис. 19.

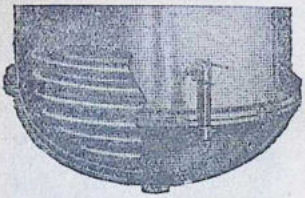


Рис. 20.

Змеевики корзиночного типа.

Поверхность нагрева оборудована или паровой рубашкой, или рядом паровых змеевиков, или и тем и другим (см. рис. 19 и 20). Кроме того поверхность нагрева может представлять систему проходящих через паровую коробку труб, по которым циркулирует подогреваемое молоко.

Паровой рубашкой называется пространство, заключенное между двойными стенками нижней части вакуум-аппарата; ее внутренняя стенка из меди, а наружная стенка из чугуна или меди. Она обыкновенно бывает выпуклой формы, напоминающей тарелку, причем у разных типов вакуум-аппаратов эта выпуклость колеблется от нескольких сантиметров и до радиуса корпуса вакуум-аппарата. Паровая рубашка имеет два входных отверстия для пара и одно или два выходных отверстия для конденсационной воды. В самой низкой точке дна имеется отверстие от пяти до десяти сантимет ов в диаметре для выпуска сгущенного молока. К этому отверстию приделан короткий патрубок того же диаметра, снабженный 2 кранами, находящимися на небольшом друг от друга расстоянии. При наличии этого приспособления представляется возможность брать образцы сгущенного молока во время работы вакуум-аппарата.

У некоторых вакуум-аппаратов более поздних конструкций паровая рубашка совершенно отсутствует, а нижняя часть вакуум-аппарата делается в одну стенку, имеющей или слегка вогнутую или несколько выпуклую форму в целях наилучшего сопротивления разности давлений

внешнего и внутреннего. В таких вакуум-аппаратах поверхность нагрева образована одними змеевиками.

Змеевики расположены в нижней части вакуум-аппарата. Большинство вакуум-аппаратов имеет два змеевика или более с входными отверстиями для пара и выходными отверстиями для конденсационной воды, проходящими через стенку вакуум-аппарата.

Так как пар следует пускать в змеевики только тогда, когда они покрыты молоком, последние должны быть расположены ниже уровня, до которого молоко нормально доходит в вакуум-аппарате.

В вакуум-аппаратах с выпуклым нижним дном или паровой рубашкой змеевики обычно имеют «корзиночную» форму, доходя до самой нижней части дна. В вакуум-аппаратах с менее выпуклым дном с паровой рубашкой или без паровой рубашки верхние змеевики расположены дальше вверх в корпус аппарата, и уровень кипящего молока доходит выше. В таких вакуум-аппаратах опасность потерь вследствие выбрасывания избегается благодаря более высокой конструкции корпуса.

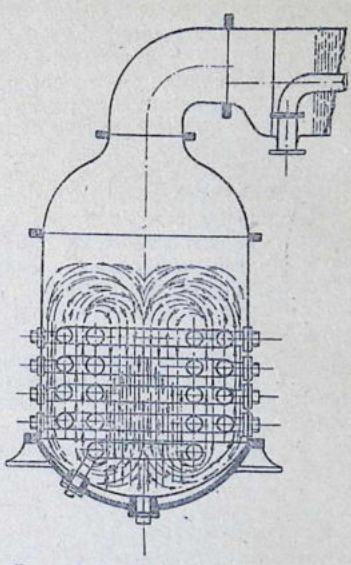


Рис. 21. Противотоки молока в вакуум-аппарате, снабженном паровой рубашкой и змеевиками.

Влияние скорости циркуляции молока над поверхностью нагрева на выпаривательную способность вакуум-аппарата. На эффективность поверхности нагрева или, другими словами, на ее способность передавать теплоту молоку существенно влияет быстрота, с которой над нею проходит молоко. Чем больше скорость, с которой оно циркулирует, тем быстрее происходит теплопередача от пара к молоку. Согласно опытам Сэра и Джоуля (18), эта дополнительная теплопередача в результате циркуляции молока приблизительно пропорциональна кубическому корню из увеличения скорости, с которой течет молоко (рис. 21).

Побудительная причина явления циркуляции молока в вакуум-аппарате заключается в том влиянии, которое оказывают нагревание и охлаждение на удельный вес продукта. Молоко, приходящее в соприкосновение с поверхностью нагрева, становится более горячим и, следовательно, более легким, чем остальное молоко в вакуум-аппарате. Меньший удельный вес этого молока заставляет его подниматься вверх. Когда оно достигает парового пространства, оно быстро охлаждается вследствие выпаривания из него воды. При этом оно делается тяжелее и опускается в нижнюю часть вакуум-аппарата, где оно опять нагревается, становится легче и вновь подымается наверх, непрерывно циркулируя таким образом со дна кверху и обратно.

Скорость циркуляции молока над поверхностью нагрева обусловливается разницей между температурой поверхности нагрева и молока, степенью концентрации молока и устройством поверхности нагрева.

Чем больше разность между температурой поверхности нагрева и молока, тем больше разница в удельном весе молока, соприкасающегося с поверхностью нагрева и остального молока. Поэтому, чем меньше удельный вес подогретого молока, тем быстрее будет оно подниматься вверх.

Чем жиже молоко, тем тоньше будет пленка, которая приходит в соприкосновение с поверхностью нагрева, тем скорее оно будет нагреваться и тем быстрее его будут замещать другие частицы молока. В начальной стадии процесса сгущения, когда молоко бывает относительно жидким и более подвижным, оно проходит над поверхностью нагрева с большей быстротой, чем к концу процесса, когда молоко становится более густым и более вязким. Это служит дополнительной причиной более интенсивного выпаривания вначале, чем в конце процесса сгущения.

На скорость циркуляции молока в вакуум-аппарате весьма существенно влияет относительное отсутствие противотоков. Скорость бывает наибольшей тогда, когда движение молока постоянно происходит только в одном направлении; противотоки мешают циркуляции и замедляют ее. Поэтому важно такое устройство поверхности нагрева в вакуум-аппарате, которое бы насколько возможно устраняло появление противотоков.

В вакуум-аппаратах, имеющих паровую рубашку и змеевики, распределение поверхности нагрева имеет такой характер, который препятствует молоку циркулировать только в одном направлении. Паровая рубашка побуждает молоко выбрасываться вверх в центре, тогда как змеевики заставляют его подниматься близ стенки вакуум-аппарата и затем переходить сверху к центру, откуда спускаться вниз. Такое положение конечно не дает возможности развиться максимальной скорости циркуляции.

С другой стороны, в вакуум-аппаратах, не имеющих паровой рубашки, где дно является преимущественно выпуклым, противотоки в значительной степени исключаются, молоко циркулирует в одном направлении: поднимается от нагрева змеевиков около стенок вакуум-аппарата, переходит через верхние змеевики к центру, и, не встречая препятствий со стороны возникающих от змеевика противотоков, по центральной части возвращается на дно вакуум-аппарата, где теплота змеевиков вновь подымает его и заставляет переливаться вниз. Циркуляция молока здесь настолько энергична, что проходящая теплопередача существенно усиливает быстроту выпаривания молока. Хотя в вакуум-аппаратах упомянутой конструкции противотоки и отсутствуют, циркуляция молока может быть еще усилена путем установки в центре вакуум-аппарата специальной трубы, через которую движение молока будет направляться вниз. При этой трубе совершенно устраняются малейшие противотоки, и ничто уже не задерживает потока жидкости, непрерывно идущего только в одном направлении.

Влияние скорости движения пара в паровой рубашке и змеевиках на выпаривательную способность вакуум-аппарата. Быстро движущийся пар передает больше теплоты, чем медленно движущийся пар или пар, находящийся в состоянии покоя. Причина этого заключается в том, что, чем большее количество молекул пара ударяется о поверхность нагрева, тем больше теплоты передается от пара к поверхности нагрева.

Молекулы пара, ударяясь о поверхность нагрева, утрачивают при этом часть своей энергии. Теплопередача бывает наибольшей там, где наибольшее количество новых молекул пара постоянно достигают поверхности нагрева. Быстро движущийся пар доставляет больше свежих

молекул на одну и ту же площадь поверхности нагрева, чем медленно движущийся пар.

По этой причине теплопередача бывает наибольшей на тех участках поверхности нагрева, которые расположены вблизи от входа пара в паровую рубашку или змеевики. Теплопередача уменьшается по мере продвижения пара от его входа в вакуум-аппарат и является наименьшей у выхода его из вакуум-аппарата. Это положение легко проверить во время работы вакуум-аппарата. Молоко кипит сильнее всего у тех участков поверхности нагрева, которые находятся в непосредственной близости от входа пара в вакуум-аппарат; по мере же удаления их от последнего кипение молока постепенно ослабевает и в случаях большой длины паровых змеевиков совершенно прекращается у конца последних.

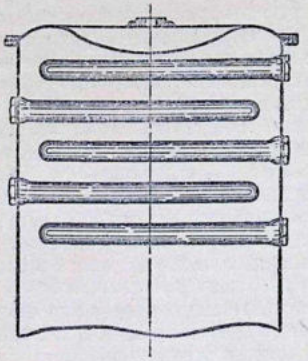




Рис. 22. Короткие секционные змеевики. Рис. 23.

Чем больше пространство, в которое поступает пар, тем медленнее его движение и тем меньше от него теплопередача. Длинные, широкие змеевики менее эффективны, чем короткие и узкие. Теплопередача увеличивается с уменьшением длины и диаметра змеевика. Так как наибольшее количество теплоты передается паром у его входа в вакуум-аппарат, то змеевик наиболее эффективным является в начале и наименее эффективным у конца. Чем меньше диаметр змеевика, тем больше тех молекул пара, которые приходят в соприкосновение со стенками змеевика. Гаусбранд (19) полагает, что при обычных условиях увеличение теплопередачи приблизительно обратно пропорционально квадратному корню уменьшения диаметра и укорочению длины змеевиков.

Следовательно, несколько коротких змеевиков с одним оборотом или даже полуоборотом и с самостоятельными кранами для впуска пара и его выпуска дают более эффективную теплопередачу, чем один или два длинных змеевика. Далее, присутствие в змеевиках конденсационной воды мешает эффективности теплопередачи пара, так как пленка воды, покрывающая внутренние стенки змеевика, действует в качестве изолятора (рис. 22 и 23). Чем быстрее и полнее удаление конденсационной воды, тем эффективнее теплопередача. Короткие, слегка наклонные змеевики ускоряют быстрое и полное удаление конденсационной воды. Такие змеевики также ускоряют удаление неконденсируемых газов и воздуха,

которые, если имеются, препятствуют свободному проходу пара и задерживают теплопередачу.

Применение в вакуум-аппарате системы отдельных коротких змеевиков («секций»), расположенных друг над другом и имеющих самостоятельный впуск и выпуск пара (рис. 24), представляет в отношении использования поверхности нагрева те преимущества, что облегчает сгущение небольших партий молока и дает возможность употребления части поверхности нагрева. Пар может быть пущен в самые нижние секции почти непосредственно вслед за наполнением вакуум-аппарата молоком, а работу нижних змеевиков можно продолжать практически до конца процесса, при таком положении исключается опасность пригорания молока к змеевикам, выступающим над поверхностью молока.

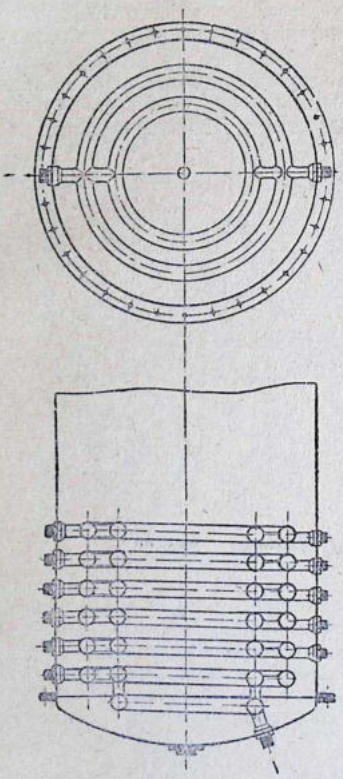


Рис. 24. Змеевики с одним только полуоборотом.

Короткие змеевики с большим входным отверстием для пара идеально приспособлены, в особенности для экономичного использования мятого пара, так как они представляют возможность одновременно пользоваться большими количествами пара. Лучшее распределение теплоты во всей массе молока может быть достигнуто таким устройством змеевиков, при котором впуск в них пара производится равномерно по всей периферии вакуум-аппарата.

Следовательно, короткие змеевики с самостоятельными входными и выходными отверстиями для пара имеют определенное преимущество над змеевиком длинного типа в отношении быстроты и количества передаваемого тепла, выпаривательной способности вакуум-аппарата и экономичности его работы.

Паровая рубашка менее эффективна в отношении теплопередачи, чем паровой змеевик. Как только в змеевик поступает в пар, он ограничивается узким пространством и направляется через него, создавая максимальное соприкосновение между паром и поверхностью нагрева. В отношении паровой рубашки дело обстоит не так. Как только пар поступает в паровую рубашку, он распространяется по всему пространству. Он вступает в непосредственное соприкосновение со сравнительно небольшой площадью поверхности нагрева, причем последняя находится только с одной стороны пара, и он расстилается и дости-

гает выходного отверстия самым коротким путем. Паровая рубашка с двумя или более входными отверстиями для пара более эффективна, чем с одним.

Влияние испарительной поверхности молока на выпаривательную способность вакуум-аппарата. Чем больше поверхность испарения, тем быстрее происходит само испарение. Поверхность испарения в свою очередь зависит от поперечных размеров вакуум-аппарата и характера кипения молока.

Чем больше, при всех прочих равных условиях, диаметр вакуум-аппарата, тем больше поверхность испарения. Этот вывод основан на том общем мнении, что испарение в широком и коротком вакуум-аппарате происходит быстрее, чем в узком и длинном, имеющем одинаковую с первым поверхностность нагрева. Но это не является правильным по следующим соображениям.

В длинных узких вакуум-аппаратах общая масса молока значительно больше. Для того, чтобы обеспечить желательную поверхность нагрева, необходимо установить большее количество змеевиков один над другим, что дает поверхность нагрева, удлиненную в вертикальном направлении. Частицы молока, проходя из нижних его слоев в верхние, получают при таком устройстве поверхности нагрева больше теплоты и становятся более горячими и легкими. Это обстоятельство сообщает им повышенную скорость движения вверх. Эта увеличившаяся скорость циркуляции влечет за собой более быструю теплопередачу, что в свою очередь ускоряет быстроту выпаривания.

При увеличенной скорости движения молока в вакуум-аппарате происходит быстрое выбрасывание его вверх в паровое пространство, и, следовательно, падение его обратно с большей высоты, что увеличивает поверхность испарения молока. Увеличивающаяся таким образом поверхность испарения компенсирует влияние относительно небольшого диаметра длинного и узкого вакуум-аппарата по сравнению с поверхностью испарения в коротком и широком и скорость выпаривания в первом аппарате бывает по меньшей мере столь же велика, если даже несколько не больше, чем в коротком широком вакуум-аппарате.

Паровое пространство. Над паровой рубашкой вакуум-аппарата возвышается его главный корпус, условно называемый сокращенно «паровым пространством». Вот здесь-то содержащаяся в кипящем молоке вода и превращается в пар. Корпус большинства вакуум-аппаратов имеет цилиндрическую форму и он должен иметь достаточную высоту во избежание потерь молока при разбрызгивании его во время кипения. Точная высота должна неизбежно колебаться в зависимости от устройства змеевиков. Чем выше расположен последний змеевик, тем больше должна быть высота парового пространства. С наружной части вакуум-аппарата к паровому пространству подводится трубопровод, по которому происходит снабжение змеевиков паром.

Через второй трубопровод засасывается молоко. Непосредственно снаружи вакуум-аппарата эта труба снабжена краном, который регулирует поступление молока. Размер молочного трубопровода и крана обусловливается емкостью вакуум-аппарата; обычно он бывает от 50 до 75 *мм* в диаметре. Внутри вакуум-аппарата труба для молока должна быть повернута вниз. Если это условие не выполнено, то молоко будет с повышенной силой разбрызгиваться над его уровнем в вакуум-аппарате и будет происходить его утечка через конденсатор. Во избежание этого явления входное отверстие для молока может быть вделано в стенку

вакуум-аппарата в направлении касательной, как показано на рис. 25 и 26. Благодаря такому устройству молоко принимает спиральное движение, как только оно туда попадает. Это движение усиливает теплопередачу и, следовательно, увеличивает быстроту выпаривания.

В нижней части парового пространства имеется кран для взятия пробы сгущенного молока во время действия вакуум-аппарата. По степени густоты пробы судят о готовности продукта.

Колпаком называется верхняя часть вакуум-аппарата. Он имеет большой, герметически закрывающийся люк, термометр, вакуумметр, наблюдательные стекла с лампочками, воздушный кран. У некоторых вакуум-аппаратов позднейшей конструкции здесь помещен конденсатор. Люк для чистки аппарата закрывается массивной латунной крышкой с хорошо пригнанным, имеющим шлифованную поверхность фланцем. В колпаке имеется наблюдательное стекло, через которое работник следит за кипением молока в вакуум-аппарате. Ствол термометра заключен в латунный футляр-сетку и доходит почти до дна вакуум-аппарата. Некоторые предпочитают короткий термометр, который показывает температуру паров вместо температуры молока. Вакуумметр связан с внутренностью вакуум-аппарата и показывает миллиметры разрежения. Вместо вакуумметра можно пользоваться столбиком ртути. В задней части колпака имеются два наблюдательных стекла. Через них внутренность вакуум-аппарата освещается посредством соответствующих лампочек.

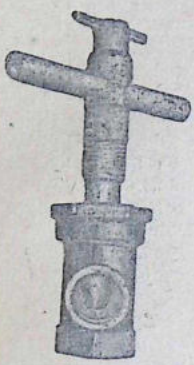


Рис. 25. Игольчатый кран (клапан) Кендаля для впуска молока.

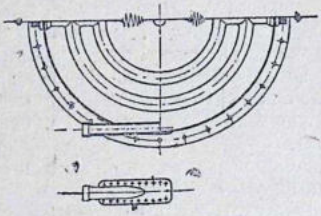


Рис. 26. Входное отверстие для молока, расположенное в направлении касательной.

Другие типы вакуум-аппаратов

Быстродействующие вакуум-аппараты. Эти вакуум-аппараты отличаются от обыкновенного, описанного в предыдущих параграфах, главным образом устройством поверхности нагрева и парового пространства.

Они не имеют ни паровой рубашки, ни змеевиков. Нижняя часть вакуум-аппарата состоит из ряда прямых труб, заключенных в паровую коробку. Эти трубы открыты с обоих концов. Уровень молока в покое поднимается не на всю их длину. Пар, окружающий трубы, заставляет молоко кипеть, частично превращаться в пар и с большой скоростью подниматься вверх по нагретым паром трубам. Молоко возвращается обратно или по другим трубам этой же трубчатой системы или через специальную камеру. Молоко циркулирует непрерывно.

При относительно малом диаметре упомянутых труб молоко проходит по поверхности нагрева с огромной скоростью и благодаря этому обеспечивается непрерывное соприкосновение большой поверхности молока с поверхностью нагрева. Это в свою очередь делает возможной весьма

быструю теплопередачу, повышает скорость выпаривания, а также усиливает эфективность использования отработанного пара.

В виде примера быстродействующих вакуум-аппаратов, сконструированных по этому принципу, можно привести вакуум-аппарат Скотта, быстродействующий вакуум-аппарат Буфловека и быстродействующий вакуум-аппарат Германа Штайера.

Вакуум-аппарат Скотта (рис. 27) представляет собою прямостоящий вакуум-аппарат. Поверхность нагрева состоит из множества прямых вертикальных трубок 2 диаметров: 51 *мм* и 102 *мм*, в которых циркулирует молоко. Одни из труб, имеющие диаметр в 51 *мм*, нагреваются паром и предназначены для кипения. В них молоко поднимается, отделяет водяные пары и, до некоторой степени сгущаясь, перебрасывается через верхний горизонтальный лист и опускается вниз по другим трубам диаметром в 102 *мм*. Затем молоко вновь подымается по трубам в 51 *мм* и т. д. Эти вертикальные трубы расширяются наверху и у дна в виде отдельных камер. В нижней камере собирается известная часть сгущенного молока, верхняя носит название парового пространства. Пар в средней камере полностью окружает нагревательные трубки, через которые проходит молоко и в которых он конденсируется. Под нижним горизонтальным листом находится нижняя камера, в которой содержится молоко во время сгущения. Над верхним горизонтальным листом находится пространство для пара в форме высокого цилиндра, которое предоставляет много места для отделения пара, подымающегося от сгущаемого молока.

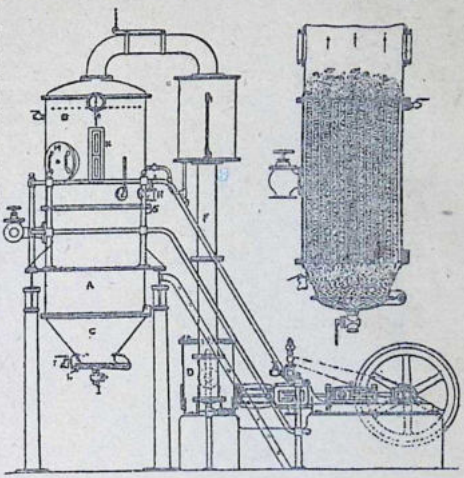


Рис. 27. Комплект вакуум-аппаратуры Скотта для производства сгущенного молока. *A*—система нагревания молока; *B*—камера для отделения паров; *C*—дно вакуум-аппарата; *D*—вакуум-насос; *E*—паровая машина; *F*—труба для вывода паров; *G*—вентиль для впуска пара; *H*—кран для впуска молока; *I*—кран для выпуска молока; *J*—кран для взятия пробы; *K*—наблюдательное стекло; *L* и *M*—люки для чистки вакуум-аппарата.

Во время работы молоко находится внутри труб, но сообщается с молоком в нижней камере и с некоторым количеством молока, которое покрывает горизонтальный лист у верхнего конца труб. Между этими двумя пунктами поддерживается непрерывная энергичная циркуляция молока, и оно с большой скоростью проходит по трубам, подымаясь вверх по трубам меньшего размера или нагревательным и возвращаясь вниз по более крупным или циркуляционным трубам. Каждый такой кругооборот снизу вверх и обратно занимает только часть секунды. Дно вакуум-аппарата укреплено на петлях. Это делает трубки легко доступными для чистки.

Быстродействующий вакуум-аппарат Буфловэк. Этот аппарат был нконструирован и построен Буффальской литейной и машиностроительной компанией в г. Буффало в штате Нью-Йорк. Он состоит главным образом из парового пространства, системы заключенных в паровой коробке наклонных прямых труб, в которых происходит нагревание молока и его восходящее движение, и одной наклонной трубы большего диаметра для нисходящего движения сгущенного молока (рис. 28 и 29).

Паровое пространство представляет собою вертикальный полый цилиндр, сообщающийся в верхней своей части посредством трубопровода с конденсатором. Внизу к паровому пространству, имеющему цилиндрическую форму, присоединены паровые коробки с системой паровых труб

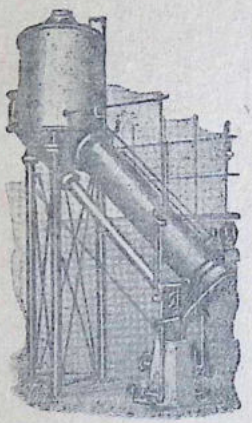


Рис. 28.

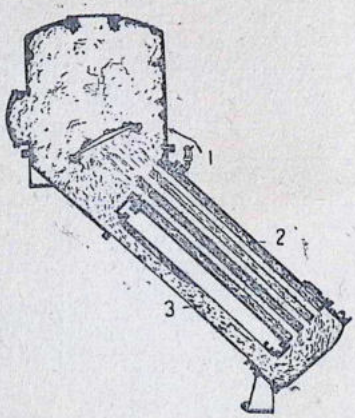


Рис. 29.

Быстродействующий вакуум-аппарат системы Буфловэк. *1*—камера для паров; *2*—паровая коробка; *3*—спускная трубка для молока.

и упомянутая большая труба для отвода сгущенного молока вниз. Она снабжена ребристым металлическим листом под соответствующим углом, для того чтобы отклонять брызги молока. Паровое пространство имеет люк для того, чтобы через него можно было вынимать для чистки ребристый металлический лист, наблюдательные стекла и кран для впуска воздуха.

Нагревательный корпус установлен наклонно. Его верхний конец прикреплен к испарительному корпусу, а нижний конец заканчивается в камере, где собирается сгущающееся молоко. Внутри он имеет ряд трубок для молока с диаметром от 2,5 до 5 *см*, которые соединяют камеру для жидкости на дне с испарительным корпусом. Он имеет входное и выходное отверстия для пара.

Спуск для молока представляет собою большую трубу, помещающуюся совершенно отдельно от нагревательного корпуса, но идущую параллельно ему и расположенную у его нижней стороны. Подобно нагрева-

тельному корпусу труба для отвода молока вниз сообщается своим верхним концом с дном испарительного корпуса, своим нижним концом — с расширением нагревательного корпуса или камерой для жидкости. Ее назначение состоит в том, чтобы возвращать молоко из испарительного корпуса в камеру для жидкости.

Расширение нагревательного корпуса или камеры для жидкости расположено в нижней части нагревательного корпуса и трубы для отвода вниз молока. Оно снабжено входным отверстием для молока и выходным отверстием для сгущенного молока, манометром для жидкости и термометром. Его дно состоит из дверки на петлях, что позволяет легко производить чистку труб для молока и отводной трубы.

Во время работы быстродействующего вакуум-аппарата Буфловэка молоко поступает в камеру для жидкости в точке близ верха расширения нагревательного корпуса. Оно циркулирует вверх по внутренней части нагреваемых паром труб, причем кипение и образование паров заставляют его с большей скоростью ударяться о задерживающую пластинку в испарительном корпусе. Ударяясь об эту пластинку, пары и брызги молока разделяются. Молоко отклоняется и течет вниз по отводной трубе в камеру для жидкости, где оно и циркулирует вновь. Освобожденные пары свободны для того, чтобы расширяться в испарительном корпусе и улетучиваться через верх в конденсатор.

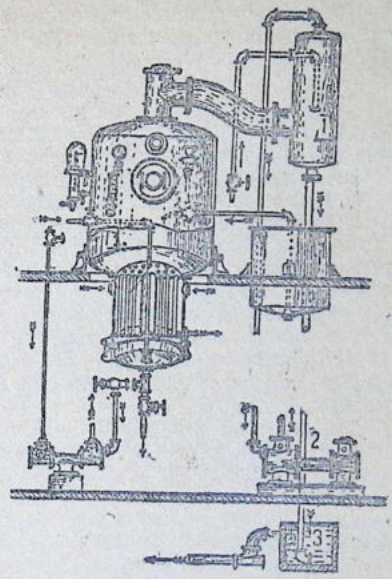


Рис. 30. Быстродействующий вакуум-аппарат системы Германа Штайера.

Быстродействующий вакуум-аппарат Германа Штайера. Принцип устройства этого вакуум-аппарата сходен с аппаратом Скотта. Этот вакуум-аппарат вертикального типа. Здесь диаметр нагревательного корпуса значительно меньше диаметра испарительного корпуса. Нагревательный корпус содержит трубы для нагревания молока, а в центре имеется труба более крупного размера для спуска молока. Все трубы открыты с обоих концов. Они сообщаются верхним концом с испарительным корпусом, который здесь называется камерой кипения, и своим нижним концом с нижней камерой. Центральная труба служит в процессе циркуляции для отвода вниз сгустившегося молока в имеющуюся под паровой коробкой сборную камеру.

Молоко поступает в испарительный корпус и заполняет трубы. Когда нагревательный корпус пускают пар, оно начинает кипеть в трубах меньшего размера или нагревательных и подымается в испарительный корпус, откуда оно и возвращается через центральную трубу на дно

нагревательного корпуса, чтобы опять подняться по маленьким трубам, создавая непрерывную и быструю циркуляцию. Трубы доступны для чистки через люк в испарительном корпусе и через прикрепленное на петлях дно (рис. 30).

Этот вакуум-аппарат имеет также барометрический конденсатор. Последний (*7*) снабжен вертикальной трубкой для разбрызгивания, через которую охлаждающая вода рассеивается в пары, выходящие из вакуум-аппарата. Охлаждающая вода и сгущенные пары улетучиваются через выходную трубу, которая заканчивается цистерной (*3*), из которой излишки стекают в канализацию или иное место. Несгущаемые пары удаляются при помощи сухого вакуум-насоса (*2*).

Конденсатор

Назначение конденсатора. Конденсатор представляет собою часть оборудования, которая имеет существенное значение для выпаривания под уменьшенным давлением. В нем происходит охлаждение и превращение в жидкое состояние водяных паров, образовавшихся в вакуум-аппарате. Конденсация пара имеет целью образование вакуума (разрежение), появляющегося благодаря разности объемов пара и его конденсатора. Вакуумный насос, непрерывно удаляя конденсационную воду, тем самым поддерживает вакуум. Конденсация паров достигается отнятием от него скрытой теплоты парообразования. Это делается посредством приведения паров в соприкосновение с холодными поверхностями или энергичным перемешиванием их со струями холодной воды. Первый способ требует применения поверхностного конденсатора, а второй—конденсатора вспрыскивающего.

Поверхностный конденсатор обыкновенно состоит из цилиндра, внутри которого находится система труб, установленных на приемнике. Охлаждающая вода омывает снаружи трубчатую систему, а пары проходят через трубы. Последние, приходя в соприкосновение со стенками труб, охлаждаются и сгущаются, и конденсационная вода стекает в приемник. Приемник обыкновенно бывает оборудован соответствующими кранами для облегчения удаления воды без вмешательства в работу вакуум-аппарата и не задерживая его.

Главное преимущество поверхностного конденсатора заключается в том, что в нем не происходит смешивания охлаждающей воды с конденсатором. Это дает возможность точно определить количество выпаренной воды и использовать эту воду отдельно от охлаждающей воды. Поверхностный конденсатор имеет относительно малую пропускную способность и использует воду для охлаждения не так экономично, как конденсаторы других систем. Там, где приходится иметь дело с большими количествами паров, которые не имеют большой ценности, как пары на заводе сгущенного молока, поверхностный конденсатор мало пригоден; фактически им не пользуются в производстве сгущенного молока.

Вспрыскивающие конденсаторы встречаются двух типов, а именно: барометрический вспрыскивающий конденсатор и вакуумный вспрыскивающий конденсатор. В обоих типах пары конденсируются путем энергичного их перемешивания со струями холодной воды, причем охлаждающая вода и вода, получившаяся от конденсации пара, удаляется из конденсатора вместе.

Барометрический вспрыскивающий конденсатор связан со специальной воздухонепроницаемой цистерной в земле, куда и вы-

пускает свою воду. Конденсатор помещен таким образом, что его выходное отверстие для воды расположено приблизительно на 10,7 метра выше уровня воды цистерны, в которой оканчивается выпускная труба конденсатора. Высота конденсатора зависит от высоты над уровнем моря или, другими словами, от барометрического давления в местности, где расположен завод. Чем ниже высота над уровнем моря и, следовательно, чем выше атмосферное давление, тем выше необходимо располагать конденсатор над цистерной. На уровне моря атмосферное давление уравновешивается водяным столбом высотою около 10,4 *м*.

Водяной столб сохраняет вакуум и позволяет воде, выпускаемой из конденсатора, автоматически стекать. Принято устраивать цистерну емкостью приблизительно на одну треть больше емкости всей отводной трубы. Цистерна оборудована гидравлическим затвором особой конструкции. Когда вакуум-аппарат находится в действии, уровень столба воды остается постоянным, и излишек воды выливается из цистерны. Так как при использовании барометрического конденсатора вода из него удаляется не насосом, то в данном случае требуется установка так называемого «сухого воздушного» насоса для удаления воздуха и неконденсирующихся газов.

Этот насос присоединяется трубопроводом к верхней части конденсатора. Это имеет преимущество, так как обеспечивает весьма эффективное удаление воздуха. Температура воздуха в этом пункте бывает самой низкой вследствие того, что он находится в прямом и самом тесном соприкосновении с водой для охлаждения.

С другой стороны, пользование барометрическим конденсатором вызывает необходимость установки вакуум-аппарата и конденсатора на большом возвышении для того, чтобы обеспечить необходимый сток воды, выливающейся автоматически из цистерны. Такое устройство не всегда практично при обычных заводских условиях.

Мокрый вакуумный вспрыскивающий конденсатор является наиболее распространенным на заводах сгущенного молока. Он отличается от барометрического конденсатора главным образом тем, что при его применении отпадает необходимость иметь водяной столб и цистерну, так как вся вода, воздух и прочие неконденсирующиеся газы удаляются насосом, которым и заканчивается конденсационная система.

Типы вспрыскивающих конденсаторов. Вспрыскивающий конденсатор состоит из большого металлического вертикального или горизонтального цилиндра, снабженного необходимыми приспособлениями для энергичного перемешивания насыщенного водяными парами воздуха со струями холодной воды. Внутреннее их устройство у различных систем бывает различным.

Максимальная эфективность конденсатора достигается такой конструкцией, которая дает максимальную водную поверхность и наиболее продолжительное соприкосновение с паром. Это создает наилучшую теплоотдачу и наиболее экономичное использование воды.

Скорость движения подлежащего конденсации пара в конденсаторе уменьшается по мере удаления пара от входного отверстия в конденсаторе и приближается к нулю у выходного отверстия. Вследствие этого нет надобности в том, чтобы диаметр цилиндра конденсатора был больше, чем диаметр патрубка, соединяющего конденсатор с вакуум-аппаратом, при условии, что этот патрубок имеет соответствующие размеры и конденсатор правильно сконструирован. Многие находящиеся в обращении

конденсаторы имеют больший диаметр, чем требуется для максимальной эфективности. Конденсаторы на заводах сгущенного молока обыкновенно делаются из меди. В то время как желательно иметь медный вакуум-аппарат, нет оснований для того, чтобы конденсатор был также сделан из столь дорогого металла, как медь. Так как молоко не приходит в непосредственное соприкосновение с конденсатором, расположенным вне вакуум-аппарата, менее дорогие металлы, как, напр., сталь, отвечают цели с таким же успехом.

Горизонтальный вспрыскивающий конденсатор бывает обычно снабжен трубкой с отверстиями для разбрызгивания, расположенной по длине цилиндра. Подвод воды в эту трубку делается на ближнем к вакуум-аппарату конце конденсатора, а выходное отверстие для отвода воды из конденсатора устраивается в конце последнего. Для максимальной эфективности вспрыскивающая трубка должна быть расположена в верхней части цилиндра. Это увеличивает силу, с которой брызги, выходящие из отверстий на верхней стороне трубки, ударяются о верх цилиндра и способствует дальнейшему распылению воды, увеличивая тем самым ее общую поверхность соприкосновения с парами (рис. 31).

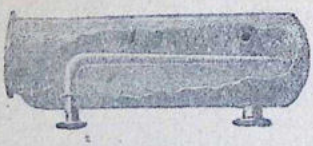


Рис. 31. Горизонтальный вспрыскивающий конденсатор.

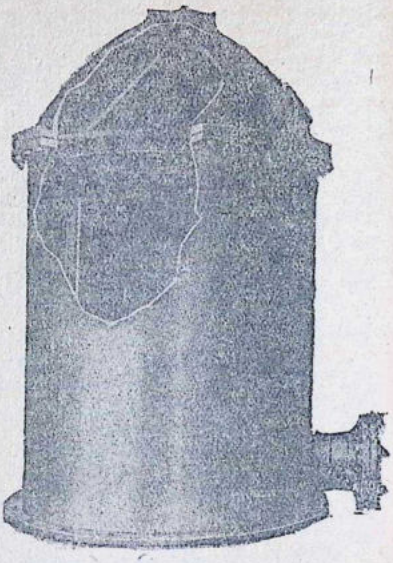


Рис. 32. Вертикальный вспрыскивающий конденсатор.

В вертикальном вспрыскивающем конденсаторе цилиндр конденсатора помещается сбоку или наверху вакуум-аппарата. В некоторых вертикальных конденсаторах вспрыскивающая трубка располагается по оси цилиндра. Вода в эту трубку подводится обыкновенно сверху, а отводится через отверстие внизу конденсатора. Пары из вакуум-аппарата поступают в конденсатор через боковую стенку верхней части конденсатора (рис. 32).

Один тип вертикального конденсатора, широко применяемый на американских заводах сгущенного молока, состоит из двойной изолированной трубки для паров, находящейся в верхней части вакуум-аппарата. Эта изолированная трубка окружена камерой для распыления и сообщается с нею. Эта камера заканчивается вверху металлической пластинкой с целым рядом отверстий, которые имеются сбоку близ дна камеры. Дно

камеры соединяется с вакуум-насосом, делая возможным всасывание и давая выход конденсированным парам, охлаждающей воде и воздуху. Вода для охлаждения поступает сверху конденсатора. Тотчас же под входным отверстием для воды она ударяется о металлический конус, который равномерно распределяет ее по пластинке с отверстиями для разбрызгивания. Пар из молока подымается в паровую трубку и втягивается через нее в окружающую ее распылительную камеру, где он сгущается брызгами воды, выходящей из пластинки с отверстиями для разбрызгивания, находящимися наверху распылительной камеры. По мере того, как вода поступает самотеком через эти отверстия, брызги распределяются равномерно и непрерывно; равномерность распределения не зависит от количества воды, которой пользуются, и не требуется давления воды на конденсатор. Всегда образуется пелена брызг, через которые должны пройти пары, несмотря на количество потребляемой воды,— факт, который способствует эфективному ее использованию и быстрой и полной конденсации паров. Люки с крышками достаточных размеров для чистки расположены наверху распылительной пластинки, для того чтобы облегчить работу.

В другом типе вертикального вспрыскивающего конденсатора изолированная трубка для паров, находящаяся в центре, окружена более широкой распылительной камерой и вспрыскивание воды начинается близ дна камеры из отверстий, расположенных по окружности. Отверстия так расположены, что брызги направляются косо вверх и наружу. Как только они ударяются о периферию конденсатора, они отклоняются вниз и по направлению к центру. Утверждают, что в таком случае образуются две пелены брызг, через которые должны пройти пары. Задерживающие пластинки простираются вниз и наружу от верхней части трубки для паров, не пропуская никаких брызг в эту трубку. Люки с крышками достаточных размеров устроены по сторонам для того, чтобы дать возможность легко чистить конденсатор.

Конденсатор самого последнего усовершенствованного типа помещается внутри вакуум-аппарата в верхней части его парового пространства или непосредственно под дугообразным верхом, как показано на рис. 18. Здесь конденсатор медный, овальной формы, имеющий в поперечном сечении форму буквы U и простирающийся к противоположным сторонам стенки вакуум-аппарата через его центр. U-образный конденсатор имеет двойную медную стенку с пробочной изоляцией в середине для того, чтобы помешать парам сгущаться на нижней его стороне и предотвратить попадание конденсационной воды обратно в молоко.

Один конец конденсатора сообщается через стенку вакуум-аппарата с всасывающей трубой вакуум-насоса, выпускающей воду из конденсатора. Вода для охлаждения поступает через центр верхней части вакуум-аппарата в закрытую водораспределительную камеру с слегка выгнутым дном с отверстиями, где и разбрызгивается. Эта распределительная камера помещается прямо над углубленной частью конденсатора параллельно ему. Через отверстия на дне распределительной камеры выпускаются водяные брызги в углубленное пространство конденсатора. Пары молока в вакуум-аппарате втягиваются с водяными брызгами в углубленное пространство конденсатора при засасывающем движении вакуум-насоса. Пары по мере соприкосновения с брызгами конденсируются (рис. 33).

Факторы, влияющие на эфективность конденсатора. При одинаковых температурных условиях и количествах охлаждающей воды эфек-

тивность конденсатора зависит главным образом от его расположения, поверхности вспрыскиваемой воды, продолжительности соприкосновения воды с паром и от надлежащего удаления из конденсатора воды и воздуха.

Влияние расположения конденсатора. Конденсатор, помещающийся внутри вакуум-аппарата, более эфективен, чем конденсатор, расположенный вне вакуум-аппарата. Когда вакуум-аппарат находится в действии, то точка самого высокого вакуума лежит между конденсатором и вакуум-насосом. Точка самого низкого вакуума находится в вакуум-аппарате. Так как выпаривательная способность поверхности нагрева повышается с увеличением разрежения, как показано на таблицах 4 и 10, то конденсатор, помещающийся внутри вакуум-аппарата, содействует максимальной выпаривательной способности.

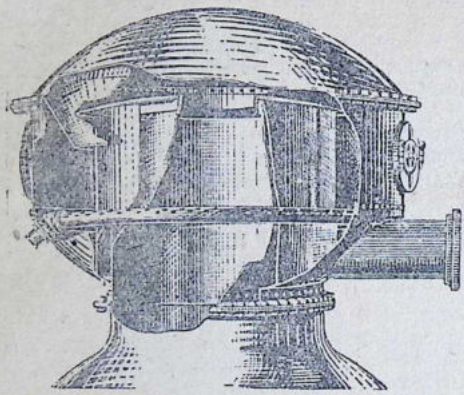


Рис. 33. Диагональный вспрыскивающий конденсатор.

Когда конденсатор помещается снаружи вакуум-аппарата, пары в последнем должны проходить через суженные каналы из вакуум-аппарата в конденсатор. Это вызывает трение, что в свою очередь понижает разрежение и повышает температуру в вакуум-аппарате и уменьшает быстроту выпаривания. Чем меньше диаметр трубы для паров и чем больше расстояние между вакуум-аппаратом и конденсатором, тем сильнее трение и тем ниже разрежение в вакуум-аппарате.

В случае, если конденсатор помещается снаружи вакуум-аппарата, парам приходится проходить через несколько последовательно суживающихся каналов. Первой инстанцией является вакуум-аппарат. Здесь диаметр имеет полный размер. Второй инстанцией является колпак вакуум-апарата, в котором пары собираются в суживающемся кверху уменьшенном пространстве. Третьей инстанцией будет соединительный патрубок, имеющий еще меньший диаметр. Скорость, с которой пары движутся через суженые проходы, увеличивается пропорционально квадрату уменьшения диаметра, и получающееся таким образом трение пропорционально пятой степени (1000000 раз) скорости движения. Трение паров также увеличивается с длиною прохода и пропорционально увеличению линейной длины.

Увеличившаяся скорость паров в случае, если конденсатор расположен снаружи вакуум-аппарата, имеет те отрицательные стороны, что усиливается опасность выбрасывания молока вместе с паром в конденсатор, что, конечно, приводит к убыткам в производстве.

Поэтому в целях возможного сокращения этого нежелательного явления необходимо устанавливать соединительный патрубок между

вакуум-аппаратом и конденсатором большого сечения, что повышает первоначальную стоимость оборудования для конденсирования.

И опять-таки, когда коденсатор расположен снаружи вакуум-аппарата пары ударяются о брызги охлаждающей воды в конденсаторе только на одной стороне или с одного конца. Поверхность соприкосновения между входящими парами и водяными брызгами относительно мала, поэтому для конденсирования паров требуются большие количества воды; температура выпускаемой воды низка, и разница между температурой паров в вакуум-аппарате и воды, выпускаемой из конденсатора, велика. Это значит, что эфективность использования воды низка, так как, чем меньше разница между температурой паров и выпускаемой воды, тем полнее и, следовательно, тем экономнее использование воды. А экономия воды для охлаждения является крупным фактором на заводе сгущенного молока.

Эти недостатки относятся ко всяким конденсаторам, расположенным снаружи вакуум-аппарата. Большинство этих возражений можно в значительной степени или полностью устранить там, где конденсатор устанавливается внутри вакуум-аппарата. Такая установка имеет нижеследующие определенные преимущества.

Пары сгущаются в самом вакуум-аппарате, поэтому точка наивысшего разрежения помещается в последнем. Это делает возможным получение максимальной выпаривательной способности поверхности нагрева, минимальной температуры молока и большой скорости выпаривания.

Пары сгущаются на первом участке системы, т. е. в самом вакуум-аппарате. Нет надобности вытягивать занимающие много места пары через суженные участки для того, чтобы удалить их в конденсатор. Только сгущенные пары в виде конденсационной воды, воды для охлаждения и воздуха приходится удалять из вакуум-аппарата, и они занимают гораздо меньше пространства. Трение, вызываемое прохождением паров из вакуум-аппарата в конденсатор, устраняется. Следовательно быстрота движения паров значительно уменьшается, и опасность увлечения молочных брызг в конденсатор сводится к минимуму, и потери вследствие выбрасывания молока избегаются.

Пар вследствие вспрыскивания охлаждающей воды на обеих сторонах конденсатора приходит в соприкосновение с большой поверхностью воды, чем достигается весьма эфективное ее использование и экономия воды для охлаждения. Дорогостоящий соединительный патрубок, паропроводы и ряд соединений, которые могут служить местом проникновения воздуха, устраняются.

Эти преимущества конденсатора, расположенного внутри вакуум-аппарата, можно, кроме того, усилить, увеличив поверхность вспрыскиваемой воды и сделав ее вместо прямоугольной круглою, как показано на рис. 34. В этом случае углубление конденсатора представляет собою круглую чашу с конусообразным дном и с выходным отверстием посредине дна углубления конденсатора. Приспособление для разбрызгивания состоит из круглой трубы с отверстиями, покрывающими всю нижнюю половину ее периферии. Естественный подъем паров бывает наибольшим близ стенок вакуум-аппарата вследствие быстрой циркуляции вверх молока, которое нагревается змеевиками. Движению паров вверх способствует большое разрежение в конденсаторе. Так как выходное отверстие конденсатора находится в средине его дна, то всасывание равномерно распределяется по всем сторонам резервуара конденсатора. Пары вытягиваются через его края сквозь брызги охлаждающей

воды со всех сторон. Они ударяются о наибольшее количество брызг, быстро сгущаются и используют воду для охлаждения с максимальной эфективностью и экономией.

В то время как пары втягиваются вверх вдоль края вакуум-аппарата и выпускаются в конденсантор, молочные брызги скатываются к центру под конденсатором, где разрежение бывает наименьшим, ускоряя тем самым быстроту циркуляции молока.

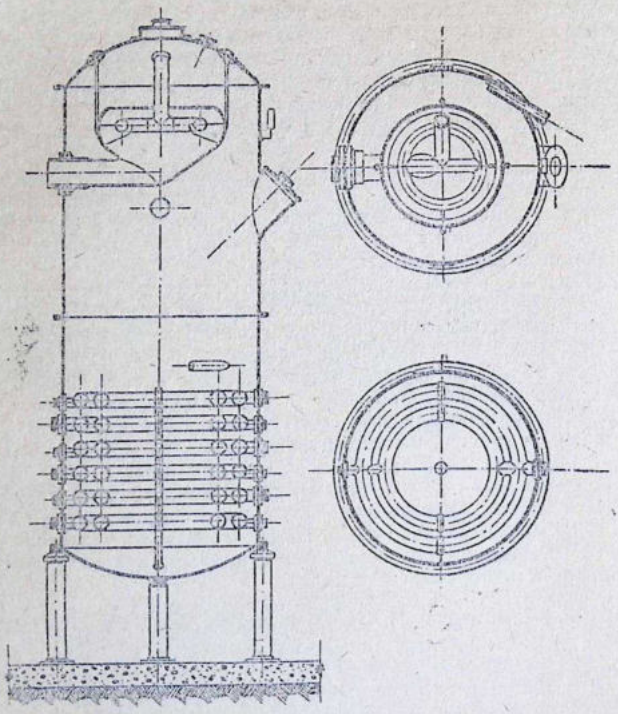


Рис. 34. Круглый конденсатор, расположенный внутри вакуум-аппарата.

Влияние поверхности впрыскиваемой воды на эфективность конденсатора. Эфективность конденсатора повышается по мере того, как увеличивается поверхность впрыскиваемой воды, которая соприкасается с паром. Поверхность впрыскиваемой воды зависит от степени ее распыленности. При данном достаточном количестве охлаждающей воды для конденсирования всех паров, образующихся в вакуум-аппарате, чем сильнее ее распыление тем больше поверхность соприкосновения между водой и парами, тем быстрее происходит конденсация и тем полнее использование воды.

Степень распыления впрыскиваемой воды обусловливается прежде всего диаметром отверстий в трубке или в пластинке для разбрызгива-

ния. Эти отверстия должны иметь диаметр около 2—2,5 мм. Это также зависит от устройства конденсатора и от напора воды. Там, где отверстия для разбрызгивания так устроены, что брызги ударяются о стенки конденсатора, водяные капли разбиваются на капельки и более мелкие единицы, и происходит интенсивное распыление воды. Чем больше напор, с которым вылетают брызги, тем сильнее их столкновение со стенками конденсатора и тем меньше разделение капель. Напор брызг обусловливается разницей между атмосферным давлением снаружи и разрежением внутри вакуум-аппарата, и кроме того на него влияет высота, на которой находится водопроводный бак. Если он помещается на одном уровне с конденсатором, то напор воды равняется полной разнице между давлением внутри и снаружи вакуум-аппарата. Если водопроводный бак установлен ниже подъема конденсатора, то сила или скорость течения воды уменьшается. Когда водоснабжение помещается выше подъема конденсатора, то сила или скорость течения воды увеличивается. Это уменьшение или увеличение напора, с которым охлаждающая вода поступает в конденсатор, пропорционально квадрату числа метров высоты водопровода ниже или выше подъема конденсатора.

Влияние продолжительности действия вспрыскиваемой воды на эфективность конденсатора. Чем продолжительнее действие вспрыскиваемой воды на пар, тем больше теплоты она отнимает и тем выше эфективность конденсатора. Продолжительность соприкосновения является важным фактором, особенно в конденсаторах, дающих относительно грубое распыление, где запасы воды ограничены. При подобном вспрыскивании падение водяных капель в вертикальном конденсаторе обычной высоты (конденсатор около 0,9 м высотою) не является достаточным для требуемого поглощения тепла.

Эфективность здесь можно повысить, увеличив продолжительность действия вспрыскиваемой воды на пар. Это обыкновенно достигается замедлением падения вспрыскиваемой воды путем установки в конденсаторе одной или более полок. Этим подвергаем охлаждающую воду не только действию паров в течение более продолжительного времени, но также и выставляем новые поверхности, потому что каждая полка изменяет поверхность воды, тем самым существенно увеличивая способность воды поглощать тепло.

Конденсаторы с внутренними задерживающими полками должны иметь гораздо больший диаметр, чем те, у которых нет таких внутренних полок. Однако там, где распыление воды достаточное, так что водяные капли в среднем достигают от 0,75 до 2,5 мм в диаметре, поглощение тепла бывает достаточно быстрым для того, чтобы сделать ненужным применение задерживающих полок в конденсаторе.

Влияние замедленного удаления охлаждаемой воды на эфективность конденсатора. Замедленное удаление теплой воды, собирающейся у входного отверстия конденсатора, вызывает вторичное превращение ее в пар и обесценивает эфективность конденсатора.

В точке выхода давление в конденсаторе бывает наименьшим, а разрежение наибольшим. Поэтому пары, поступая в конденсатор, сгущаются в точке относительно более низкого разрежения, и вода падает вниз по направлению к точке более высокого разрежения (близ выходного отверстия), которому соответствует более низкая температура испарения. Отсюда у выпускаемой воды существует постоянная тенденция к повтор-

ному испарению. Эта тенденция бывает наибольшей, чем выше температура выпускаемой воды, чем больше поверхность соприкосновения пара с охлаждающей водой и чем дольше вода остается в конденсаторе.

По этим причинам важно иметь выходное отверстие конденсатора и вакуум-насос такого размера, чтобы удалять выпускаемую воду по мере того, как она собирается. Для того, чтобы еще больше содействовать этому и уменьшить поверхность выпускаемой воды в конденсаторе до минимума, предпочитают, чтобы конденсатор заканчивался около дна или конца, где выходит вода, конусообразным приспособлением, как показано на рис. 37 в конденсаторе Баумана.

Количество воды, требующейся в конденсаторе. Требующееся количество воды в конденсаторе обусловливается температурой водопроводной воды, температурой выпускаемой конденсатором воды и температурой, при которой молоко сгущается в вакуум-аппарате.

Очевидно, чем холоднее водопроводная вода, которую можно достать, чем выше температура выпускаемой из конденсатора воды и чем выше температура в вакуум-аппарате, тем меньше потребность в воде для сгущения данного количества паров.

Чем больше разница между температурой водопроводной воды и выпускаемой из конденсатора, тем экономичнее использование воды. Также, чем меньше разница между температурой в вакуум-аппарате и выпускаемой из конденсатора воды, тем меньше требуется воды.

Количество воды, потребной для конденсации 1 *кг* паров (или паровой эквивалент 1 кг воды, содержащейся в молоке) можно легко вычислить, как показано в нижеследующем примере.

Пример. Температура водопроводной воды 15° Ц. Температура воды, выпускаемой из конденсатора 48° Ц. Температура в вакуум-аппарате 60° Ц. Сколько требуется воды в конденсаторе для конденсации паров одного килограмма воды, выпариваемой из молока в вакуум-аппарате?

Ответ. Для повышения температуры 1 *кг* воды от 0° Ц до 100° Ц требуется 1 калория на каждый градус Цельсия. Следовательно 1 *кг* воды при 48° Ц содержит 48 калорий. (Об отношении температуры к калориям см. таблицу 4.)

Общее количество тепла, содержащегося в 1 *кг* водяного пара при 60° Ц составляет 610 калорий. Отсюда количество калорий, которые приходится удалить из 1 *кг* пара при 60° Ц для конденсации и охлаждения образующейся в результате воды до 48° Ц, составляет 610 — 48 = 562 калории.

Килограмм охлаждающей воды при 15° Ц, потребной для удаления 562 калорий, составляет $\frac{562}{48-15} = 17$ *кг* воды.

Требуется 17 *кг* охлаждающей воды для конденсации паров 1 *кг* воды, содержащейся в молоке. Общее количество воды, выпускаемой из конденсатора, равняется сумме охлаждающей воды и конденсационной воды.

При поддержании одинакового давления пара в паровой рубашке и змеевиках уменьшение температуры молока в вакуум-аппарате увеличивает быстроту выпаривания, так как оно повышает разницу между температурой молока и пара и это в свою очередь ускоряет теплопередачу. При одинаковом давлении пара единственное средство для понижения температуры в вакуум-аппарате заключается в потреблении больших количеств воды в конденсаторе. Увеличением охлаждающей воды в конденсаторе, когда прочие условия остаются одинаковыми, достигается ускорение конденсации пара. Это в свою очередь отражается на пониже-

нии давления или на более высоком разрежении в вакуум-аппарате, что заставляет кипеть молоко при более низкой температуре.

По мере того как количество подаваемой в конденсатор воды увеличивается, температура воды, выходящей из конденсатора, падает. Это означает уменьшение теплоты, отнимаемой на килограмм потребляемой воды. Поэтому, используя воду менее производительно, увеличиваем потребность в ней для конденсирования пара.

Увеличение количества охлаждающей воды понижает в большей степени температуру воды из конденсатора, чем температуру молока в вакуум-аппарате. Разница между температурой воды в конденсаторе и температурой в вакуум-аппарате, следовательно, расширяется.

Так как всегда должна быть некоторая разница между давлением в вакуум-аппарате и в конденсаторе для того, чтобы обусловить движение пара в конденсатор, то существует предел для количества воды, которым можно понижать температуру вакуум-аппарата. Точно так же, когда подача охлаждающей воды превышает то количество ее, которое необходимо для конденсации количества паров, образовавшихся в вакуум-аппарате, быстрота выпаривания уже больше не увеличивается и происходит бесполезная потеря воды.

Сгущение при высокой температуре вакуум-аппарата, как напр. 65° Ц и выше, имеет тенденцию к экономии водопроводной воды, но быстрота выпаривания бывает относительно низкой. Сгущение при низкой температуре вакуум-аппарата, как напр. 55° Ц и ниже, увеличивает быстроту выпаривания, но потребление воды бывает относительно высоким. Эти утверждения подразумевают пользование одинаковым давлением пара при всяких условиях.

С точки зрения сохранения природного характера химических и физических свойств молока работа вакуум-аппарата должна происходить при самой низкой температуре, совместимой с максимальной быстротой выпаривания и экономичным использованием водопроводной воды.

Практический опыт в сгущении молока показал, что при средних условиях работы вакуум-аппаратов в температурных пределах от 57° до 60° Ц и при расхождении приблизительно от 8° до 14° Ц между температурой вакуум-аппарата и воды, выпускаемой из конденсатора, имеем удовлетворительное соотношение между быстротой выпаривания и экономичностью расхода воды. Эта температура достаточно низка для того, чтобы избегнуть заметных нежелательных изменений в свойствах составных частей молока и предотвратить развитие нежелательного пригорелого вкуса и темного цвета.

Уход за конденсатором. Эфективная работа конденсатора требует, чтобы он был в надлежащем состоянии. Отверстия во вспрыскивающих деталях (трубке или тарелке) следует содержать свободными от засорений. Если водопроводная вода содержит много органического вещества, у оборудования для разбрызгивания проявляется склонность покрываться слизистым материалом, вызывая засорение некоторых из отверстий. Такое явление склонно иметь место там, где вода получается из бухты, озера или пруда, если ее не фильтровать, и где конденсатор чистится редко. В таком состоянии конденсатор не может правильно функционировать. Разбрызгивание бывает неправильным и неполным. Вода используется неэкономично, и работа вакуум-аппарата может стать затруднительной.

Следовательно, конденсатор необходимо регулярно чистить, чтобы поддерживать вспрыскивающие приспособления свободными от засо-

ряда. Регулярная чистка всех частей конденсатора также необходима для сохранения его в чистоте. Не только загрязненная вода, но также остатки молока, которые могут быть выброшены при кипении в конденсатор, могут создать загрязнение, если их не удалить достаточно быстро. Одно или более наблюдательных стекол, расположенных в необходимых местах, и люк с крышкой облегчают осмотр всех частей конденсатора и доступ к ним. При отсутствии этих приспособлений доступ к внутренности конденсатора редко бывает достаточно удобным для того, чтобы обеспечить чистый осмотр и тщательную чистку со стороны работника средней квалификации.

Молокоулавливатель

Молокоулавливатель представляет собой небольшой прибор, который часто устанавливают между колпаком и конденсатором при установках, где конденсатор помещается снаружи вакуум-аппарата. Его назначением является собирание и возвращение обратно того молока, которое может быть выброшено из вакуум-аппарата, с тем чтобы предотвратить его потерю, не позволив ему уйти через конденсатор.

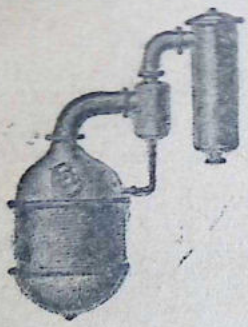


Рис. 35. Молокоулавливатель.

При правильном впуске молока в вакуум-аппарат и правильно устроенных змеевиках, а также при надлежащем размере соединительного патрубка с конденсатором опасность утечек вследствие выбрасывания бывает невелика, если только молоко в вакуум-аппарате поддерживается на нормальном уровне. При этих условиях молокоулавливатель не имеет особого преимущества (см. рис. 35).

Однако, если вакуум-аппарат такой конструкции, которая способствует выбрасыванию молока в конденсатор и в особенности, если партии молока такой величины, что перегружают пропускную способность вакуум-аппарата, то потеря вследствие выбрасывания может быть весьма значительной, на что указывает пенистость и молочный цвет воды, которая проходит через вакуум-насос. В таких случаях механическая потеря молока в партии средней величины может достигать нескольких сот килограммов жидкого молока. Поэтому там, где наблюдается такое состояние, пользование молокоулавливателем является вполне целесообразным.

Молокоулавливатель обыкновенно устанавливают таким образом, что пары входят в него близ его верхней части и ударяются о противоположную сторону. Это заставляет частицы молока падать на дно молокоулавливателя, тогда как собственно пары вытягиваются в конденсатор. Выброшенное молоко автоматически стекает обратно в вакуум-аппарат со дна молокоулавливателя.

Некоторые молокоулавливатели снабжены рядом перегородок, которые существенно помогают эфективному возвращению выброшенного молока. Эти перегородки могут быть прикреплены и подвешены к нижней стороне крышки люка, для того чтобы облегчить их удаление для чистки после дневной работы.

Молокоулавливатель служит лишь относительным предохранительным средством и не дает абсолютной гарантии. Правильная конструкция и работа вакуум-аппарата делают его в значительной степени излишним. Там, где конденсатор помещается внутри вакуум-аппарата, задача молокоулавливателя совершенно упраздняется, так как там не приходится усиливать движение паров через суженные паровые трубки, которые вызывают потери вследствие выбрасывания.

Молокоулавливатель является дополнительной принадлежностью аппарата, которую приходится содержать в чистоте, и он имеет склонность к уменьшению разрежения в вакуум-аппарате вследствие дополнительного сопротивления, особенно при наличии в последнем специальных перегородок. Если же внутренние части молокоулавливателя не допускают легкой съемки и не чистятся основательно, то этот прибор может сделаться серьезным источником загрязнения и угрозой качеству законченного продукта. Санитарное состояние и легкость стерилизации молокоулавливателя можно улучшить путем устройства постоянного подвода к нему пара.

Вакуум-насос

Существуют вакуум-насосы трех типов, а именно: эжгаусторы, центробежные насосы и поршневые насосы. Первые два типа не были найдены пригодными для целей сгущения молока. Поршневой вакуум-насос практически является общепринятым в производстве сгущенного молока.

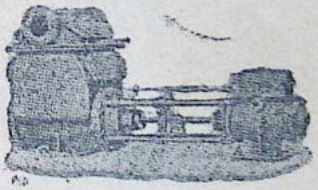


Рис. 36. Вакуум-насос.

Поршневые насосы имеются двух видов, а именно: сухие и мокрые вакуум-насосы. Главная разница здесь заключается в том, что в сухом вакуум-насосе, выпускаемая из конденсатора вода не проходит через насос, тогда как работа мокрого вакуум-насоса требует протекания выпускаемой воды через насос.

Там, где вакуум-аппарат оборудован поверхностным конденсатором или барометрическим конденсатором, можно пользоваться сухим вакуум-насосом. В этих системах конденсирования охлаждающая вода и конденсационная вода выпускаются без протекания через насос. Сухой вакуум-насос допускает более высокую скорость поршня, чем мокрый вакуум-насос, в котором с каждым толчком поршня приходится вытеснять воду. Так как громадное большинство заводов сгущенного молока пользуется мокрым вакуумным вспрыскивающим конденсатором, то мокрый вакуумный насос является типом насоса, встречающимся на большинстве заводов сгущенного молока.

Вакуум-насос приводится в действие или непосредственно паром, или ременным приводом, или электромотором, или двигателем внутреннего сгорания. Паровой насос наименее дорогой для установки и занимает меньше всего пространства, но он потребляет много пара. Им с выгодой пользуются там, где отработанный пар используется в паровой рубашке и змеевиках вакуум-аппарата. Главный недостаток парового однопоршневого насоса заключается в нерегулярности его функционирования, благодаря чувствительности последнего к давлению в котле. Насос с двойным поршнем и маховым колесом, насосы с ременным приводом

и приводимые в действие мотором при большинстве условий снабжения энергией более экономичны в работе и можно больше положиться на равномерность их действия, но их первоначальная стоимость гораздо выше и они занимают значительно больше места.

Правильный размер вакуум-насоса обусловливается размером вакуум-аппарата, и указания относительно этого даются фирмой, изготовляющей вакуум-аппараты.

Вакуум-насос следует установить по возможности ближе к вакуум-аппарату, поскольку это практично, для того чтобы можно было полностью использовать все преимущества вакуума. Соединения должны быть размера, указанного заводом, и всасывающая труба должна быть как можно короче и с наименьшим количеством сгибов, какое только возможно, чтобы устранить излишнее трение. Калибр всасывающей трубы должен быть однородным, для того чтобы избегнуть воздушных пустот.

ГЛАВА VII

Применение пара в производстве сгущенного молока

Определение пара. Пар может быть или насыщенный (влажный и сухой) или перегретый согласно отношению его температуры к давлению и присутствию или отсутствию свободной влаги.

Насыщенный пар. Пар в том виде, как он образуется в котле, называется насыщенным паром. Все касающиеся пара таблицы подобраны и вычисления сделаны на основе насыщенного пара. Каждая данная температура насыщенного пара имеет свое определенное давление и каждое данное давление насыщенного пара имеет свою определенную температуру. После того как это отношение температуры к давлению нарушено, у нас больше нет насыщенного пара. Насыщенный пар так же называется сухим паром, т. е. не содержащим свободной влаги.

Влажный пар. Когда пар содержит свободную влагу в виде мельчайших взвешенных в нем капелек, он называется влажным паром. Однако влажный пар имеет ту же самую температуру при любом данном давлении, как насыщенный пар при таком же давлении. Большая часть насыщенного пара, которым пользуются,—это влажный пар, потому что брызги в большей или меньшей степени уносятся из котла, а также вследствие того, что паропроводы редко, если вообще когда-либо достаточно, изолированы, для того чтобы полностью предотвратить конденсацию. Практически всегда бывает частичная конденсация в трубах из-за потери теплоты вследствие лучеиспускания.

Для того чтобы компенсировать такую конденсацию в паропроводах, крупные установки бывают часто оборудованы приспособлением для перегревания у котла, снабжая таким образом сухим насыщенным паром в том месте, где им пользуются.

Влажный пар можно также найти в форме мятого или отработанного пара. Фактически мятый пар обыкновенно, хотя не обязательно всегда, бывает влажным паром, в зависимости от степени расширения в паровом цилиндре машины.

Перегретый пар. Пар, нагретый до температуры выше температуры его давления при насыщении, называется перегретым паром. Перегретый пар можно получить, пропуская пар из котла через систему змеевиков, где он приходит в соприкосновение с жаром выходящих из топки газов, которые имеют более высокую температуру, чем пар, выходящий из котла. Пар может быть перегретым вследствие расширения насыщенного пара при помощи дроссельного клапана при постоянной температуре. Перегретый пар всегда бывает сухим.

Мятый пар. Мятый пар—это пар, выпускаемый из приводимой в действие паром машины, или всякий отработанный пар, который отдал часть калорий или их эквивалент механической энергии.

Таблица 10

Свойства насыщенного пара (по Радцигу)

Давление в $\frac{кг}{см^2}$ абсол.	Температура в гр. Цельсия	Плотность в $\frac{кг}{м^3}$	Удельный облем в $\frac{м^3}{кг}$	Теплота жидкости в кал.	Скрытая теплота в кал.	Полная теплота испарения в кал.
0,02	17,19	0,0146	68,298	17,2	586,9	604,1
0,04	28,63	0,0282	35,473	28,6	580,9	609,5
0,06	35,82	0,0413	24,200	35,8	577,1	612,9
0,08	41,16	0,0542	18,455	41,2	574,1	615,3
0,1	45,44	0,0669	14,958	45,4	571,8	617,2
0,15	53,59	0,0979	10,217	53,6	567,1	620,7
0,2	59,66	0,1282	7,798	59,6	563,7	623,3
0,25	64,56	0,1581	6,325	64,5	560,9	625,4
0,3	68,68	0,1876	5,331	68,7	558,5	627,2
0,35	72,26	0,2167	4,614	72,3	456,4	628,7
0,4	75,42	0,2456	4,071	75,4	554,6	630,0
0,45	78,27	0,2743	3,645	78,3	552,9	631,2
0,5	90,87	0,3027	3,303	80,9	551,3	632,2
0,6	85,45	0,3591	2,785	85,5	548,6	634,1
0,7	89,45	5,4149	2,410	89,5	546,2	635,7
0,8	92,99	0,4701	2,127	93,0	544,1	637,1
0,9	96,17	0,5249	1,905	96,3	542,0	638,3
1,0	99,08	0,5793	1,726	99,2	540,2	639,4
1,2	104,24	0,6871	1,455	104,4	537,0	641,4
1,4	108,73	0,7937	1,260	108,9	534,1	643,1
1,6	112,72	0,8994	1,112	113,0	531,5	644,5
1,8	116,33	1,0042	0,996	116,7	529,1	645,8
2,0	119,61	1,1084	0,902	120,0	526,9	646,9
2,5	126,78	1,366	0,732	12 ,3	522,0	649,3
3,0	132,87	1,621	0.617	133,5	517,7	651,2
3,5	138,18	1,873	0,534	139,0	513,8	652,8
4,0	142,91	2,124	0,471	143,8	510,4	654,2
4,5	147,90	2,372	0,422	148,3	507,1	655,4
5,0	151,10	2,619	0,382	152,3	504,1	656,4
5,5	154,71	2,866	0,349	156,0	501,3	657,3
6,0	158,07	3,111	0,321	159,5	498,7	658,2
6,5	161,21	3,356	0,298	162,8	496,1	658,9
7,0	164,16	3,600	0,278	165,8	493,7	659,5
7,5	166,96	3,843	0,260	168,7	491,3	660,1

Потребность в паре для сгущения. Относительно свойств насыщенного пара выше атмосферного давления см. таблицу 10 . Предполагается, что в практике сгущения вообще пользуются насыщенным паром. Следующие цифры иллюстрируют количество насыщенного пара с изменяющимся давлением, потребное для сгущения 1 *кг* воды, кипящей при различной степени разрежения и соответствующих температурах.

(Количество насыщенного пара, требующегося для выпаривания 1 *кг* воды при 0,37 *кг* давления пара на 1 кв. *см*)

(Выпаривание в вакуум-аппарата при 611,1 *мм* разрежения и с конденсационной водой, выпускаемой из паровой рубашки и змеевиков при 100° Ц)

Расход тепла на выпаривание 1 *кг* воды . . . . . 562,2 кал.
Количество калорий освобожд. 1 *кг* пара давления 0,4 *кг* на 1 кв. *см* . 534,12 „
Температура пара с давлением 0,3 *кг* на 1 кв. *см* . . . . . 108,7° Ц
Избыточная температура конденсационной воды . . . . . 8,7° Ц
Общее количество калорий, переданных молоку . . . . . 542,8 кал.

Количество пара, потребного для выпаривания 1 *кг* воды $\frac{562,6}{542,42}$ . . . . . 1,036 *кг*

Пользуясь паром с давлением 0,8 *кг* на 1 кв. *см*

Расход тепла для выпаривания 1 *кг* воды	562,5 кал.
Количество калорий, переданных молоку при конденсации пара давления 0,3 *кг* на 1 кв. *см*	529,1 „
Температура пара давления 0,12 *кг* на 1 кв *см*	116,3° Ц
Температура конденсационной воды	100° Ц
Количество калорий, переданных конденсационной водой молоку	16,3 кал.
Количество калорий, переданных молоку 529,1+16,3	545,4 „
Потребное количество пара для выпаривания 1 *кг* воды $\frac{562,5}{545,4}$	= 1,031 *кг*

Вышеприведенные вычисления показывают, что повышение давления используемого насыщенного пара несущественно изменяет количество потребного пара на киллограмм выпаренной воды. Требуется лишь на весьма незначительное количество меньше пара при более высоком паровом давлении. Процент уменьшения при давлении пара 0,72 *кг* по сравнению с 0,37 *кг* пара составляет

$$\frac{(1,036 - 1,03) \cdot 100}{1,036} = 0,48\%.$$

Для выпаривания 1 *кг* воды требуется на 0,48% меньше насыщенного пара при давлении пара 0,8 *кг*, чем при давлении 0,4 *кг*.

Однако повышение давления используемого насыщенного пара существенно увеличивает быстроту выпаривания, как показано в нижеследующих вычислениях:

Пар сдавлением в 0,8 *кг*.

Разность между температурой пара и молока 116,3°—°60=55,3° Ц.

Пар с давлением в 0,37 *кг* на 1 кв. *см*.

Разность между температурой пара и молока 108,7—60°=48,7° Ц.

Повышение этой разности для первого случая=7,6° Ц.

Разность в температуре прямо пропорциональна теплопередаче. Быстрота выпаривания также прямо пропорциональна теплопередаче. Поэтому повышение разности в температуре на 7,9°Ц увеличивает быстроту выпаривания пропорционально отношению 56,3 : 48,7, т.е.

$$\frac{7,6 \cdot 100}{48,7} = 15,6\%.$$

Соотношение давлений пара в паровом котле и в вакуум-аппарате. Среднее давление пара, развиваемое в котле, колеблется приблизительно от 5 до 8 *кг* на 1 кв. *см*. В целях устранения конденсации в трубах между вакуум-аппаратом и котлом пар можно слегка перегревать, но в общепринятой практике пар подводится к вакуум-аппарату с давлением, равным котельному.

Однако в вакуум-аппарате нельзя пользоваться паром при полном давлении как в котле, так как температура, соответствующая этому давлению (7 атм. давления насыщенного пара имеют температуру 164°Ц), настолько высока, что она причинила бы серьезный вред качеству молока. Также паровая рубашка и змеевики обычной конструкции не обладают достаточной прочностью, чтобы выдержать столь большую разницу между давлением пара и разрежением в вакуум-аппарате.

Следовательно, котельное давление необходимо уменьшить до давления, пригодного для безопасной работы. Давление приблизительно от $^1/_3$ до 1 избыточной атм. обычно считается пригодным для этой цели. Этого можно достигнуть, регулируя впускными вентилями входные

отверстия для пара паровую рубашку и змеевики. Однако это опасный способ, так как в случае возможных препятствий в выходных отверстиях паровая рубашка и змеевики подвергаются полному давлению как в котле, а также всегда существует опасность того, что работник открывает вентиля слишком широко, подвергая тем самым качество молока риску и способствуя возникновению несчастных случаев. Кроме того, давление в паровой рубашке и змеевиках будет неравномерным, колеблясь в зависимости от котельного давления, которое подвергается широким колебаниям, особенно в случае малого объема воды в котле (рис. 37).

Соединение между паровым клапаном и вакуум-аппаратом должно быть такого диаметра, которое обеспечило бы такую же скорость движения пара, как и по трубе между вентилем и котлом.

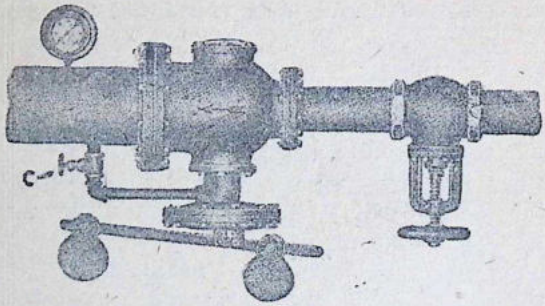


Рис. 37. Дроссельный клапан.

Лучший способ обеспечения равномерного поступления пара с низким давлением состоит в установке автоматического дроссельного клапана для уменьшения давления на паропроводе, примыкающем к паровому котлу. Посредством этого клапана давление пара можно довести до желательной точки. Изготовляются клапаны, уменьшающие давление, которые поддерживают постоянное давление независимо от изменений давления в котле.

В этом случае уменьшение давления происходит в главной паровой магистрали, а паропровод находится на стороне с низким давлением, так что все соединения вакумм-аппарата получают пар с равномерным низким давлением.

Соотношение между показанием манометра и температурой пара уменьшенного давления. При уменьшении давления сухого насыщенного пара от давления в котле до требуемого давления в вакуум-аппарате пару надо дать расшириться. Если не учитывать потери тепла вследствие излучения, то пар расширяется, проходя дроссельный клапан без потери теплоты, и проходит дальше с той же самой скоростью.

После того как пар пройдет через дроссельный клапан, температура пара, имеющего теперь низкое давление, выше, чем соответствующая этому давлению температура насыщенного пара. Это происходит вследствие освобождения калорий посредством расширения при постоянном теплосодержании. Например 1 *кг* насыщенного пара с манометр. давлением 6 атмосфер содержит 659,5 кал. насыщенного пара с манометрическим давлением 0,5 *кг*/кв. *см* содержит 644,5 кал. Следователь-

но при уменьшении давления от 6 *кг* до 0,6 *кг* освобождается 659,5—644,5=15 кал.

Так как эта теплота не отнимается от пара, она ползуется для перегревания пара на стороне с низким давлением.

Пользуясь энтропийной диаграммой Моильe, мы находим, что 15,0 калорий поднимут температуру пара с низким давлением на 33° Ц выше его соответствующей температуры насыщения. Так как температура насыщенного пара с давлением 0,5 *кг* равняется 112° Ц, то общая температура этого пара с низким давлением будет: 112,7°+33°=145,7 Ц.

Разница в температуре на 33° Ц получается при переходе насыщенного пара от давления 67 *кг* до давления 0,6 *кг*. Эта разница на 33° Ц соответствует 15 калориям. Таким образом удельная теплота пара вследствие этого давления, вызываемого расширением при постоянной температуре, равна $\frac{15}{33}$ =0,456 калорий. Другими словами, требуется только около 0,5 калорий для того, чтобы повысить температуру пара на 1,0° Ц сверх температуры его насыщения. Удельная теплота пара колеблется в зависимости от давления первоначального насыщенного пара (пара в котле) и отношения расширения, как показано в таблицах и графиках свойств перегретого пара, составленных Марксом и Дэйвисом (20).

То обстоятельство, что перегретый пар с давлением 0,6 *кг* имеет температуру 145° Ц, еще сильнее подчеркивает тот факт, что эта температура в данном случае не соответствует манометрическому давлению насыщенного пара. Температура для соответствующего давления 0,6 *кг* насыщенного пара была бы 112,7°Ц. С другой стороны, соответствующее давление для насыщенного пара с температурой 145,7°Ц было бы 3,6 маном. атм.; такая температура в 145,7° Ц, соответствующая давлению насыщенного пара 3,6 *кг* справедливо считалась бы слишком высокой для работы вакуум-аппарата, в особенности в отношении таких вакуум-аппаратов, в которых все входные отверстия для пара расположены на одной и той же стороне. Это подвергло бы молоко действию слишком высокой температуры.

Важно здесь то, что измерение пара манометром может ввести в заблуждение относительно ее фактической температуры. Пар с давлением 0,6 атмосфер, полученный из сухого насыщенного пара при 6 атмосфер., имеет гораздо более высокую температуру, чем насыщенный пар с давлением в 0,6 атм.

Однако следует понять, что в этом случае с перегретым паром калории сверх тех, которые свойственны насыщенному пару, передаются молоку, не вызывая падения давления, пока не будет достигнута точка насыщения. Каждый килограмм должен передать 15 калорий, не подвергаясь какой-либо конденсации. Эта отдача перегретым паром тепла молоку быстро уменьшает температуру пара от 145,° Ц до 112,2° Ц, так как найдено, что в этом случае удельная теплота перегретого пара составляет только 0,456 калории. Следовательно, каждая калория 1 *кг* пара в результате дает понижение приблизительно на 2° Ц, пока не будет достигнута точка насыщения. По этой причине молоко подвергается действию высокой температуры перегретого пара только на протяжении первых нескольких сантиметров змеевика, где пар отдает свой перегрев.

Другой фактор, который склонен умерить высокую температуру перегретого пара с низким давлением,—это потеря теплоты через излучение вследствие неполной изолядии. Вышеприведенное рассуждение

целиком основано на предположении, что не бывает потерь теплоты между дроссельным клапаном и вакуум-аппаратом. В практической работе и даже при условии весьма тщательной изоляции непременно должна быть некоторая потеря теплоты вследствие излучения. Чем дальше расстояние и чем менее полна изоляция, тем сильнее потеря теплоты через излучение.

Преобразование перегретого пара в насыщенный пар. Так как нежелательно пользоваться паром с такой высокой температурой, какая бывает в результате уменьшения давления пара в котле от 45 *кг* до 4,5 *кг*, рекомендуется образовавшийся таким образом перегретый пар превращать в насыщенный пар. Это можно сделать, введя в перегретый пар надлежащее количество воды. Небольшое количество воды направляют в виде мелких брызг навстречу перегретому пару. Струю воды можно регулировать посредством термостата, установленного для достижения постоянной температуры вновь образовавшегося таким путем насыщенного пара.

Применение воды для уменьшения температуры перегретого пара до точки насыщения пара при данном давлении не вызывает какой-либо потери калорий. Оно только понижает температуру пара посредством увеличения его объема и это увеличение в объеме компенсирует падение температуры.

Использование мятого пара в работе вакуум-аппарата. Всюду, где только возможно получить мятый пар на заводе сгущенного молока, им следует пользоваться для целей сгущения. Это стало возможным, так как выпаривание молока производится в вакууме, где оно кипит при относительно низкой температуре. Этим обеспечивается сравнительно большая разница между температурой молока и пара, даже когда пользуются паром с низкой температурой, таким, как напр. мятый пар.

В большинстве случаев при заводских условиях предпочтительнее пользоваться мятым паром совместно с паром в котле, чем, пожалуй, исключительно мятым паром. Но там, где приходится пользоваться одним мятым паром, необходимо предусмотреть устройство большого пароораспределителя крупного размера соединений с паровой рубашкой змеевиками достаточного диаметра и применение специально сконструированных коротких змеевиков.

В системе трубопроводов от вакуум-насоса или другого источника мятого пара до пароораспределителя должно быть приспособление для выпуска конденсационной воды, как напр. установка конденсационного горшка. Однако опримение одного мятого пара редко бывает практично вследствие обычно слишком ограниченного его запаса, постоянного колебания как в отношении его объема, так и давления и влажного характера мятого пара, который вообще можно получить.

Следовательно, для того чтобы использовать мятый пар с наибольшей выгодой, рекомендуется пользоваться котельным паром в связи с имеющимся под руками мятым паром. Таким образом мятый пар можно пополнять, вводя котельный пар в главную трубу для мятого пара, ведущую к пароораспределителю. Введение котельного пара контролируется регулятором давления, для того чтобы поддерживать давление постоянным. Таким образом подача котельного пара автоматически управляется посредством подачи мятого пара. По мере уменьшения поступления мятого пара автоматически увеличивается поступление котельного пара.

Дополнительное преимущество введения котельного пара в мятый пар заключается в том, что оно улучшает качество мятого пара посредством

использования калорий, освобожденных расширением котельного пара, превращая таким образом мятый пар в сухой насыщенный пар.

При пользовании мятого пара и экономии в топливе производительность машины или насоса, снабжающего мятым паром, понижается. Это происходит вследствие обратного давления, под которым мятый пар выпускается в паропровод, питающий вакуум-аппарат, по сравнению с сво-

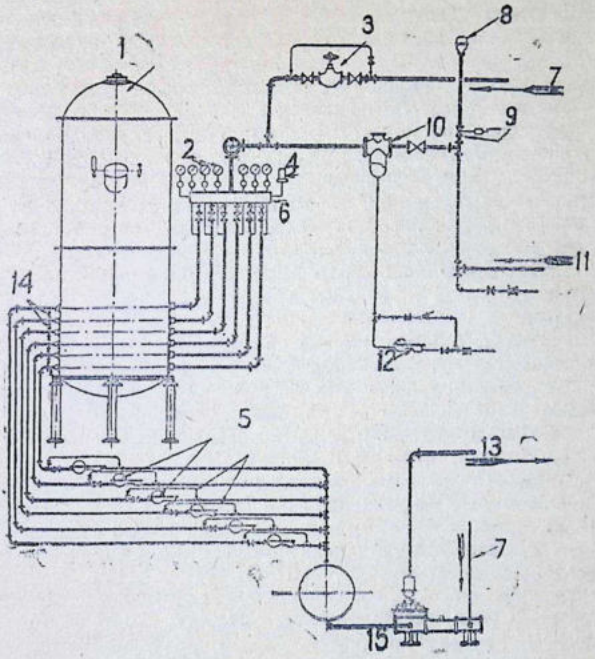


Рис. 38. Вакуум-аппарат с полной проводкой для мятого пара и для пара под высоким давлением. Вакуум-система для выпуска конденсационного пара. *1*—вакуум-аппарат; *2*—манометры; *3*—распределение пара пониженного давления; *4*—предохранительный клапан; *5*—перепускной паропровод свежего пара; *6*—редукционный вентиль; *7*—пар под высоким давлением из котла; *8*—выхлоп обработанного пара; *9*—обратный клапан; *10*—маслоотделитель; *11*—мятый пар; *12*—уловитель для смазки; *13*—к подающему воду баку, *14*—конденсационные горшки; *15*—насос и приемник.

бодным выпуском его в атмосферу или же в обыкновенный конденсатор.

Следовательно, этой проблеме обратного давления необходимо уделить внимание при выборе парового оборудования для использования мятого пара. Размер такого оборудования должен быть пропорционален обратному давлению, при котором должны работать машина или насос. Подходящая установка для использования как мятого, так и котельного пара показана в нижеприведенной схеме (рис. 38).

Можно также достигнуть использования мятого пара без обратного давления на приводимую в действие паром машину посредством применения вакуум-системы отвода конденсационной воды из паровой рубашки и змеевиков, как объяснено в последующих параграфах в разделе «Конденсационный горшок», или путем установки термо-компрессора. Функция термо-компрессора состоит в том, чтобы сжимать мятый пар на стороне вакуум-аппарата от давления, под которым он выпускается из паровой машины до желательного давления для работы вакуум-аппарата. Термокопрессор лучше всего работает при непрерывном поступлении пара.

Конденсационный горшок. Экономичная работа вакуум-аппарата требует, чтобы вся конденсированная в паровой рубашке и змеевиках вода возвращалась бы в котел, сберегая таким образом калории, содержащиеся в конденсационной воде, и избегая хорошо известных недостатков питания котла холодной водой.

Непрерывный выпуск конденсационной воды из паровой рубашки и змеевиков без потери пара сделался возможным благодаря применению соответствующего конденсационного горшка. Конденсационный горшок это автоматически регулируемый клапан, функция которого сводится к тому, чтобы производить удаление из горшка воды и не давать улетучиваться пару.

Каждый змеевик и паровая рубашка должны иметь отдельный конденсационный горшок, расположенный ниже выходного отверстия для конденсационной воды. В случае, если имеется только один конденсационный горшок на все выходные отверстия для конденсационной воды, то должны быть предусмотрены отдельные отверстия для воздуха на каждое выходное отверстие для конденсационной воды.

Конденсационная вода обыкновенно выпускается из конденсационных горшков под атмосферным давлением и возвращается в питающий котел водяной бак самотеком. Из этого бака она накачивается в котел. Вместо того, чтобы устраивать выход из конденсационных горшков в атмосферу, можно пользоваться системой вакуума. В этом случае к выходному отверстию конденсационного горшка придается вакуум-насос. Это имеет дополнительное преимущество, которое выражается в том, что уменьшается обратное давление на машину, доставляющую отработанный пар.

Многокорпусные выпарные аппараты. Полноту и экономичность использования пара можно значительно увеличить посредством применения многокорпусных выпарных аппаратов. Эти аппараты представляют собою комплекты для сгущения, состоящие из двух или более вакуум-аппаратов, установленных последовательно и соединенных один с другим таким образом, что молоко должно итти из первого вакуум-аппарата во второй, из второго—в третий и т. д.

Первый вакуум-аппарат снабжается паром из котла или мятым паром от паровых машин (первая фаза). Второй вакуум-аппарат (вторая фаза) нагревается парами, поднимающимися от молока в первом вакуум-аппарате. Таким образом скрытая теплота парообразования от кипящего молока в первом вакуум-аппарате используется для нагревания олока во втором вакуум-аппарате. Скрытая теплота парообразования от кипящего молока во втором вакуум-аппарате используется для нагревания молока в третьем вакуум-аппарате, и эта процедура повторяется с каждым дополнительным вакуум-аппаратом в агрегате, причем каждый вакуу -аппарат за исключением первого является конденсатором для предыдущего (рис. 39).

Температура кипения бывает наибольшей в первом вакуум-аппарате и уменьшается с каждым последующим вакуум-аппаратом. Так напр., в трехкорпусном вакуум-аппарате операция протекает приблизительно таким образом: первый вакуум-аппарат при 89 мм разрежения и около 93,5° Ц, второй вакуум-аппарат при 355 *см* и около 82° Ц, третий вакуум-аппарат при 660 *мм* разрежения и около 49° Ц.

Многокорпусные вакуум-аппараты пока еще не получили широкого распространения в промышленности по производству сгущенного молока. Главное возражение против них заключается в относительно высокой

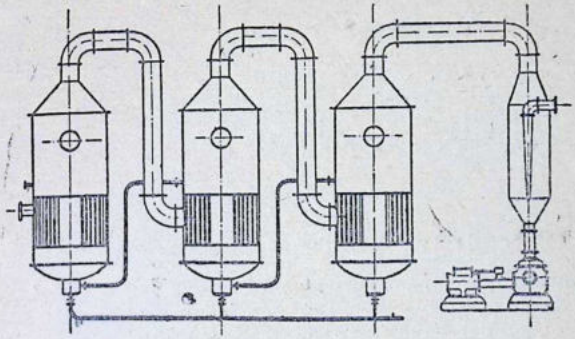


Рис. 39. Трехкорпусный вакуум-аппарат.

температуре, при которой молоко должно было бы сгущаться в первом вакуум-аппарате. Тем не менее принцип многократного действия выгодно применим к сгущению таких побочных продуктов молока, как пахта, на продажную стоимость которой не оказывает существенного влияния наличие в законченном продукте пригорелого привкуса, тогда как экономичность производства значительно возрастает.

Несмотря на возможную потерю тепла вследствие излучения, двухкорпусный вакуум-аппарат сводит потребление пара к 50% а система трехкорпусного аппарата понижает потребление пара до 35% по сравнению с тем, которое связано с применением однокорпусного вакуум-аппарата.

ГЛАВА VIII

Работа вакуум-аппарата

После того как молоко надлежащим образом стандартизовано и подогрето при желательной температуре и после того как в него всыпано нужное количество сахара и как следует в нем растворено, его втягивают в вакуум-аппарат для сгущения.

Сгущение молока

Пуск в ход вакуум-аппарата. Прежде чем втянуть молоко в вакуум-аппарат, последний необходимо тщательно промыть водой, затем пустить в него пар с тем, чтобы температура в нем поднялась до 80° Ц или выше. Затем крышку люка ставят на свое место, закрывают воздушный кран, пускают воду в конденсатор и приводят в действие вакуум-насос. Когда показание вакуум-метра достигнет около 500 *мм*², вакуум-аппарат можно считать готовым к впуску в него молока.

Работа вакуум-аппарата. Кран молочного трубопровода, ведущего к вакуум-аппарату, теперь частично открывается. Молоко автоматически поступает в вакуум-аппарат в результате уменьшенного в нем давления. Когда молоко покроет паровую рубашку, в нее постепенно пускают пар. По мере того как каждый змеевик оказывается погруженным в молоко, в него пускают пар. Никоим образом не следует пускать пар в паровую рубашку или змеевики, если они неполностью покрыты молоком, так как это вызвало бы приставание и пригорание молока к поверхности нагрева, что сообщило бы молоку неприятный пригорелый привкус и темные пятна, уменьшило бы теплопередачу и замедлило бы выпаривание.

Сначала нужно поддерживать низкое давление пара в паровой рубашке и змеевиках, чтобы избегнуть опасности пригорания вследствие находящегося в поступающем свежем молоке значительного количества воздуха. После того как этот воздух будет удален и молоко начнет равномерно кипеть, давление пара можно постепенно повышать, пока оно не достигнет максимума, которым можно пользоваться. Вследствие чувствительности молока к высоким температурам рекомендуется пользоваться паром с низким давлением, какое только совместимо с максимальной быстротой выпаривания. Это в свою очередь обусловливается размером и устройством поверхности нагрева, как объяснено в предыдущих главах.

Теперь вообще признано в практике лучших заводов сгущенного молока, что давление от 22 до 4,5 *кг* насыщенного пара является максимальным, которым рекомендуется пользоваться для безопасной и экономичной работы вакуум-аппаратов, правильно сконструированных и оборудованных соответствующей поверхностью нагрева. Вакуум-

аппараты с несоответствующей поверхностью нагрева или с поверхностью нагрева плохо устроенной или неправильной конструкции могут потребовать применения значительно более высокого давления пара для того, чтобы достигнуть нормально быстрого выпаривания.

Жидкое молоко содержит значительные количества воздуха. Это вызывает пенистость и падение разрежения в начальной стадии работы. Если молоко втягивается в вакуум-аппарат очень быстро, что получается при широком открывании впускного крана, то бывает опасность больших потерь молока вследствие его выбрасывания в конденсаторе. Этого лучше всего избегнуть посредством лишь частичного открывания крана для молока или самого внимательного наблюдения за поведением молока в вакуум-аппарате, допуская небольшое количество воздуха через воздушный кран всякий раз, когда молоко поднимается до опасно высокого уровня. Это затруднение встречается только вначале. Воздух быстро удаляется, и разрежение возвращается к нормальному уровню. В начальной стадии процесса, когда молоко обладает небольшой плотностью, выпаривательная способность вакуум-аппарата высока, и выпаривание прогрессирует с максимальной скоростью. Постепенно выпаривательная способность уменьшается и бывает самой низкой к концу процесса.

Когда в вакуум-аппарате достаточно молока для того, чтобы полностью покрыть паровую рубашку и змеевики, входное отверстие для молока необходимо уменьшить и регулировать в соответствии со степенью выпаривания. Молоко непрерывно втягивается в вакуум-аппарат, но только по мере того как оно выпаривается. Его необходимо поддерживать на постоянном уровне и предпочтительно, чтобы этот уровень был настолько низок, насколько это совместимо с полным покрытием самого верхнего змеевика. Доведение молока до чрезмерно высокого уровня затрудняет равномерную работу аппарата, что ведет к уменьшению скорости выпаривания и увеличивает опасность потери вследствие выбрасывания. Потери молока бывают больше в случае, если работу приходится останавливать, так как по возобновлении работы труднее довести молоко обратно до поддающегося контролю кипения.

Температура, при которой сгущается молоко, должна быть относительно низкой. Это желательно и необходимо для того, чтобы сохранить в сгущенном молоке естественный вкус и цвет свежего молока и предупредить появление пригорелого привкуса и темного цвета. Низкая температура молока также обеспечивает широкую разницу между температурой пара и молока. Это усиливает теплопередачу на квадратный метр поверхности нагрева в час, и, следовательно, увеличивает быстроту выпаривания. По этим причинам работа вакуум-аппарата должна производиться при самой низкой температуре, совместимой с нормальной экономией воды. Подробно об этом см. главу VI «Количество требующейся воды для конденсации 1 *кг* пара».

Эта температура колеблется в пределах примерно 54—63° Ц при соответствующем разрежении, равном приблизительно от 61 до 68 *см*. В нормальных пределах температуру молока можно легко регулировать посредством количества воды, поступающей в конденсатор. Если температура поднимается выше желательной, то увеличение подачи воды в конденсатор понизит ее, и обратно. Однако существует предел увеличения количества воды, которое может понизить температуру в вакуум-аппарате, как объяснено в главе VI.

Эту температуру можно также регулировать посредством подачи пара, и кроме того на нее влияет просачивание воздуха и качество работы

вакуум-насоса. Внезапное повышение температуры может произойти вследствие или неравномерности давления пара в котле или вследствие слабого поступления воды в конденсатор, допускающей прорыв воздуха или просачивания воздуха в соединениях вакуум-аппарата и молочных трубопроводах, или вследствие случайных перебоев в работе вакуум-насоса.

К тому времени, когда все молоко будет в вакуум-аппарате, его сгущение почти закончено и от десяти до двадцати минут дальнейшего кипения обычно достаточно для достижения требуемой густоты продукта. К концу процесса следует постепенно уменьшать давление пара в паровой рубашке и змеевиках. Когда молоко приближается к желательной плотности, оно бывает сравнительно тяжелым и вязким, кипит менее бурно, и его движение бывает более медленным. Каждая частица молока подвергается действию поверхности нагрева в течение более продолжительного времени. В случае чрезмерного давления пара качество продукта подвергается риску. Если партия мала, так что уровень молока падает ниже некоторых из змеевиков, следует совершенно закрыть пар в каждый обнажающийся змеевик, как только он станет видимым. Также рекомендуется при приближении процесса к концу снижать температуры в целях избежания перегрева продукта.

Готовность данной варки

Когда кипящее молоко в вакуум-аппарате приближается к желательной степени концентрации, то от партии берут пробу сгущенного молока на плотность.

Отношение концентрации. Сгущенное молоко с сахаром, предназначенное для продажи в жестянках, имеет удельный вес около 1,30. Эта плотность обыкновенно достигается, когда отношение концентрации бывает около 2,5 : 1, т. е. 2,5 весовых части свежего молока сгущаются до одной части сгущенного молока, в котором содержится сахар, прибавленный из расчета 16 *кг* на каждые 100 *кг* свежего молока.

Это отношение концентрации несколько выше, чем теперь практикуется на американских заводах, снабжающих внутренние рынки. Со времени введения практических и точных способов стандартизации продукта до определенного и точного стандартного состава был принят американский правительственный стандарт, предусматривающий максимальное содержание в нем 28% сухого вещества молока и 8% жира, что позволило компенсировать уменьшение сухого вещества в молоке, употребляя несколько больше сахара.

Американское сгущенное цельное молоко с сахаром теперь содержит приблизительно 44,5% сахара, и отношение концентрации выражается приблизительно как 2,33 : 1. Сгущенное молоко с сахаром, содержащее 28% сухого вещества, 8% жира и 44,5% сахара, имеет удельный вес 1,2853 при 49° Ц.

Способы взятия пробы на плотность. Точно знать, когда достигнута надлежащая степень концентрации, трудно и требует практического опыта. Вот здесь мастер, наблюдающий за процессом, может или увеличить прибыль или причинить убыток производству. Существуют разнообразные указания, позволяющие наблюдательному работнику у вакуум-аппарата судить о готовности продукта, а именно: время, затраченное на сгущение молока, время истекшее с того момента, когда все молоко было «втянуто» в аппарат, количество сгущенного молока, оставшегося

в вакуум-аппарате и больше всего—внешний вид и поведение самого кипящего молока. Молоко, которое достаточно сконцентрировалось, приобретает блестящую глянцевитую поверхность, оно кипит от краев по направлению к центру, образуя скопление пены посредине вакуум-аппарата. Опытный и наблюдательный работник может за несколько минут определить готовность молока. Однако это не значит, что он должен ждать до последней минуты, прежде чем остановить варку партии, так как даже самые искусные и опытные работники могут быть легко введены в заблуждение одним только внешним видом сгущенного молока через наблюдательное стекло.

Степень концентрации можно определить точнее, взяв образец из вакуум-аппарата и исследовав его различными способами, как напр. посредством взвешивания определенного количества сгущенного молока на чувствительных весах, пользованием аппаратом, показывающим сопротивление, или вязкозиметром, или пользуясь специально сконструированным ареометром. Наиболее пригодным для применения при средних заводских условиях считается ареометр Бомэ.

На механические приборы и инструменты, как вышепоименованные, можно положиться, при условии, если все прочие условия, влияющие на удельный вес продукта, как напр. химический состав и температура находятся под контролем. Успешное пользование ими вызывает необходимость тщательной и точной стандартизации молока на содержание молочного жира, обезжиренного сухого вещества и сахара. Без стандартизации составных частей молока результат пользования этими приборами может оказаться ошибочным и ввести в заблуждение.

Работа этих приборов должна также быть простой и быстрой, так как когда кипящее и быстро испаряющееся молоко в вакуум-аппарате приближается к надлежащей плотности, тогда весьма важно действовать быстро. Сгущение на одну минуту дольше или меньше чем следует может дать или слишком густое или слишком жидкое молоко и даже может вызвать необходимость вторичного сгущения всей партии молока.

При отсутствии удовлетворительного инструмента для быстрого определения концентрации и в особенности при отсутствии тщательно стандартизованного продукта опытный глаз работника и его умение подойти с критической оценкой имеют весьма существенное значение. Нижеследующие заводские методы были найдены применимыми и в нормальных пределах надежными.

Определение степени сгущения молока по внешнему виду. Следует взять образец из вакуум-аппарата в луженую мерку, поставить ее в ведро с ледяной водой или снегом и помешивать сгущенное молоко термометром в металлической оправе, пока оно не охладится до 21° Ц, после чего определить степень его сгущения. Можно, в ином случае, закончить варку при постоянной температуре, примерно 49° Ц, взять в луженую мерку образец и произвести наблюдение над густотой молока во время выливания его с чайной ложки в эту мерку. Прозрачность молока, когда его держат таким образом против света, и его текучесть дают практическое указание о его густоте и степени готовности. Последний способ является наиболее простым. Для достижения же наилучших результатов рекомендуется пользоваться ареометром Бомэ, специально сконструированным для сгущенного молока с сахаром с делениями от 30 до 37 градусов Бомэ и с подразделениями на десятые доли градуса.

На заводах, где сгущенное молоко стандартизуется на общее сухое вещество, после того как оно выйдет из вакуум-аппарата, принято и ре-

комендуется доводить концентрацию молока несколько выше требуемой. Сгущенное молоко переливают из вакуум-аппарата в бак на весы, где и добавляют надлежащее количество воды для того, чтобы довести его до желательного процентного соотношения всего сухого вещества.



Рис. 40. Ареометр Бомэ.

Пользование ареометром Бомэ. Начинающие и неопытные работники хорошо поступят, если возьмут несколько образцов сгущенного молока из действующего вакуум-аппарата и начнут брать эти образцы раньше, чтобы избежать чрезмерного сгущения. Нельзя установить определенной цифры показаний по ареометру Бомэ, которая показывала бы надлежащую концентрацию при всяких условиях. Показание ареометра Бомэ для данной концентрации сгущенного молока с сахаром колеблется в зависимости от процента жира в сгущенном молоке, процента сахара и процента сухого вещества и наконец от степени концентрации и температуры сгущенного молока во время отсчета показания. Однако для общего руководства можно сказать, что сгущенное молоко с концентрацией 2,5 : 1, приготовленное из свежего молока средней жирности и содержащее сахар в пропорции 16 *кг* на 100 *кг* свежего молока, даст показание по Бомэ около 33,5° при 15° Ц или около 32° при 49° Ц. Сгущенный обрат с сахаром, в котором содержится приблизительно 40% сахарозы, даст показание по Бомэ при 15° Ц около 37°, или около 35,5° при 49° Ц.

Эти цифры являются средними. Они были получены из определения целого ряда всевозможных образцов сгущенного цельного молока с сахаром и сгущенного обрата с сахаром. Состав отдельных образцов подвергался некоторым колебаниям и состав некоторых образцов не был известен. Эти определения были проделаны до введения в американской практике стандартизации минимально сухого вещества молока, допускаемого утвержденным федеральным стандартом, когда количество прибавляемого сахара ограничивалось 16 *кг* на каждые 100 *кг* жидкого молока, что даст приблизительно 40% содержания сахара в готовом продукте.

Точная стандартизация состава жидкого молока и принятие определенного состава для сгущенного продукта значительно облегчили и уточнили пользование ареометром Бомэ при заканчивании варки. Можонние и Трой (17) путем тщательных анализов определили показания по Бомэ при различных температурах сгущенного цельного молока с сахаром и сгущенного обрата с сахаром в отношении процента жира, процента обезжиренного сухого вещества молока и процента всего сухого вещества. Они показывали, например, что сгущенное цельное молоко с сахаром, содержащее 8% жира, 20% обезжиренного сухого вещества и 72,5% всего сухого вещества, дает показание по Бомэ 32,3 при 49° Ц, между тем как сгущенный обрат с сахаром, содержащий 0,5% жира, 27,5% обезжиренного сухого вещества и 70% всего сухого вещества, дает показание по Бомэ 35,7 при 49° Ц. Те же авторы также показывают, что 0,1° по Бомэ равняется приблизительно 0,27% всего сухого вещества в сгущенном цельном молоке с сахаром

и около 0,2% всего сухого вещества в сгущенном обрате с сахаром вышеуказанного состава (рис. 40).

Во избежание ошибочных результатов при употреблении ареометра Бомэ следует брать его показания при одной и той же стандартной температуре. Когда же это условие не соблюдено, в показание следует ввести поправку, которая соответствующим образом изменит результаты показаний, приведя их к стандартной температуре. Каждый градус Цельсия равняется 0,066° Бомэ. Поэтому нужно умножить разницу между фактической температурой и принятой стандартной температурой на 0,066 и прибавить произведение к показанию Бомэ, если фактическая температура была выше стандартной, или вычитать произведение из показания Бомэ, если фактическая температура была ниже стандартной.

Приводимая табл. 11 показывает удельный вес сгущенного молока с сахаром при различных градусах Бомэ в пределах от 28° до 37,8°.

Пример. Предположим, что 49° Ц приняты как стандартная температура по отношению к величине по Бомэ. Но подогревание сгущенного молока было закончено при 54° Ц и показание Бомэ при этой температуре выразилось в 32,0; в таком случае поправка выражается таким образом:

$$54 - 49 = 5;\ 5 \cdot 0{,}066 = 0{,}33;$$

$$32{,}0 + 0{,}33 = 32{,}33° \text{ Бé при } 49° \text{ Ц}.$$

Взятие образца от данной варки. Образцы сгущенного молока можно взять из вакуум-аппарата путем последовательного открытия двух кранов, расположенных на известном расстоянии друг от друга на короткой трубке, прикрепленной к нижней части вакуум-аппарата. В процессе сгущения молока относительное разрежение в вакуум-аппарате делает невозможным вытекание известного количества сгущенного молока простым открыванием выходного отверстия. Вместо того, чтобы заставить молоко вытечь, воздух с большой силой ворвался бы внутрь, выбросил бы молоко в конденсатор и причинил бы опасное сотрясение всей аппаратуре. По этой причине выходное отверстие в нижней части вакуум-

Таблица 11

Удельный вес сгущенного молока с сахаром различных градусов по Бомэ

Бомэ при 15,5° Ц	Удельный вес	Бомэ при 15,5° Ц	Удельный вес
28,0	1,2407	33,0	1,2965
28,2	1,2428	33,2	1,2988
28,4	1,2449	33,4	1,3011
28,6	1,2471	33,6	1,3034
28,8	1,2493	33,8	1,3058
29,0	1,2515	34,0	1,3082
29,2	1,2536	34,2	1,3106
29,4	1,2558	34,4	1,3130
29,6	1,2580	34,6	1,3154
29,8	1,2602	34,8	1,3178
30,0	1,2624	35,0	1,3202
30,2	1,2646	35,2	1,3226
30,4	1,2668	35,4	1,3250
30,6	1,2690	35,6	1,3274
30,8	1,2713	35,8	1,3299
31,0	1,2736	36 0	1,3324
31,2	1,2758	36,2	1,3348
31,4	1,2780	36,4	1,3372
31,6	1,2803	36,6	1,3397
31,8	1,2826	36,8	1,3422
32,0	1,2849	37,0	1,3447
32,2	1,2872	37,2	1,3472
32,4	1,2895	37,4	1,3497
32,6	1,2918	37,6	1,3522
32,8	1,2941	37,8	1,3548

аппарата снабжено патрубком с двумя кранами и оба они бывают закрыты во время сгущения. Для взятия образцов открывают сначала верхний кран. Это дает возможность сгущенному молоку войти в трубку между двумя кранами. Теперь закрывают верхний кран и открывают нижний. Молоко вытекает свободно (рис. 41). От первого образца следует отказаться, так как в нем может содержаться вода, имеющаяся в трубке. Образец сгущенного молока берут прямо в тот сосуд, которым пользуются для определения плотности продукта. В случае, если пользуются ареометром Бомэ, молоко берут непосредственно из упомянутого крана в специальный цилиндр.

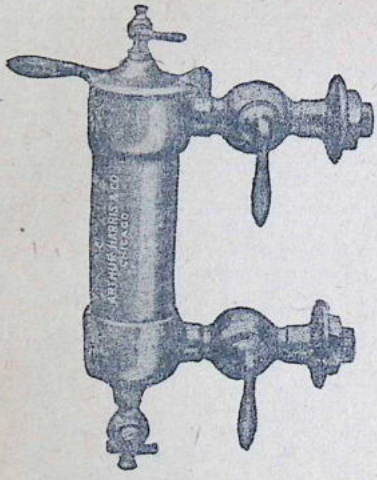


Рис. 41. Патрубок с двумя кранами для взятия пробы сгущенного молока на плотность в вакуум-аппарате.

Для большего удобства и ускорения взятия образца можно пользоваться специально сконструированными «пробными мерками», прикрепленными сбоку к корпусу вакуум-аппарата. Эти «пробные мерки» делаются теперь такой конструкции и размера, что ареометр может в них плавать. В этом случае устраняется необходимость пользоваться отдельным цилиндром ареометра.

В течение последнего десятилетия делались многочисленные попытки сконструировать приборы, которые автоматически и непрерывно регистрировали бы плотность молока в вакуум-аппарате без необходимости взятия образцов сгущенного молока. Эти попытки создали два автоматических прибора для определения плотности, а именно «IO-Си» (U—Su) и «Автоматический регулятор плотности Салича». Эти приборы показаны и подробно описаны в главе XVIII «Сгущение посредством непрерывного процесса».

Выпускание сгущенного молока из вакуум-аппарата и его стандартизация

Выпускание сгущенного молока. Как только выпаривание закончено, прекращают доступ пара в паровую рубашку и змеевики, закрывают водяной кран, останавливают вакуум-насос и уничтожают разрежение, открыв воздушный кран. Крышку люка удаляют и вновь пускают в ход вакуум-насос для того, чтобы удалить горячий воздух над молоком. Молоко выпускают во фляги вместимостью 45 литров или в баки для охлаждения. Сгущенное молоко необходимо выпускать из вакуум-аппарата как можно быстрее для того, чтобы предотвратить его перегревание, пока оно находится в вакуум-аппарате. На некоторых заводах к выходному отверстию вакуум-аппарата прикрепляют сетку из тонкой проволоки или из материи, так что сгущенное молоко процеживается, прежде чем оно попадает во фляги или баки. Такой обычай ненужен и нежелате-

лен, так как он склонен задерживать удаление молока из вакуум-аппарата (рис. 42 и 43).

Стандартизация сгущенного молока до желательного процентного соотношения сухого вещества. Если желательно стандартизировать молоко до известного процента сухого вещества в законченном продукте, то процесс сгущения продолжают несколько дольше, чем это требуется для достаточной степени концентрации. Затем сгущенное молоко выпускают в бак, стоящий на весах, где его взвешивают и берут пробу на содержание сухого вещества. Стандартизация производится посредством добавления к партии количества воды, необходимой для того, чтобы

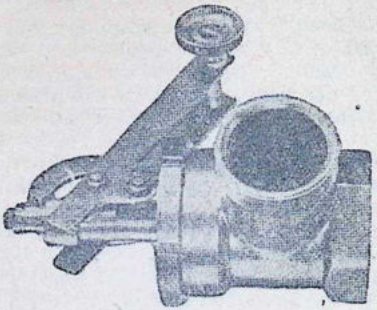


Рис. 2. Клапан Кендаля у выходного отверстия вакуум-аппарата.

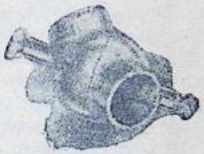


Рис. 43. Клапан Кендаля у выходного отверстия вакуум-аппарата.

имеющийся налицо процент сухого вещества довести до желательного в законченном продукте, как показано в нижеследующем примере.

Пример. Партия сгущенного молока с сахаром в баке весит 1 490 *кг* и содержит 73,4% общего сухого вещества. Пользуясь примером, данным в резделе «Вычисления количества сахара, которое следует прибавлять», в главе IV, мы знаем, что законченный продукт должен содержать не менее 72% всего сухого вещества для того, чтобы сухое вещество молока соответствовало американскому стандарту 28%. Сколько воды надо влить в эту партию для уменьшения всего сухого вещества от 73,4% до 72%?

Ответ. Количество потребной воды составляют $\left(\frac{73{,}4 \cdot 1\,490}{72}\right) - 1\,490 = 29$ *кг*.

Доказательство. Партия весит 1 490 *кг*, имеет 73,4% всего сухого вещества, т. е. содержит 1 093,7 *кг* всего сухого вещества.

Добавлено воды 29 *кг*.

Всего 1 519 *кг*, содержащих 1 093,7 *кг* всего сухого вещества.

Процент всего сухого вещества в партии $\frac{1\,093{,}7}{1\,519} \cdot 100 = 72\%$.

Предосторожности во время работы вакуум-аппарата

Предосторожности общего характера при работе вакуум-аппарата. Помимо основных факторов, заключающихся в конструкции вакуум-аппарата и конденсаторе, величине и устройстве поверхности нагрева, подаче и регулировании пара, эфективном удалении конденсационной воды из паровой рубашки и змеевиков, снабжении водою конденсатора,—всех тех факторов, которые были подробно рассмотрены в предшествующих главах,—продуктивность работы, предотвращение несчастных случаев, которые дорого обходятся, и обеспечение качества законченного продукта в значительной мере зависят от правильного ухода за вакуум-аппаратом как во время, так и вне его работы.

Влияние молочной корки на поверхность нагрева. Вакуум-аппарат может производительно работать только тогда, когда его поверхность нагрева свободна от корки, образованной приварившимся к ней молоком. Даже в лучших случаях наблюдается тенденция к образованию на паровой рубашке и змеевиках тонкой молочной корки. Эта корка увеличивается, когда вакуум-аппаратом пользуются для второй партии молока без предварительной основательной чистки и промывки аппарата. Сгущение—подряд более чем двух партий молока с сахаром в одном и томже вакуум-аппарате, не прополаскивая его между партиями—плохая экономия. Время, которое необходимо для прополаскивания вакуум-аппарата, тратится на пользу. При отсутствии такого прополаскивания частичная изоляция поверхности нагрева пленкой коагулировавшего молока достаточна для того, чтобы значительно помешать теплопередаче и существенно удлинить срок, необходимый для выпаривания. В некоторые времена года склонность паровой рубашки и змеевиков покрываться пленкой свернувшегося молока очень усиливается. Это обыкновенно происходит весною и ранним летом, когда молоко может содержать некоторое количество молозива.

Способ управления вакуум-аппаратом часто сам по себе бывает причиной чрезмерного образования пленки. Работник может пустить пар прежде чем молоко полностью покроет соответствующие поверхности нагрева. С самого начала молоко пенится и в таком состоянии оно легко пригорает. К концу процесса пар из вышерасположенных змеевиков может быть выпущен не с такой быстротой, с какою опускающееся молоко начинает их обнажать. При случайных перерывах в работе пар должен быть немедленно закрыт, как только молоко перестает кипеть. Затем мастер может допустить чрезмерное давление пара на поверхность нагрева. Все эти условия склонны вызвать чрезмерное образование пленки на внешней поверхности паровой рубашки и змеевиков, в результате чего эфективность работы вакуум-аппарата понижается и возможен испорченный продукт.

Вводя молоко слишком быстро при начале работы вакуум-аппарата, мастер может причинить большие потери вследствие выбрасывания последнего в конденсатор. Такого рода опасность обычно угрожает в особенности неопытному работнику, который еще недостаточно умеет обращаться с вакуум-аппаратом, когда молоко ведет себя бурно. Доводя молоко до более высокого, чем это допустимо уровня, можно понести значительные потери вследствие выбрасывания через конденсатор.

Влияние просачивания воздуха на регулярность и безопасность работы вакуум-аппарата. Другой весьма обычной причиной, которая мешает правильной работе вакуум-аппарата, является просачивание в него

воздуха. Проникновение воздуха делает невозможным поддержание удовлетворительного разрежения, которое понижается. Следовательно это повышает точку кипения молока, температура поднимается, и молоко может совершенно перестать кипеть. Воздух может проникать через соединения и в арматуре и в клапанах вакуум-аппарата или укрышки люка или через трещины наблюдательных стекол. Однако внезапное падение разрежения и повышение температуры обыкновенно происходят вследствие более сильного проникновения воздуха, как напр. через форсунку конденсатора в случае, если водяной бак окажется без воды или через всасывающий молочный трубопровод в случае, если молоку в подогревателе дали спуститься до слишком низкого уровня, или вследствие кругового движения, образующего воронку вокруг всасывающей молоко трубы, и от случайной остановки вакуум-насоса.

Во всех случаях внезапного повышения температуры в вакуум-аппарате, которое не дает молоку кипеть, следует немедленно закрывать пар в паровую рубашку и змеевики и прекратить впуск молока. По удалении причины проникновения воздуха вакуум-насос при помощи вспрыскивающего конденсатора постепенно восстановит разрежение. Однако молоко, опустившись на дно вакуум-аппарата и перестав кипеть, не восстановит тотчас же нормальной циркуляции. Существует тенденция для всей массы молока подниматься вверх и даже выбрасываться в конденсатор. Это можно легко предотвратить, быстро впуская немного воздуха через воздушный кран всякий раз, когда молоко поднимается до опасно высокого уровня. Это требует бдительности со стороны работника, обслуживающего вакуум-аппарат. При надлежащем управлении разрежение быстро поднимается, вышеупомянутая тенденция молока устраняется, оно вновь принимается нормально кипеть и температура возвращается к нормальному уровню.

Влияние санитарного ухода за вакуум-аппаратом на качество молока. Влияние вакуум-аппарата на качество продукта, помимо пригорания молока, главным образом заключается в его санитарном состоянии и чистоте. Тщательная чистка вакуум-аппарата представляет собою кропотливую задачу не только вследствие трудности удаления остатков молока, пристающих к поверхности нагрева, но также вследствие того, что некоторые части вакуум-аппарата более или менее трудно доступны для полной очистки.

Теперь имеются порошки для промывания, причем некоторые из них значительно облегчают удаление пригоревшего молока. Но колпак и соединительный трубопровод с конденсатором некоторых вакуум-аппаратов в некоторых частях являются недосягаемыми для рук рабочего, и они не всегда получают необходимую чистку. Сахар, кислоты и минеральные соли, находящиеся в молочных брызгах, которые проникают к этим частям, действуют на медь. Образуются окиси и соли меди. Если их не удалить, то окиси и соли металла смываются в молоко следующего дня и придают ему неприятный, сильный медный вкус. Известно, что окиси и соли меди обладают ядовитыми свойствами, вследствие чего существует дополнительная опасность порчи продукта.

После того как вакуум-аппарат освобожден от всех остатков молока достаточной чисткой, его следует тщательно прополоскать большим количеством воды, предпочтительно горячей, а затем пропарить. Необходимо проделать то же самое перед началом работы на следующее утро.

ГЛАВА IX

Охлаждение сгущенного молока с сахаром

Процесс охлаждения является одной из наиболее важных стадий производства сгущенного молока с сахаром. Горячее молоко необходимо быстро охлаждать по выходе его из вакуум-аппарата для того, чтобы избегнуть перегревания и загустевания продукта, и от способа охлаждения в значительной степени зависит получение продукта с ровной глянцевитой поверхностью.

При температуре вакуум-аппарата от 54° до 60° Ц законченное сгущенное молоко с сахаром среднего состава представляет собою в сущности насыщенный раствор молочного сахара. При обыкновенных температурах, как напр. комнатная температура, этот раствор молочного сахара является значительно перенасыщенным. Молочный сахар находится в молоке в большем количестве, чем содержащаяся в сгущенном молоке и способная его растворить вода. Поэтому по мере того, как температура молока понижается, неизбежно появляется тенденция для некоторой части молочного сахара выкристаллизовываться. Эта кристаллизация должна по необходимости продолжаться до тех пор, пока не осядет весь молочный сахар, находящийся в излишке против точки насыщения при температуре, до которой охлаждено молоко.

Кристаллизация прогрессирует неравномерно и не с такой скоростью, с какою охлаждается молоко. На первых стадиях охлаждения кристаллы образуются медленно, скорость кристаллизации увеличивается по мере понижения температуры и достигает максимума при температуре около 30° Ц, после чего она уменьшается до тех пор, пока через некоторое время не будет достигнута окончательная температура охлаждения. Точная температура, при которой скорость кристаллизации бывает наивысшей, колеблется в зависимости от концентрации и процента всех сухих веществ и от вязкости продукта.

Кристаллы молочного сахара обусловливают ровную глянцевитую поверхность законченного продукта. Если они чрезвычайно мелкие, то продукт бывает ровным и глянцевитым, каким он и должен быть; если же они крупные или если крупные кристаллы находятся в больших количествах, то продукт принимает песчанистую структуру, что является нежелательным.

Следовательно, задача приготовления сгущенного молока с ровной поверхностью заключается не в том, чтобы избежать вообще кристаллизации молочного сахара. Будучи в излишке сверх насыщения, та часть молочного сахара, которая служит причиной перенасыщения, должна в силу необходимости выкристаллизоваться, и кристаллизация будет продолжаться до тех пор, пока в водной части молока не останется растворенный сахар, насыщающий ее при данной температуре.

Решение задачи производства сгущенного молока с ровной поверх-

ностью и свободного от песчанистости заключается в проведении процесса охлаждения таким образом, чтобы обеспечить образование очень мелких кристаллов и избегнуть развития крупных кристаллов и их скоплений. Для того чтобы воспрепятствовать образованию крупных кристаллов, необходимо вести кристаллизацию при таких условиях, при которых образовавшееся бесчисленное множество мелких кристаллов в сущности равнялось бы количеству молочного сахара, находящемуся в излишке сверх насыщения.

Учение о кристаллизации молочного сахара и практическое его применение полностью объяснены в главах XXII и XXIV. Читателю необходимо хорошенько познакомиться с содержанием этих глав при желании понять причины порока песчанистости и осадка на дне в банках сгущенного молока с сахаром и организовать процесс охлаждения таким образом, чтобы предотвратить эти пороки. Достаточно сказать, что практически опытом было найдено и подтверждено научными исследованиями, что наилучшие результаты получаются тогда, когда в процессе охлаждения предусмотрен промежуточный период, во время которого ускоряется образование мелких кристаллов. Этот промежуточный период или период усиленной кристаллизации находится приблизительно между 30° и 24° Ц. Верхний предел может быть несколько выше при молоке с высокой концентрацией и с большим процентом сухих веществ, потому что в таком молоке процент молочного сахара часто высок, а процент воды—низок. Такая комбинация повышает концентрацию молочного сахара в воде и вызывает относительно высокие температуры насыщения и перенасыщения.

Продолжительность периода усиленной кристаллизации должна быть приблизительно от 15 до 25 минут. Охлаждение от температуры вакуум-аппарата до температуры усиленной кристаллизации и охлаждение от этой точки до конечной температуры должно быть выполнено настолько быстро, насколько это допускают возможности. Желательно охладить молоко до температуры около 17° Ц.

Кристаллизация во время промежуточного периода или периода усиленной кристаллизации (от 30° до 24° Ц) сильно ускоряется добавлением небольшого количества сгущенного молока с сахаром варки предыдущего дня или же небольшого количества пудры молочного сахара. Этот «затравочный» материал следует добавлять к молоку при надлежащей температуре, которая несколько колеблется в зависимости от концентрации молочного сахара—в водной части сгущенного молока. Эта температура бывает около 30° Ц, т. е. «затравочный» материал необходимо добавлять в начале периода усиленной кристаллизации, как полностью объяснено в главах XXII и XXIV. Такое внесение в охлаждающееся молоко кристаллов или «зерен» оказывает огромное влияние на скорость кристаллизации и в значительной степени способствует образованию весьма мелких кристаллов.

Таким образом период усиленной кристаллизации обеспечивает сочетание наиболее благоприятных факторов для быстрого образования кристаллов. При такой температуре молочный сахар находится в состоянии перенасыщения, а относительно низкая вязкость допускает нормально быструю диффузию молочного сахара. Это вместе с энергичным помешиванием и внесением затравки способствует образованию небольших кристаллических центров в столь больших количествах, что прежде чем эти кристаллы в состоянии вырасти до нежелательно крупного размера, состояние перенасыщения сводится к состоянию насы-

щения. При точке насыщения излишнего сахара в сгущенном молоке не существует. В таком состоянии преобладает устойчивость кристаллов; они остаются навсегда мелкими. Когда практикуется внесение затравки, то промежуточный период или период усиленной кристаллизации можно сократить приблизительно до 15 минут.

Способы охлаждения сгущенного молока с сахаром. Механическое оборудование и способы, применяемые для охлаждения сгущенного молока с сахаром, на разных заводах значительно разнятся между собой. Молоко охлаждается в 38-литровых флягах с помощью мешалок, причем фляги вращаются в баках, содержащих охлаждающую воду, или молоко пропускают через холодильник со змеевиком, погруженным в охлаждающую воду, или молоко охлаждают посредством трубчатого холодильника, или же охлаждение производится в ваннах с вращающимся змеевиком.

Охлаждение в 38-литровых флягах. Это самый старый и в механическом отношении наиболее примитивный и требующий много труда способ. Однако с точки зрения регулирования кристаллизации и получения ровной глянцевитой поверхности он оказался эффективным и им все еще пользуются на очень многих заводах.

Оборудование состоит из тяжелого железного бака, вмещающего от 12 до 48 тридцативосьмилитровых фляг. Дно этого бака оборудовано системой сообщающихся друг с другом зубчатых горизонтальных дисков. Эти диски покоятся на неподвижных осях, выступающих со дна бака. Диаметр дисков бывает соответствующего размера для того, чтобы разместить по одной фляге на каждом, и вся система дисков приводится в движение посредством червячной передачи, связанной с трансмиссией у одного конца бака.

Фляги, наполненные горячим молоком, поднимают в бак и устанавливают на зубчатых дисках. Вставляют соответствующие мешалки для отскребания внутренних стенок фляг и прикрепляют их к поперечным перекладинам, прочно установленным поверх бака. Мешалки неподвижно удерживаются поперечными перекладинами и надавливаются на периферию фляг посредством пружин. Во время работы фляги вращаются и молоко помешивается неподвижными мешалками.

Принцип сходен с принципом устройства машин для приготовления мороженого. Некоторые работники предпочитают пользоваться двумя мешалками в каждой фляге, скребущими противоположные стороны.

Для того чтобы это оборудование работало удовлетворительно, так чтобы помешивание было равномерным и стороны фляг выскребались бы надлежащим образом, оси на дне бака должны быть прочно и правильно установлены, мешалки должны быть с прямыми краями и они должны удерживатьея в таком положении, чтобы могли скрести всю сторону фляги сверху донизу; фляги должны иметь прямые стенки, свободные от измятин.

Эти баки для охлаждения снабжены трубой для распределения холодной воды и должны иметь паропровод для регулирования температуры. Если в молоко не подлежит внесение затравки, то лучше всего начать охлаждение водою при умеренной температуре 26° Ц и затем постепенно допускать холодную воду. Когда температура молока понизится приблизительно до 30° Ц, то температуру воды следует регулировать таким образом, чтобы дальнейшее охлаждение молока до 24° Ц заняло от 20 до 25 минут. После этого охлаждение можно продолжать

до окончательной температуры, которая составляет около 17° Ц, с такой быстротой, какая допускается условиями водоснабжения (рис. 44).

Если в молоко надлежит внести затравку кристаллами сахара во время периода усиленной кристаллизации, то можно пользоваться холодной водой сначала. Затравочный материал добавляют к молоку в начале периода усиленной кристаллизации (30° Ц). Добавляют по чайной ложке пудры молочного сахара или небольшое количество сгущенного молока из партии от предыдущего дня к каждой фляге. Принимают меры предосторожности против загрязнения.

По окончании охлаждения мешалки удаляют, очищают и промывают и фляги передают на разливочную машину.

Охлаждение посредством пропускания молока через змеевик, погруженный в холодную воду. Эта система охлаждения сгущенного молока с сахаром применяется на американских заводах в течение многих лет. Ее преимущество над охлаждением во вращающихся флягах заключается в том, что она значительно уменьшает время и труд, потребные для охлаждения, и предохраняет молоко от загрязнения через воздух. При этой системе молоко обыкновенно опоражнивается из вакуум-аппарата в бак для стандартизации. Из бака для стандартизации его накачивают при помощи насоса с высоким давлением через ряд змеевиков, которые погружены в холодную воду. В то время как эта система оказалась весьма удовлетворительной с точки зрения быстроты охлаждения и однородности результатов, законченный продукт оказался не вполне ровным, как можно было бы пожелать. Точно так же при этой системе идеальным порядком для обеспечения максимальной ровности продукта было бы применение принципа трех последовательных периодов охлаждения, как разъяснено в предыдущих параграфах. Для этой цели следовало бы пользоваться одним комплектом змеевиков для охлаждения от температуры вакуум-аппарата до температуры усиленной кристаллизации (около 30° Ц), затем выпустить молоко в бак усиленной кристаллизации, снабженный мешалкой, где вносится затравка, и оно размешивается от 15 до 25 минут, в течение которых температура понижается от 30° Ц до 25° Ц. Отсюда молоко накачивается через второй охлаждающий комплект змеевиков, в котором его температура понижается примерно до 17° Ц.

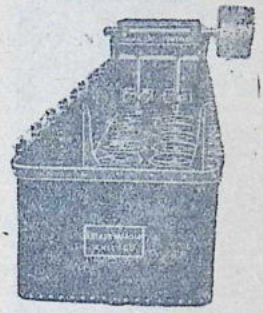


Рис. 44. Ванна для охлаждения сгущенного молока с сахаром.

Однако для достижения наилучших результатов по этому способу необходимым условием является чистка змеевиков первого холодильника, чтобы избежать попадания затравки в горячее молоко при температуре вакуум-аппарата, при которой имеется склонность к образованию крупных кристаллизационных центров, прежде чем будет достигнута надлежащая температура выдерживания. К сожалению, чистка змеевиков после каждого употребления, даже первых их звеньев, не очень практична, и по этой причине едва ли их можно рекомендовать. Применение бронзовых или луженых медных трубопроводов вместо железных является определенным преимуществом с точки зрения уменьшения

нежелательного влияния попадания затравки в горячее сгущенное молоко, когда пользуются погруженными в воду змеевиками, наполненными старым сгущенным молоком. Система бронзовых и медных труб охлаждает горячее молоко гораздо быстрее, так что период, во время которого это автоматически обогащенное затравкой молоко имеет шансы образовать крупные кристаллы, существенно сокращается и опасность от песчанистости уменьшается. Впускание холодной воды с того конца бака, где находится горячее молоко, еще больше ускоряет охлаждение поступающего молока.

У большинства американских заводов, которые охлаждают по способу хол дильника со змеевиком, погруженным в воду, охлаждение производится одной операцией и сгущенное молоко охлаждается приблизительно до 24° Ц с довольно хорошими результатами с точки зрения ровной консистенции продукта и отсутствия осадка сахара (рис. 45 и 46).

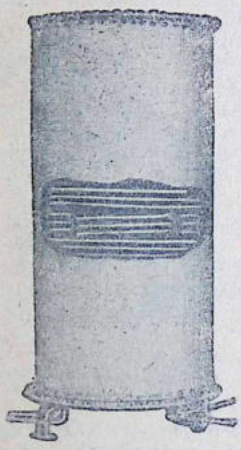


Рис. 45. Холодильник с погруженным в молоко змеевиком.

Видоизменение холодильника со змеевиком, погруженным в холодную воду, для сгущенного с сахаром молока предусмотрено фирмой бр. Можонье и К°,

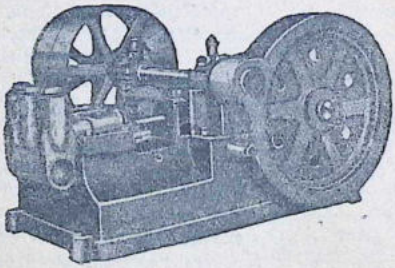


Рис. 46. Насос для сгущенного молока с сахаром, действующий под высоким давлением.

которая снабжает заводы полным комплектом от вакуум-аппарата до баков для хранения.

Это оборудование состоит из вертикального бака, снабженного двумя рядами змеевиков, погруженных в холодную воду. Эти змеевики имеют около 3 *см* в диаметре и длину от 18 до 21 *м*, причем требующаяся длина зависит от температуры, до которой желательно охладить сгущенное молоко, и от температуры охлаждающей воды. Змеевик обыкновенно представляет собою медную трубу, вылуженную внутри. Предпочитают медную трубу вследствие ее большей теплопроводности.

Холодильник с змеевиком, погруженным в воду, соединяется у своего входного отверстия с насосом высокого давления и у своего выходного отверстия с одним или более большим эмалированным стальным баком для выдерживания (вместимостью обычно около 20 000 литров). Каждый из этих баков для выдерживания оборудован мощной приводимой в действие при помощи мотора вертикально наклоненной мешалкой, тоже эмалированной. Мешалка вращается со скоростью около 12 оборотов в минуту.

Во время охлаждения по этому способу горячее сгущенное с сахаром молоко выливают из вакуум-аппарата, предпочтительно самотеком, в бак для стандартизации, установленный на весах. Когда все сгущенное молоко одной и той же партии перемещено в этот бак, его стандартизуют до желательного процентного соотношения сухого вещества, как указано в главе VIII.

Из этого бака для стандартизаци горячее сгущенное молоко накачивают посредством насоса с высоким давлением через змеевики, погруженные в холодную воду, в баки для охлаждения. Водоснабжение к этому баку автоматически регулируется термостатом с тем, чтобы охладить сгущенное молоко до желательной температуры (обыкновенно 24° Ц).

Сгущенное молоко остается в холодильнике с змеевиком, погруженным в воду, около шести минут, т. е. протекает шесть минут со времени его поступления в змеевик и пока оно не достигнет выхода. Отсюда теперь охлажденное сгущен ое молоко стекает в бак для выдерживания, где его немедленно помешивают в продолжение нескольких часов.

Те, кто пользуются комплектом Можоннье для охлаждения и помешивания, отмечают, что получившийся в результате продукт имеет ровную консистенцию, лишен песчанистости и без осадка сахара при хранении. При таком оборудовании и способе холодильник с погруженным в воду змеевиком не опоражнивается после употребления. Следовательно поступающее горячее молоко обогащается затравкой из старого молока. Однако быстрота охлаждения здесь весьма значительна. Это может понизить температуру горячего «затравочного» молока в достаточной степени для того, чтобы ограничить образование очень крупных кристаллов до ничтожного минимума. Кроме того эта система исключает период усиленной кристаллизации. Но температура, до которой молоко охлаждается и при которой оно подвергается продолжительному помешиванию, соответствует нижнему пределу температуры периода усиленной кристаллизации. Столь продолжительное помешивание при такой температуре может дать в результате весьма полное осаждение в виде очень мелких кристаллов большей части молочного сахара, находящегося в излишке против насыщения. Поэтому оно может также сделать ненужным дальнейшее охлаждение до более низкой температуры, так как относительно устойчивое состояние насыщения уже достигнуто. Этот способ упрощает процесс охлаждения с точки зрения механики и при надлежащем регулировании температуры для молока различных концентраций и содержания сухого вещества, он имеет все возможности для успешного производства однородного молока.

Закрытый комплект машин для непрерывного охлаждения сгущенного с сахаром молока имеет дополнительное преимущество, заключающееся в том, что молоко не подвергается действию внешнего воздуха в продолжение всего процесса охлаждения во время его перехода из вакуум-аппарата в бак для хранения. Это помогает предохранить молоко после сгущения от загрязнения пылью, мухами и бактериями.

Охлаждение посредством трубчатого холодильника. За последние годы некоторые американские заводы сгущенного молока приняли холодильник с внутренними трубами для охлаждения сгущенного с сахаром молока. Принцип здесь, очевидно, сходен с принципом холодильника со змеевиком, погруженным в воду. Преимущество трубчатого холодильника заключается в большей доступности отдельных труб. Каждую секцию труб или каждую трубу можно

соединить непосредственно с водопроводом, подающим воду для охлаждения. Это улучшает регулирование температуры молока.

В самое последнее время некоторые заводы установили у себя трубчатые холодильники, в которых эти трубы сделаны из луженой меди. Так как холодильник такого типа подвергается сильному давлению, то медные трубы и арматура должны быть прочной конструкции. Для этой цели стенки медных труб должны быть толщиною в 0,8 *см*.

Пока что трубчатые холодильники применяются для охлаждения сгущенного молока в один прием, и те, кто пользуется ими, утверждают, что тем самым обеспечивается продукт однородной структуры. Однако и при такой системе применение периода усиленной кристаллизации, без сомнения, еще больше улучшило бы однородность молока (рис. 47).

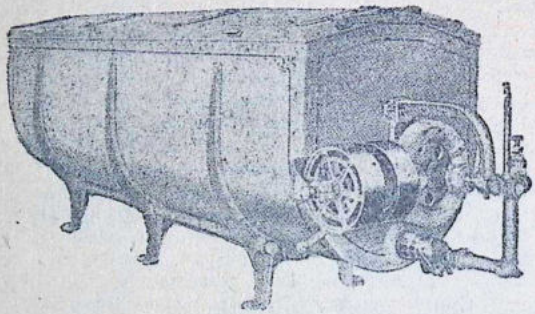


Рис. 47. Горизонтальная ванна с змеевиком для охлаждения сгущенного молока.

Эти трубчатые холодильники не освобождаются от сгущенки после дневной работы. Это вынуждает при начале работы на следующий день пускать насос весьма высокого давления, для того чтобы очистить трубы от старого холодного и очень вязкого молока. Трудности здесь можно свести до минимума, пропустив небольшое количество теплой воды по окружающей внутренние трубы внешней трубе при начале работы. Теплая вода ослабляет неподвижность старого, холодного молока по внутренней трубе и таким образом облегчает его удаление. Холодильники с внутренними трубами следует полностью освобождать от молока и прочищать по крайней мере один раз в неделю.

Охлаждение в ваннах с качающимся змеевиком. Другой вид оборудования, которое нашло применение для охлаждения сгущенного с сахаром молока, представляет собою ванну с качающимся змеевиком. Для этой цели пользуются ваннами как с вертикальным, так и с горизонтальным змеевиком. Преимущество ванны с вертикальным змеевиком заключается в том, что она сводит к минимуму проникновение воздуха. Утверждают, что при таком устройстве змеевика воздух, наоборот, удаляется из молока.

Однако ванны с вращающимися змеевиками оказались не весьма эффективными в отношении предотвращения песчанистости и осадка в сгущенном с сахаром молоке, когда ими пользуются для охлаждения,

не учитывая периода усиленной кристаллизации. Не исключена возможность, что этим типом холодильника можно было бы с успехом пользоваться на принципе охлаждения в три приема, объясненного в предыдущих параграфах. В таком случае охлаждение от температуры вакуум-аппарата приблизительно до 30° Ц следует производить быстро. Затем молоко необходимо снабдить затравкой, прибавив к нему сгущенного молока из продукции за предшествующий день. Следует продолжать помешивать в течение от 15 до 25 минут, поддерживая температуру 30° Ц или несколько ниже. После периода усиленной кристаллизации молоко охлаждают приблизительно до 18° Ц настолько быстро, насколько это возможно (рис. 48).

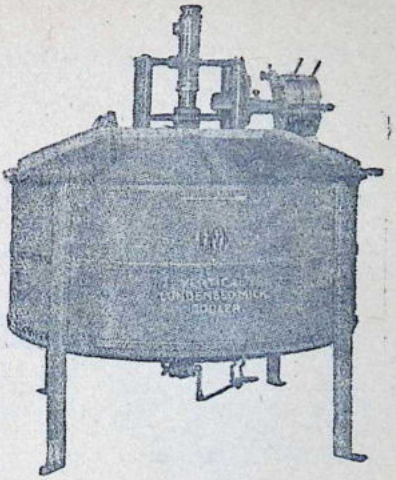


Рис. 48. Вертикальная ванна с змеевиком для охлаждения сгущенного молока.

Сомнительно, является ли помешивание в ванне с качающимся змеевиком достаточно энергичным и охлаждение до периода усиленной кристаллизации достаточно быстрым для того, чтобы обеспечить желательные результаты. Помешивание можно существенно улучшить прикреплением к змеевикам продольных планок. Возможно, что ванну со змеевиком можно применять с успехом, когда ею пользуются только лишь как частью оборудования для охлаждения, вместо того, чтобы производить в ней все охлаждение. Таким образом для охлаждения от температуры вакуум-аппарата до температуры периода усиленной кристаллизации (приблизительно до 30° Ц) можно с успехом пользоваться трубчатым холодильником или змеевиком, погруженным в холодную воду, тогда как обработку во время усиленной кристаллизации и охлаждение до окончательной желательной темпер туры (около 18° Ц) можно производить в ванне с качающимся змеевиком. Такое сочетание трубчатого холодильника или холодильника-змеевика и ванны с качающимся змеевиком сократило бы время, требующееся для охлаждения, и возможно, что это также улучшило бы результаты, получающиеся при пользовании одной ванной с качающимся змеевиком.

ГЛАВА X

Упаковка сгущенного молока с сахаром

Сгущенное молоко с сахаром сбывают потребителю или в бочках или в герметически закрытых жестяных банках.

В б о ч к а х. Обычно пользуются бочками, похожими на бочки для глюкозы. Они содержат от 135 до 315 *кг* сгущенного молока. Для упаковки необходимо пользоваться новыми бочками. Наиболее удовлетворительными являются бочки, покрытые внутри парафином или силикатом натрия, так как они лучше защищены от появления спор плесени. Опасно пользоваться старыми бочками из-под глюкозы, так как содержащиеся в них остатки глюкозы могут вызвать брожение сгущенного молока. Новые бочки пропариваются и тщательно просушиваются. Наполнение облегчается посредством применения большой воронки с выходным отверстием, имеющим 4 *см* в диаметре или обыкновенного молочного ведра с выходным отверстием в его дне такого же диаметра. После наполнения отверстие прикрывают двойным слоем сырой серпянки и затычку вгоняют вровень с клепкой. Товар в бочках сбывают в пекарни и на конфетные фабрики.

В б а н к а х. Товар в банках предназначается для розничного потребителя. Банки бывают емкостью от 0,25 до 4,5 литра сгущенного молока. Большинство образцов жестяных банок для сгущенного с сахаром молока имеет небольшое отверстие от 1 до 2 *см* в диаметре, через которое их наполняют. Банки, известные и продающиеся под торговым наименованием «санитарная банка», наполняются прежде чем накладывается крышка. Сгущенное молоко с сахаром представляет собою полужидкую массу вязкой и липкой консистенции. Поэтому успешное и быстрое наполнение банок, не проливая молока через верх банки, несколько затруднительно. Если это делать вручную, то работа идет очень медленно. Поэтому сконструировано много оригинальных машин, которые являются более или менее эфективными и заканчивают разливку по банкам, не разбрызгивая молока. Разливочные машины, которыми теперь пользуются, различаются от примитивного ручного приспособления, в котором сгущенное молоко вытесняется поворотом рычага рукою, и до наиболее совершенных форм автоматических разливочных машин. В таких разливочных машинах все части, приходящие в соприкосновение со сгущенным молоком, делаются из бронзы. Они обыкновенно бывают снабжены резервуаром, приемным баком или ковшом, который имеет автоматическую подачу, обычно состоящую из поплавка, прикрепленного к клапану и регулирующего подачу соразмерно с выпуском. Выход регулируется таким образом, что можно наполнить банку любого размера с замечательной степенью точности, за исключением галлонных 4,54-литровых, которые обыкновенно напол-

няются вручную. Такого типа машины обычно наполняют от двух с половиной до трех тысяч банок в час (рис. 49).

Эти машины—сложной конструкции и требуют за собой надлежащего ухода. Лучше всего их тщательно прочищать каждый день после работы. Но так как внутренние части машины герметически закрыты, то полную их промывку можно произвести только один раз в неделю; при этом условии производительность машины существенно не понижается. Для тщательной чистки разливочную машину следует разобрать, удалив все отнимающиеся части, как напр. клапаны, поршни, трубы и т. д. Освободив части от всех остатков сгущенного молока, их необходимо промыть кипятком, просушить и поместить обратно в машину. Для того чтобы уберечься от возможного загрязнения сгущенного молока остатками промывочной воды, рекомендуется отказаться от нескольких первых банок при следующем разливании. Когда машина стоит в бездействии, ее необходимо прикрыть чистым сукном или клеенкой для защиты от пыли, мух и т. п.

Тотчас же по наполнении банок их необходимо закрыть. Если им дать стоять открытыми, то пыль, грязь и мухи или другие насекомые могут проникать внутрь, а продолжительное соприкосновение сгущенного молока с воздухом и светом вызывает на поверхности образование корочки и развитие сального привкуса.

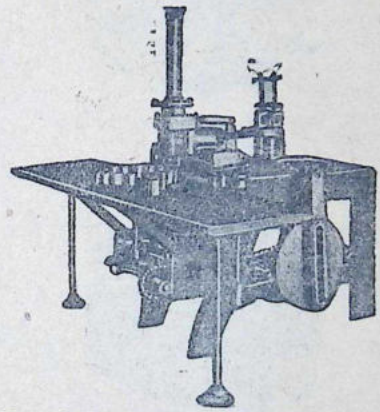


Рис. 49. Разливочная машина для сгущенного молока с сахаром.

Укупорка банок

Виды укупорки. Упаковка должна быть непроницаемой для возлуха и достаточно прочной для того, чтобы не разбиться при грубом обращении, которому подвергаются банки во время перевозки. Существует несколько способов укупорки банок, которые зависят главным образом от типа банки. Большинство употребляемых банок запаивается припоем. Вокруг отверстия имеется выемка, в которую плотно входят края крышки и которая (выемка) затем наполняется припоем. У банок, которые укупориваются без припоя, крышки или же небольшое, но центральное, отверстие накладываются на банку таким образом, чтобы получилась герметическая упаковка. Упаковка Мак-Дональда с притертой крышкой, упаковка Джиби с ввинчивающейся головкой и упаковка «санитарной» банки с крышкой банки, накладываемой после наполнения, являются главными типами укупорки без припоя (рис. 50, 51, 52 и 53). При укупорке Мак-Дональда плотно пригнанная крышка с широким фланцем вдавливается в отверстие. Банка с крышкой проходит под рядом стальных роликов, которые плотно прижимают фланец к верху банки. Такая укупорка очень проста, но не очень прочна и не является герметически плотной. При укупорке Джиби вокруг отверстия банки высовывается вертикальный шов. После того как вставлена головка, крышка ее накладывается поверх этого края посредством завинчивания.

Такая укупорка может быть прочной, но она не является герметически плотной. Санитарная банка во время наполнения бывает совершенно открыта с одного конца. Крышка или конец обжимаются вокруг корпуса банки посредством вращающихся роликов. Такая укупорка бывает нормально прочной и обыкновенно герметически плотной. Главные преимущества укупорки без припоя заключаются в экономии труда и в уменьшении расходов, благодаря отсутствию припоя.



Рис. 50. Укупорка банки с помощью припоя.



Рис. 51. Санитарная банка.

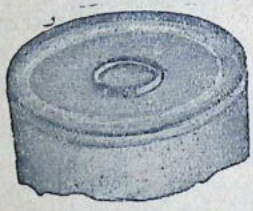


Рис. 52. Укупорка Джиби.

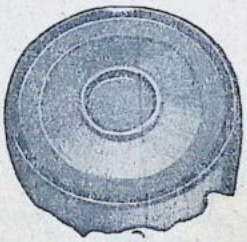


Рис. 53. Укупорка Мак-Дональда.

Приспособления и машины для закупоривания. Закупоривание всяких беспripойных банок производится специально сконструированными закаточными машинами.

Для запаивания имеются разные машины, но такая работа пока еще в большом объеме производится вручную. Для этого употребляются разного рода медные паяльные инструменты, медные концы которых нагреваются в паяльных печах или горнах; паяльные медные инструменты можно оборудовать газовым или электрическим приспособлением для автоматического нагревания (рис. 54 и 55). Некоторые медные паяльные инструменты имеют полые круглые концы с диаметром, равным диаметру запаиваемой банки, как показано на прилагаемом рисунке. Обыкновенные медные паяльные инструменты с тупым концом, какие являются общепринятыми у медников, не вполне удовлетворительны. Если их не вытянуть и не обработать напильником так, чтобы концы были тонкими, то применение их не будет способствовать чистой работе, производительность тогда будет сравнительно незначительной, а потери—значительными. Когда имеется под руками газ, можно с удоб-

ством пользоваться автоматическими медными паяльниками. У этого инструмента медный кончик, длинный и тонкий, автоматически нагревается истечением газа, проходящего через рукоятку и горящего у медного конца. Рукоятка этого прибора соединена с трубами для газа и воздуха посредством гибкого резинового шланга. Не теряется времени на ожидание пока нагреется медь, и пламя можно регулировать таким образом, что температура медного конца остается равномерной. Это имеет важное значение, так как точная работа невозможна, если медные инструменты не имеют надлежащей температуры. Для этой цели теперь можно пользоваться электрическими медными паяльниками.

Механическое запаивание теперь быстро вытесняет запаивание вручную. Принцип более старых типов паяльных машин состоял в том, что жестяные банки помещались на вращающиеся диски. Головка удерживалась на месте посредством надавливающего на нее вертикального стержня. Затем припой накладывали вручную, держа медный паяльник над желобком в банке во время вращения банок. Этот способ не имеет особого преимущества над ручным паянием. Если и была экономия времени, то лишь небольшая, и качество работы было немногим лучше, если оно вообще было лучше (рис. 56). Теперь имеются паяльные машины новых систем, в высшей степени сложно сконструированных, и их работа на заводах с крупным производством дает экономию труда и времени.

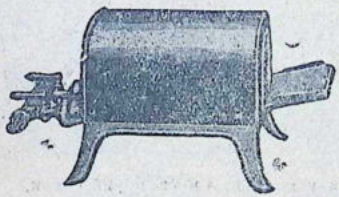


Рис. 54. Паяльный горн.



Рис. 55. Удобное приспособление для запаивания банок вручную.

Припой. Припой, которым пользуются для запаивания, должен быть стандартного состава. Там, где запаивание производится вручную, удобнее всего пользоваться припоем в виде тонких брусков или проволоки. Проволока обыкновенно покупается уже разрезанной на части, причем в каждом таком отрезке содержится достаточно припоя для запаивания одной банки. В паяльных машинах более новых конструкций паяльная проволока подается автоматически с катушек. Чем меньше отверстие банки, тем меньше требуется припоя для запаивания. Однако отверстием менее 0,9 *см* в диаметре уже неудобно пользоваться вследствие затруднения при наполнении банки таким вязким продуктом, как сгущенное молоко. Требования, предъявляемые к удовлетворительному запаиванию, следующие: отсутствие утечки, чистая и быстрая работа, небольшое количество припоя. Помимо размера отверстия банки количе-

ство употребляемого припоя зависит от опытности паяльщика. Начинающие обыкновенно запаивают неровно, тратят много припоя впустую и имеют много «текучих» банок. Это происходит главным образом вследствие незнания ими надлежащей температуры паяния меди. Опытный паяльщик обычно использует от 0,9 до 1,4 *кг* припоя на одну тысячу жестяных банок с отверстиями среднего размера. В день он запаивает от 1 500 до 2 500 банок.

Паяльная кислота. Пользование припоем требует применения паяльной кислоты для того, чтобы подготовить поверхность жестянки для припоя. Кислота всегда предшествует припою. Когда пользуются горячим припоем, часть кислоты непременно просачивается внутрь между крышкой и банкой. Поэтому нельзя не осуждать общепринятого обычая

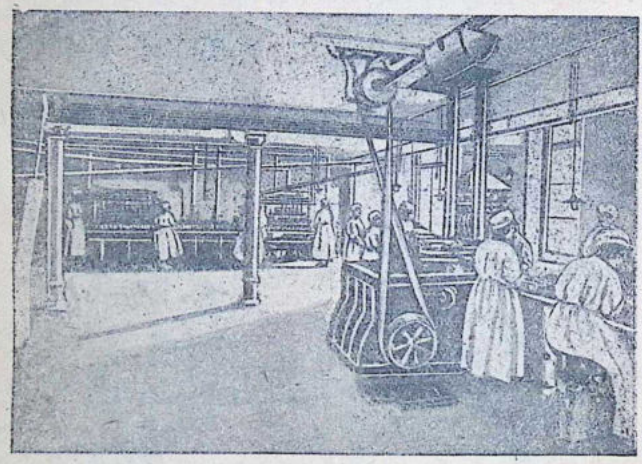


Рис. 56. Помещение для наполнения и укупорки банок.

пользоваться хлористым цинком или тому подобными содержащими кислоту веществами, которые являются весьма ядовитыми. Их наличие в банке может подвергнуть риску здоровье потребителя, так же как и свойства продукта. Существуют другие вещества, которые совершенно безвредны, дают удовлетворительные результаты, если ими правильно пользоваться. Сюда принадлежит сухая, измельченная в порошок канифоль или же канифоль, растворенная в алкоголе или газолине. Хлористый аммиак не так хорошо пригоден для этой цели, между тем как им пользуется большинство заводов, вырабатывающих жестянки. Теперь можно достать припой, содержащий в себе необходимые вещества.

Так напр. паяльная проволока в том виде, как она подается с катушек для механического паяния, может быть внутри полой и наполненной измельченной в порошок канифолью.

Подача газа. Достаточная и непрерывная подача газа имеет существенное значение. Там, где нельзя достать естественного газа или газа от городской сети, завод должен полагаться на свой собственный генератор. Для нужд завода сгущенного молока пригодно оборудование для полу-

чения газолинового газа. Газ газолин получается посредством пропускания атмосферного воздуха поверх массы газолина или сквозь нее. Смесь воздуха и паров газолина и образует газолиновый газ. Газогенераторы, которыми пользуются, состоят главным образом из карбюратора, воздушного насоса или воздуходувки и регулятора.

Рис. 57 иллюстрирует один из позднейших улучшенных типов газовых машин. Эта стандартная автоматическая газовая машина состоит из генератора, воздуходувки с положительным давлением на выходном клапане, с тяжелым из оцинкованного железа запасным барабаном, с ртутным манометром и необходимыми трубами, кранами и арматурой.

Воздух подается воздуходувкой, и газолин накачивае ся и автоматически подается в нагреваемый паром генератор, где струя воздуха превращается в газ и течет к горелке на заводе через трубопровод, имеющий одну линию. Открывается газолиновый игольчатый клапан для того, чтобы пропустить газолин в автоматический подающий кран через фильтр, который не дает грязи или другим посторонним веществам мешать регулированию подачи. Автоматический регулирующий кран подает без перерыва точную пропорцию газолина, соответствующую количеству воздуха, проходящего через генератор. Паровой испаритель в генераторе превращает брызги газолина в пар при высокой температуре и этот пар смешивается с нагретым воздухом при одинаковой температуре. Газ подается под положительным равномерным давлением через единственный трубопровод; смешавшись надлежащим образом с воздухом, он бывает сухим и тем самым устраняет опасность конденсации и замораживания, встречающуюся в работе некоторых машин более старого типа.

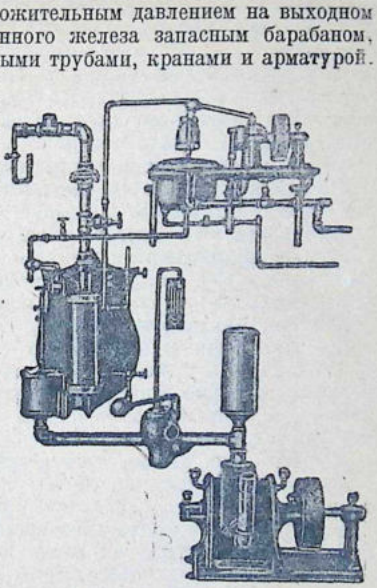


Рис. 57. Газогенератор (полный комплект).

Соблюдение санитарных требований во время упаковки

Исследования всевозможных причин порчи сгущенного молока с сахаром неоднократно показывали, что многие серьезные пороки сгущенного молока, которые дорого обходятся, вызываются загрязнением сгущенного молока по выходе его из вакуум-аппарата. Развитие белых и желтых местных уплотнений под крышкой вследствие роста плесени и быстрое загустевание с течением времени, когда оно происходит под действием бактерий, являются примерами пороков, которые могут произойти только в результате вторичного загрязнения сгущенного молока. Большинство других причиняемых бактериями пороков происходит также

в результате загрязнения между вакуум-аппаратом и закупоркой жестянок.

Наиболее известными источниками такого вторичного загрязнения является нечистое оборудование для охлаждения, нечистые разливочные машины, нечистые жестяные банки и крышки. Необходимо уделить большое внимание вопросу о содержании всего оборудования от вакуум-аппарата до баков для хранения в чистом и санитарном состоянии и пользованию только стерилизованными банками. Банки делаются из листовой белой жести различных степеней чистоты, с которой обращаются таким образом, что невозможно уберечься от загрязнения. Часто банки складываются в таких местах, где они не защищены от пыли и от загрязненного воздуха. Наполнение т ких банок сгущенным молоком непременно вызовет его загрязнение, и во многих случаях это загрязнение может значительно сократить срок возможного его хранения и привести к серьезным порокам, которые обесценят готовый продукт.

Во избежание этого все жестяные банки перед наполнением необходимо простерилизовать. Наиболее упрощенный стерилизатор для порожних банок можно легко сконструировать в виде нагретого тоннеля, в котором жестянки в опрокинутом состоянии проходят над целым рядом газовых горелок. Этот способ с успехом применяется на многих европейских заводах сгущенного молока, и он в значительной мере разрешил для них задачу предотвращения появления местных уплотнений и устранения бактериального загустевания. Крышки также следует стерилизовать и содержать стерильными пока они не потребуются. Банки необходимо герметически закупоривать для того, чтобы предотвратить последующее загрязнение и не допускать внутрь воздуха, который ускоряет рост микробов.

Также очень важно, чтобы сгущенное молоко было закупорено в банки по возможности тотчас же после охлаждения. Прежде чем молоко разливают в банки, оно соприкасается с воздухом. Это способствует росту и размножению тех микроорганизмов, которые развиваются только при наличии воздуха, как напр. зародыши дрожжей. Некоторые виды дрожжей выделяют энзимы, которые обладают способностью вызывать брожение сахарозы, причиняя вздутия банок (бомбаж). Эти энзимы не нуждаются в воздухе для своей деятельности. Поэтому, если сгущенное молоко перед разливанием в банки соприкасалось с воздухом в течение достаточно долгого времени для того, чтобы вызвать обильный рост этих дрожжей, их энзимы могут оказаться в достаточном количестве, чтобы вызвать брожение продукта после того, как он закупорен в банки. Быстрое закупоривание охлажденного сгущенного молока нужно рассматривать как важную меру предосторожности против появления вздутий.

Для дальнейшего подтверждения важности поддержания на заводе чистоты и санитарии, которая сводит загрязнение к минимуму, можно сослаться на выводы Савиджа и Ханвика (22) из Департамента научных и промышленных изысканий в Лондоне. Эти исследователи произвели самое всестороннее и исчерпывающее изучение бактериальных пороков сгущенного молока с сахаром. Выводы по их обширному докладу представлены в следующем виде:

«Разделы этого доклада, имеющие отношение к бактериологии, весьма ясно показывают, что главная причина того, что банки со сгущенкой становятся порочными, заключается в присутствии и росте бродильных дрожжей. Если им прекратить доступ или, предположив, что туда про-

никли немногие, создать такие условия, при которых дрожжи не могут размножаться, то большая часть выработанного сгущенного молока осталась бы полноценной и полезной для здоровья.

1. Нагревание молока перед сгущением должно быть эфективным. Наши результаты показывают, что дрожжи находятся в изобилии в большинстве всевозможных образцов молока.

2. Охлаждение сгущенного молока необходимо произвести таким образом, чтобы по возможности избегнуть загрязнения из воздуха. Это, без сомнения, главный недостаток, замеченный на всех заводах, которые были нами посещены.

3. Необходимо уделить исключительное внимание трубопроводам, по которым идет сгущенное молоко; их следует ежедневно разбирать и промывать горячей водой с содой; пар, как средство чистки, не является эфективным.

4. Весьма важно, чтобы сгущенное молоко закупоривалось в банки, как можно скорее.

5. Следует пользоваться только хорошими непроницаемыми для воздуха жестянками. Наши результаты показывают, что непроницаемая для воздуха жестянка является очень важным фактором. Неважно, если попало немного дрожжей, даже если они и выделяют газ, постольку, поскольку они не могут расти. Если в банки проникает воздух, то это служит одним из главных условий, благоприятных для размножения дрожжей.

Если бы всегда соблюдались эти пять условий, предохраняющих от разложения, то мы думаем, что процент испорченных банок был бы доведен до ничтожной цифры».

Более подробные данные относительно пороков сгущенного молока с сахаром приведены в главе XXIV.

Часть III

СГУЩЕННОЕ МОЛОКО БЕЗ САХАРА

ГЛАВА XI

Выпаренное молоко

Сгущенное молоко без сахара вырабатывается и поступает на места сбыта под тремя различными заводскими наименованиями, а именно: выпаренное молоко, простое сгущенное молоко и концентрированное молоко.

Выпаренное молоко—это коровье молоко, сгущенное в вакууме в пропорции от двух до двух с половиной частей свежего молока на одну часть сгущенки. Оно имеет консистенцию жидких сливок и поступает к месту сбыта в герметически закупоренных банках, размер которых колеблется от 225 *г* до 3,785 *л*. Выпаренное молоко консервируется посредством стерилизации паром под давлением. При правильном приготовлении оно сохраняется неопределенно долгое время, но лучше всего оно бывает в свежем виде.

Общее описание оборудования, необходимого для производства выпаренного молока. Потребное оборудование и порядок прохождения молока от весов до стерилизатора показаны на рис. 58.

Не имеется в виду, чтобы совокупность оборудования, изображенного на этой схеме, совпадала во всех деталях с заводской практикой и не обязательно, чтобы каждый содержащийся на схеме аппарат был бы наиболее пригодным по типу, размеру и устройству при всяких условиях. Целью схемы является дать общее понятие о практической распланировке оборудования, потребного и приспособленного для заводского производства выпаренного молока, а именно:

С весов (*1*), где поступающее молоко взвешивается и берется проба, его накачивают насосом (*3*) через фильтр (*4*) и холодильник (*5*) в приемные баки (*6*), где оно стандартизуется до желательного отношения жира к обезжиренному сухому веществу. Из приемных баков его накачивают через подогреватель (*8*) в бак для засасывания (*9*). Из бака горячее молоко поступает в вакуум-аппарат (*10*), и сгущенное молоко выпускается со дна вакуума через выпускной кран (*22*) в приемный бак (*16*).

Для непрерывного процесса сгущения, требующего непрерывного опоражнивания вакуума во время работы, предусмотрен насос (*14*) с низким давлением, чему способствуют контрольный кран (*13*) и отводная труба (*12*). Сгущенное молоко может проходить непосредственно в гомогенизатор (*17*) без заполнения сборного бака (*16*), но наличие такого бака может оказаться полезным в случае перерывов, вследствие повреждений, в поступлении молока между вакуумом и баками для хра-

ления (*19*) и в особенности, когда пользуются прерывной системой сгущения. Из сборного бака сгущенное молоко поступает через гомогениза-

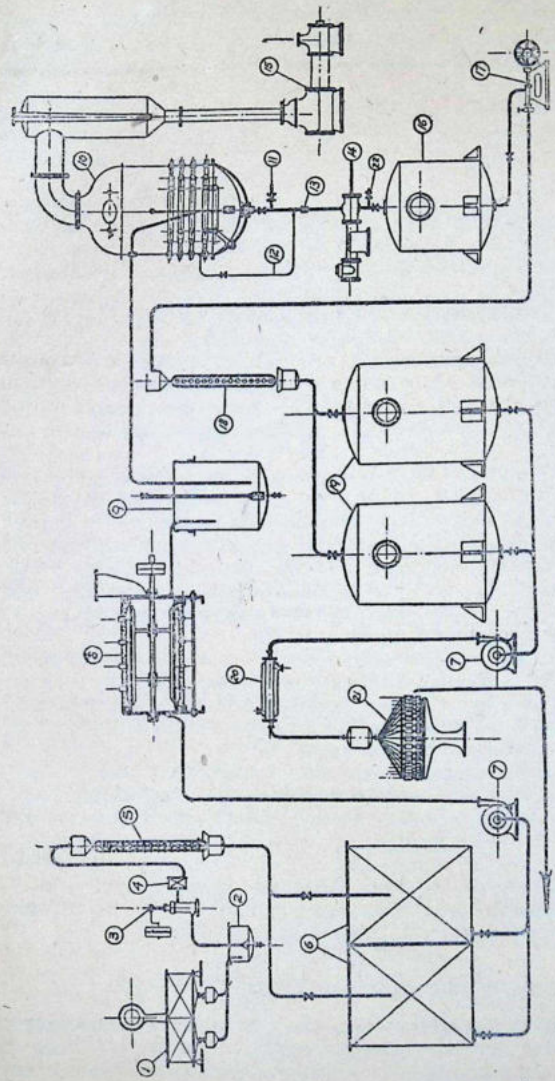


Рис. 58. Оборудование для производства выпаренного молока. *1*—весы для молока; *2*—бак для распределения молока; *3*—насос для накачивания молока; *4*—фильтр для молока; *5*—холодильник; *6*—баки для выдерживания; *7*—насос для накачивания молока; *8*—подогреватель; *9*—горячий котел; *10*—вакуум-аппарат; *11*—соединительный клапан; *12*—отводная труба; *13*—контрольный клапан; *14*—насос для накачивания выпаренного молока; *15*—вакуум-насос; *16*—бак для стандартизации сгущенного молока; *17*—гомогенизатор; *18*—холодильник для выпаренного молока; *19*—баки для хранения; *20*—подогреватель для выпаренного молока; *21*—разливочная машина; *22*—кран для взятия пробы.

вор (*17*) и холодильник (*18*) в баки для хранения (*19*), где его стандартизуют до нужного отношения жира к сухому веществу и выдерживают

холодным пока оно не будет готово для укупорки в банки. Стандартизованное молоко превращается в однородную массу посредством тщательного помешивания в баках для хранения, затем с помощью насоса (7) накачивается через подогреватель для выпаренного молока (*20*) в распределительный бак, из которого оно самотеком поступает в разливочную машину. Из разливочной машины наполненные и укупоренные банки направляются конвейером через контрольный аппарат для обнаружения течи в стерилизатор, где они подвергаются действию пара под давлением, чем уничтожаются содержащиеся в молоке ферменты, и выпаренному молоку придается необходимая прочность и желательная консистенция.

Предпочтительно всю аппаратуру, в которой молоко и сгущенка должны содержаться в течение продолжительного времени, выложить внутри стеклом для ограничения до минимума возможности действия металла на молоко. Это в особенности касается приемных баков, подогревателей и баков для хранения выпаренного молока.

Осмотр и подготовка молока перед производством. При производстве выпаренного молока качество свежего молока имеет даже большее значение, чем при производстве сгущенного молока с сахаром. Это происходит вследствие того влияния, которое оказывают факторы, связанные с качеством свежего молока на поведение выпаренного молока в стерилизаторе, как это подробно объяснено в главе III под заглавием «Снабжение молоком».

Следовательно, тщательный осмотр молока в приемной завода является необходимым мероприятием для успешного производства выпаренного молока. Помимо органолептического испытания взятие пробы молока на кислотность или алкогольная проба мо гут принести существенную пользу. Такие пробы в особенности ценны, когда надо удостовериться относительно сомнительных банок, также, когда завод испытывает затруднения во время стерилизации и назревает потребность выявить источник порока сгущенного молока.

После осмотра молоко взвешивают, берут пробу, фильтруют, охлаждают и собирают в приемные баки, где его стандартизуют до желательного отношения жира к обезжиренному сухому веществу, относительно чего даны подробные указания под заголовком «Стандартизация сгущенного молока с сахаром» в главе IV.

Добавление стабилизаторов казеина. На заводах, где поведение предыдущих партий по отношению к температуре стерилизации показало преимуще тво применения стабилизаторов казеина, как напр. двууглекислого натрия, двуфосфорнокислого натрия или лимоннокислого натрия, обычно рекомендуется добавлять по крайней мере часть потребного количества этих реактивов к несгущенному молоку до начала производства, как объяснено в гл. XIV о «Факторах, влияющих на коагуляцию молока при нагревании».

Предварительное нагревание молока

Процесс предварительного подогревания имеет важное значение для успешного производства выпаренного молока. Температура и продолжительность предварительного подогревания оказывают заметное влияние на точку коагуляции при нагревании. Этот факт был продемонстрирован Роджерсом, Дейшером и Эвансом (23), данные которых приведены ниже в виде таблицы.

Таблица 12

Влияние температуры и продолжительности предварительного подогревания на коагуляцию во время стерилизации

Опыт №	Партия №	Температура подогревания (в ° Ц)	Продолжительность подогревания (минуты)	Температура коагуляции (в ° Ц)
1	782	—	—	95
	783	95	10	125
2	786	95	—	119
	785	95	10	122
	784	95	20	125

Таблица 12 показывает, что выпаренное молоко, приготовленное из неподогретого молока, коагулировало при температуре ниже точки кипения. Эти исследователи заявляют, что влияние предварительного подогревания до 95° Ц обыкновенно сводится к тому, чтобы повысить температуру коагуляции выпаренного молока от 15 и до 30° Ц. Кроме того Лейтон и Дейшер (9) нашли, что подогревание до 65° Ц делает выпаренное молоко менее устойчивым, чем если бы его совсем не подогревать, но что более высокие температуры подогревания вплоть до 95° Ц увеличивают устойчивость, причем точка коагуляции при нагревании выпаренного молока достигает наивысшего предела при 95° Ц и уменьшается при 110 и 120° Ц.

Точные причины, лежащие в основе этого отмеченного влияния температуры подогревания на стабильность выпаренного молока, еще не вполне объяснены. Наше знание об отношении баланса молочных солей и содержания альбумина к точке коагуляции при нагревании выпаренного молока и, кроме того, известный факт, что и растворимые соли кальция и альбумин дают осадок от температур, применяемых при подогревании, придают логичность предположению, что по этим-то именно соображениям предварительное подогревание повышает точку коагуляции при нагревании и стабилизирует казеин. Тот факт, что быстро пастеризованное молоко не свертывается от сычуга и что добавление к такому молоку небольшого количества растворимой соли кальция, как например хлористого кальция, восстанавливает способность казеина к коагуляции, поддерживает объяснение, что подогревание понижает наличие растворимого кальция и удаляет излишек кальция, вызывая более близкий к оптимуму баланс кальция-казеина, тем самым стабилизируя продукт.

Осаждение части альбумина понижает содержание растворимого альбумина в выпаренном молоке и одновременно понижает точку коагуляции продукта при нагревании. См. главу XIV «Влияние альбумина и казеина на коагуляцию при нагревании».

Баланс молочных солей и содержание альбумина изменяются в зависимости от лактационного периода и корма, а отсюда и поведение выпаренного молока по отношению к температуре стерилизации колеблется в разное время года. Это в свою очередь вызывает необходимые изменения в температуре подогревания или в продолжительности выдерживания или в том и другом для того, чтобы придать выпаренному молоку желательную вязкость во всякое время и вместе с тем предупредить нежелательную коагуляцию при нагревании.

До введения и применения гомогенизатора образование в стерилизаторе мягкого сгустка являлось почти неизбежным для того, чтобы сообщить выпаренному молоку достаточную вязкость для предотвращения последующего отделения жира. С введением в употребление гомогенизатора опасность отделения жира была в значительной мере устранена, так что в наши дни вязкость ниже нормальной не является столь серьезным пороком. В большинстве случаев первостепенной задачей является предотвращение порока творожистого сгущенного молока. Следовательно, в те времена года, когда естественный состав молока имеет тенденцию давать выпаренное молоко с низкой точкой коагуляции при нагревании, рекомендуется по возможности учитывать и исправлять это в процессе предварительного подогревания. Это лучше всего сделать, подогревая молоко до 95° Ц и выдерживая его так в течение от 5 до 10 минут. Аналогичная процедура применима также тогда, когда вслед за этим сгущают молоко до относительно высокого процента обезжиренного сухого вещества, что может быть необходимым в случае, если выпаренное молоко предназначается на экспорт.

Слишком высокая температура в подогревателе подвергает риску цвет выпаренного молока—оно становится бурым. Так как 95° Ц является примерно максимальной температурой, которая повышает точку коагуляции при нагревании, предпочтительнее ограничить подогревание этой температурой, когда приходится выдерживать молоко в подогревателе в течение от 5 до 10 минут.

Молоко подогревают в подогревателе при помощи такого же оборудования, как описано в главе IV под заголовком «Сгущенное молоко с сахаром», и способ подогревания обыкновенно бывает тот же самый. Важно при пользовании простым подогревателем с острым паром не допустить чрезмерного давления, что могло бы при некоторых условиях дать толчок нежелательным химическим изменениям в выпаренном молоке.

Сгущение

Для сгущения пользуются той же аппаратурой, вакуумом и насосом и применяют в сущности тот же самый процесс, как и в отношении сгущенного молока с сахаром. Свежее молоко сгущают в отношении от 2 до $2^1/_2$ частей на одну часть сгущенного. Главная разница заключается в степени концентрации. Выпаренное молоко, в особенности вырабатываемое в САСШ для внутреннего потребления, сгущают значительно меньше, чем сгущенное молоко с сахаром. Большая часть выпаренного цельного молока сгущается в достаточной степени только для того, чтобы удовлетворить требованиям американского стандарта, которые выражаются в 7,8% жира и в 25,5% общего сухого вещества. Для достижения этого требуется концентрация около 2 до $2^1/_4$: 1, а в среднем приблизительно 2,17 : 1, т. е. необходимо 2,17 *кг* жидкого цельного молока для того, чтобы выработать один килограмм выпаренного молока. Некоторые сорта выпаренного молока в Европе бывают гораздо больше сгущены, причем концентрацию часто доводят даже до 2,7 к 1.

На некоторых заводах принято перегревать молоко в вакуум-аппарате, прежде чем его выпустить. Перегревание в вакууме подробно описано под заголовком «Простое сгущенное молоко», глава XVII.

Перегревание часто также практикуется после того, как выпаренное молоко удалено из вакуума. В таком случае процесс выпаривания обык-

новенно доводят до точки, слегка превышающей желательную плотность законченного продукта. Выпаренное молоко выпускают из вакуумма в открытый чан, где и пускают пар непосредственно в молоко до тех пор, пока не получится продукт желательной густоты. Это обыкновенно отнимает от 15 до 30 минут, в зависимости от характера и концентрации молока и давления пара. Когда такого рода перегревание закончено, плотность молока определенно усиливается. Его консистенции становится более густой и более вязкой и заметно легкое хлопьеобразное состояние. Если разбавление в результате конденсации пара, использованного для перегревания, не смогло понизить концентрацию пересгущенного продукта до желательного соотношения сухого вещества, то достигают полной стандартизации посредством добавления требуемого количества воды, как описано в главе VIII «Стандартизация до желательного процента общего сухого вещества».

Главной целью перегревания выпаренного молока является частичное осаждение альбумина и казеина. Этим сводится до минимума опасность образования слишком плотного сгустка во время последующей стерилизации и одновременно увеличившаяся вязкость консистенции способствует предотвращению отделения жира. Перегревание выпаренного молока не имеет существенного значения для повышения качества продукта, но некоторые заводы смотрят на него как на предохранительное средство для предотвращения таких пороков, как творожистое выпаренное молоко и отделение жира. Нет ничего невероятного, что его преимущества слишком переоценены. На большинстве заводов процесс перегревания выпаренного молока совершенно отсутствует.

Взятие пробы на плотность

Взятие пробы на плотность выпаренного молока легче выполнить, чем в отношении сгущенного молока с сахаром. Когда этот продукт почти достиг надлежащей плотности, он не бывает вязким, так как не содержит свекловичного сахара. По своей консистенции он напоминает жирное молоко или жидкие сливки. Его удельный вес колеблется вместе с отношением концентрации и относительной пропорцией жира и обезжиренного сухого вещества. Предел колебаний удельного веса для выпаренного молока различных концентраций простирается от 1,05 до 1,075 при 15,5° Ц. По Можонье и Трою (17) удельный вес выпаренного молока, содержащего в соответствии с американским стандартом 7,8% жира и 17,7% обезжиренного сухого вещества, равняется 1,0662 при 15° Ц и 1,0518 при 49° Ц с соответствующими показаниями по Бомэ 9,0 и 7,14.

Они установили, что для выпаренного молока вышеуказанного состава разница 0,10° по Бомэ равняется около 0,30% всего сухого вещества.

Взяв пробу из вакуума-аппарата, как описано в главе о сгущенном молоке с сахаром, плотность сгущенного молока можно легко определить посредством ареометра. Обычно пользуются ареометрами Бомэ, показывающими от 5 до 15 градусов. Так как важно, чтобы определения были точными, ареометр должен быть чувствительным, и его шкала должна быть подразделена на десятые доли градуса. Партию следует пробовать при однородной температуре, скажем, 49° Ц так, чтобы избегнуть вводящих в заблуждение показаний ареометра при разных температурах. Ханзикер (24) нашел, что поправка на показание по Бомэ равняется

0,0829° для каждого градуса Цельсия. Можонные и Трой (17) определили колебания градусов по Бомэ для различных температур и нашли, что это колебание бывает различным для высоких и низких температур. Их результаты показывают, что между 4,4° и 26,5° Ц каждый градус Цельсия равняется 0,066° Бомэ, между 26,5 и 43,5°Ц—0,090° Бомэ и между 43,5 и 60° Ц—0,103° Бомэ.



Рис. 59. Ареометр Бомэ.

Важно получить правильные и точные показания Бомэ по двум основным причинам. Во-первых, от завода требуется производство продукта определенной плотности и состава. Во-вторых, концентрация выпаренного молока очень сильно влияет на поведение молока в стерилизаторе (рис. 59).

По мере увеличения концентрации точка коагуляции при нагревании падает. Хольм, Дейшер и Эванс (25) изучали влияние различных степеней концентрации. Их результаты указывают на то, что это влияние весьма заметно, что и согласуется с практическим заводским опытом. Хольм и сотрудники нашли, что отношение изменения температуры коагуляции к концентрации не является постоянным. При высоких концентрациях наблюдалось большее колебание в температуре коагуляции, чем при низких концентрациях. Их цифры показывают, что когда процент обезжиренного сухого вещества лежит между 16 и 26%, то разница в концентрации вызывает разницу в температуре коагуляции примерно от 1,25 до 1,50° Ц. В отношении выпаренного обрата изменение было несколько большим и падение температуры коагуляции было больше у молока более низкого качества.

Вышеприведенных выдержек может быть достаточно для того, чтобы подчеркнуть важность точного взятия пробы. Чтобы облегчить эту работу, рекомендуется пользоваться ведром воды, имеющей надлежащую температуру, при взятии пробы партии. Цилиндр ареометра, наполненный выпаренным молоком, погружают в воду и отсчитывают показание. Это способствует получению показания по Бомэ при определенной, известной температуре. Применение автоматического прибора для взятия пробы наилучшим образом разрешает вопрос о регулировании температуры пробы. См. «Ю-Си прибор» и «автоматический регулятор плотности Салича» (рис. 86 и 87).

Там, где чашка для взятия пробы или пробник прикреплены к корпусу вакуума, образец можно взять, вставив ареометр прямо в неподвижный пробник, но обычным способом является применение особого цилиндра ареометра, который наполняют или из пробника внизу вакуум-аппарата или же из чашки для взятия пробы, выступающей из стенки корпуса вакуум-аппарата.

ГЛАВА XII

Гомогенизация, охлаждение и упаковка

Гомогенизация

Цель. Цель гомогенизации заключается в том, чтобы избегнуть отделения молочного жира в выпаренном молоке после его выработки. Молочный жир находится в молоке в виде мельчайших шариков. Эти жировые шарики легче остальных составных частей молока. Следовательно они проявляют сильную тенденцию подниматься на поверхность и образовать там слой густых сливок. Когда тару подвергают встряхиванию, как напр. во время перевозки, эти сливки сбиваются, образуя комки масла. Эта тенденция выпаренного молока отстаиваться во время хранения и сбиваться во время перевозки бывает в особенности заметной в молоке, богатом жиром, в котором преобладают крупные жировые шарики. Следовательно в районах Джерзея и Гернзея труднее вырабатывать выпаренное молоко, которое бы не отстаивалось, чем в районах Голштинии или Айршира. В то время как отстоявшееся и сбившееся в масло выпаренное молоко во всех отношениях так же ценно в качестве продукта питания, как и без этого отстоя сливок, его в местах сбыта бракуют.

Эту тенденцию к отделению жира можно свести до минимума и часто совсем подавить посредством увеличения вязкости выпаренного молока. Этого можно достигнуть путем перегревания молока в вакуум-аппарате или после того, как его выпустят из вакуума и посредством удлинения процесса стерилизации, очень медленно повышая температуру или останавливая барабан стерилизатора на известных стадиях процесса. Однако бывают условия, когда даже эти предосторожности неполностью предотвращают отделение жира или когда усилия заставить жир оставаться в состоянии постоянной эмульсии затрагивают регулирование точки коагуляции и ведут в сторону образования творожистого законченного продукта. В таких случаях правильное применение гомогенизатора представляет надежное средство для избежания этого затруднения.

Принцип работы гомогенизатора. Принцип работы гомогенизатора состоит в том, чтобы ускорять движение молока под сильным давлением через чрезвычайно мелкие микроскопические отверстия. Таким путем жировые шарики до такой степени размельчаются, что они не в состоянии реагировать на силу тяготения. Они не могут подняться на поверхность и, следовательно, остаются в виде однородной эмульсии. Ценность гомогенизатора заключается в удалении основной причины такого жироотделения. Он доводит жировые шарики до столь мелкого размера, что их способность отстаиваться бывает недостаточно велика для того, чтобы преодолеть сопротивление окружающей жидкости.

Действие гомогенизатора вначале объясняли тем, что молоку приходится проходить через такие мелкие отверстия, где жировые шарики раздавливаются, разрываются и разделяются на мельчайшие единицы, чем и объяснялось их в высшей степени измельченное состояние в гомогенизированном молоке.

Более позднее изучение принципов гомогенизации открыло факты и возможности, которые не подтверждают этих предположений. Люди, которые занимались углубленным изучением устройства и работы гомогенизаторов, утверждают, что отверстия, через которые проходит молоко в машинах, находящихся в заводской эксплоатации и работающих с нагрузкой, колеблются по размерам от 0,007 *см* до 0,025 *см*. Если эти открытия правильны, то ясно, что жировые шарики и даже группы жировых шариков могут проходить через гомогенизатор, как целые единицы, не подвергаясь размельчению, так как средний жировой шарик имеет размер 2,54 микрона в диаметре.

Нет ничего невероятного в том, что гомогенизирующее действие машины сходно по своему атомизирующему свойству с тем, что происходит в процессе высушивания посредством распыления, только гомогенизирующее действие бывает более интенсивным вследствие более мелкого размера отверстий, через которые проходит молоко. Автоматизированные брызги образуются в процессе высушивания не в форсунке распылителя, а тотчас же по прекращении давления или же как только молоко выходит из форсунок.

Степень размельчения частиц в любом случае зависит от скорости, с которой жидкость проходит через отверстие: чем выше скорость, тем тоньше и мельче бывают частицы. А скорость прохождения в свою очередь зависит от силы давления и от размера отверстия. Чем больше давление и чем мельче отверстие, тем быстрее проходит через него молоко, а при гомогенизации тем мельче бывает разделение жировых шариков в конечном продукте.

Влияние гомогенизации на выпаренное молоко. Гомогенизация не только уменьшает размер жировых шариков, но она существенно увеличивает вязкость молока, усиливая тем самым сопротивление, которое приходится преодолевать жировым шарикам при движении вверх. Причина увеличившейся вязкости гомогенизованного молока еще не вполне объяснена, но полагают, что это происходит вследствие увеличившейся адсорбции казеина к большей поверхности жировых шариков и, возможно, также вследствие изменения физических свойств казеина.

Бьюглиа (26) и Вигнер (27) экспериментально доказывают увеличившуюся вязкость гомогенизованного молока по сравнению с негомогенизованным цельным молоком. Вигнер уменьшил средний диаметр жировых шариков в молоке от 2,9 микронов до 0,27 микронов. Исходя из изменений вязкости, он вычислил, что из общего количества молочного казеина в негомогенизованном образце было адсорбировано жировыми шариками 2,27%, тогда как в гомогенизованном образце было адсорбировано 25,2% казеина. Он приписывает сильно увеличившуюся адсорбцию казеина в гомогенизованном молоке чрезвычайно увеличившемуся числу жировых шариков, которые представляют значительно увеличившуюся адсорбирующую поверхность. И он утверждает, что это увеличившееся количество казеина, адсорбированного к поверхностям жировых шариков, является причиной увеличившейся вязкости.

Бьюглиа нашел, что в то время как вязкость, или продолжительность вытекания гомогенизованного цельного молока, больше вязкости того же самого молока до гомогенизации, в гомогенизованном обрате не происходило увеличения вязкости. Обрат, будучи в сущности лишен молочного жира, очевидно, не в состоянии существенно увеличить свою адсорбирующую поверхность. Кроме того Бьюглиа сообщает о незначительном увеличении электропроводности гомогенизованного молока, между тем, как Вигнеру не удалось обнаружить в этом какой-либо разницы. Однако и Вигнер и Бьюглиа заметили некоторое уменьшение осмотического давления вследствие гомогенизации. Роджерс, Дейшер и Эванс (8) так же продемонстрировали, что гомогенизация увеличивает первоначальную вязкость сгущенного молока с сахаром, и практический опыт при производстве выпаренного молока показал, что чем выше давление при гомогенизации, тем сильнее наблюдается увеличение вязкости.

Помимо потери способности отстаивания у жировых шариков вследствие их значительно уменьшившегося размера, их способность отделяться в силу тяготения еще больше уменьшается сильно увеличившимся соотношением адсорбированного казеина, который увеличивает удельный вес каждого жирового шарика и тем самым уменьшает разницу в удельном весе между жировыми шариками и окружающей жидкостью. Кроме того эти мельчайшие жировые шарики, получающиеся в результате гомогенизации, в весьма заметной степени подвержены Броунову движению, что также влияет на уменьшение их способности реагировать на силу тяготения.

Изменения (если только они имеют место), которым подвергается казеин в результате гомогенизации, не так хорошо уяснены. Однако своеобразное и ненормальное поведение гомогенизированного под высоким давлением выпаренного молока по отношению к температурам нагревания говорит о возможности распада казеина. Следовательно можно предположить, хотя экспериментально это и не подтверждено, что или высокое давление, или колебание температуры, или и то и другое, которым выпаренное молоко подвергается в гомогенизаторе, могут вызвать молекулярное перемещение в частице казеина.

При гомогенизации, производимой под относительно высоким давлением или при наличии гомогенизатора, снабженного пружинным клапаном, который обладает способностью разбивать струю молока, густота гомогенизованного молока увеличивается, оно становится более чувствительным по отношению к коагулирующей способности температуры в стерилизаторе и бывает более склонным свертываться, когда его наливают в горячую воду.

Существенные черты эфективного и надежного гомогенизатора таковы: хорошая конструкция, высокое давление, насос для молока, сконструированный в соответствии с требованиями санитарии, предохранительный клапан или аналогичное гомогенизирующее приспособление, сделанное из неизнашивающегося и нержавеющего материала, и прибор для точной установки этого клапана.

Типы гомогенизаторов. В настоящее время в САСШ пользуются тремя марками гомогенизаторов, а именно: Голина, «Прогресс» и «Висколайзер».

В гомогенизаторе Г о л и н а молоко нагнетают с помощью насосов ординарного действия через агатовый клапан, который давит вокруг отшлифованного гнезда клапана. Молоку приходится проходить между шлифованными поверхностями этого клапана и его гнездом (рис. 60).

В гомогенизаторе «П р о г р е с с» принцип гомогенизации состоит в том, чтобы нагнетать молоко с помощью насосов ординарного действия между целым рядом дисков с полированными поверхностями. Диски лежат прямо один на другом, они помещаются в цилиндре и удерживаются на месте при помощи стержня, проходящего через их центр.

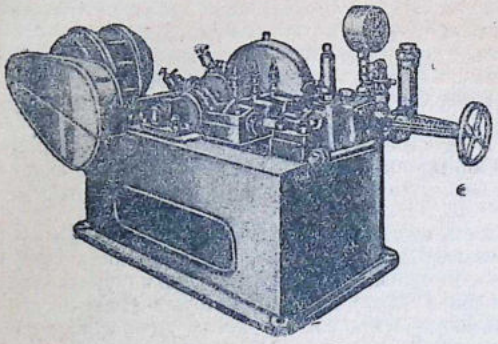


Рис. 60. Гомогенизатор Голина.

Диски прижимаются друг к другу тяжелым спиральным винтом, регулирующим давление, которому подвергается молоко. Последнее поступает от центра к периферии дисков. Диски, применяемые в этой машине, бывают двух видов. Один вид имеет очень мелкие неправильные желобки. Молоко с силой ударяется по этим желобкам о жесткие их ребра. Другой вид дисков имеет гладкую поверхность, но их площадь соприкосновения узкая. Молоко проходит между этими двумя гладкими поверхностями (рис. 61).

«В и с к о л а й з е р». Этот гомогенизатор оборудован конусообразным противодействующим клапаном, сделанным из металла «висколит», через который нагнетается молоко. К о н и ч е с к и й клапан имеет точно пригнанный регулятор в гнезде клапана с целью приподымать его прямо из гнезда и образовывать отверстия одинаковых размеров по всей окружности. Этот клапан регулируется диференцированным винтовым механизмом, в котором движение винта уменьшено в 28 раз против его нормального шага, делая возможным очень точную установку. Один полный оборот рукоятки открывает или закрывает клапан приблизительно на 25,4 микрона. Молоко нагнетают через этот клапан посредством насоса с тройным давлением (рис. 62).

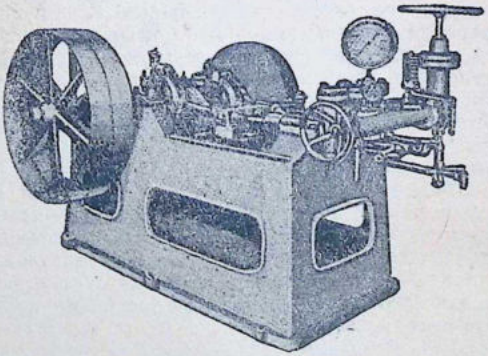


Рис. 61. Гомогенизатор «Прогресс».

Работа гомогенизатора. Чтобы избежать отделения жира, необходимо подвергнуть молоко достаточному давлению для размельчения жировых шариков по меньшей мере до одной трети их первоначального размера.

Если применяется достаточное давление, в результате которого жировые шарики разделяются на еще более мелкие единицы, то существует тенденция к изменению свойства казеина до такой степени, что может резко понизиться температура коагуляции выпаренного молока, вызывая тем самым затруднения во время стерилизации.

Опыты показали, что давление между 175,75 и 210,9 *кг* на 1 кв. *см* достаточно для предотвращения жироотделения, и оно практически безвредно, поскольку речь идет об устранении нежелательного влияния на казеин выпаренного молока. Этот факт привел к существующей практике гомогенизации выпаренного молока под давлением от 175,75 до 210,9 *кг* на 1 кв. *см*.

Выпаренное молоко пропускают через гомогенизатор в горячем состоянии как только оно выходит из вакуум-аппарата или бака для стандартизации. Если выпаренное молоко гомогенизовать холодным, то жировые шарики вместо того, чтобы размельчаться, соединятся в масляные зерна и молоко потеряет свою однородность. Слишком низкие температуры также чрезвычайно увеличивают вязкость. Первые 12 *кг* молока, проходящего через машину, следует вылить обратно в распределительный бак, так как вначале давление бывает неравномерным и гомогенизация—неполной.

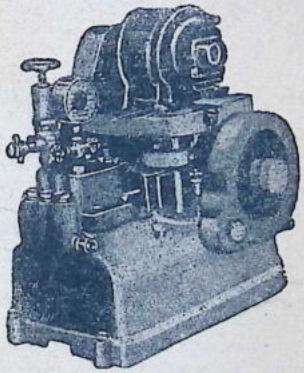


Рис. 62. Гогемонизатор «Висколайзер».

Поршни, цилиндры, клапаны и трубы гомогенизатора следует содержать в безукоризненной чистоте. Их трудно чистить. После гомогенизации следует продолжать работу, пропуская через машину воду до тех пор, пока большинство остатков выпаренного молока не будет смыто; затем надо накачать горячую воду, содержащую некоторое количество крепкой щелочи, вслед за этим необходимо пустить чистую горячую воду и пар. Если не содержать машину в идеальной чистоте, она может сделаться опасным источником загрязнения, заражая выпаренное молоко споровыми формами, обладающими высокой устойчивостью против нагревания и которые непременно перейдут в законченный продукт, несмотря на процесс стерилизации, и вызовут полную его порчу из-за последующего брожения.

Охлаждение выпаренного молока

Как только выпаренное молоко вытечет из вакуум-аппарата или—если применяется гомогенизация—из гомогенизатора, его следует тотчас же быстро и эфективно охладить. Если его упаковывают в банки и стерилизуют в тот же день, то достаточно охладить до 10—12° Ц. Если же его выдерживают в течение ночи, то необходимо охладить приблизительно до 4—5° Ц.

Для этой цели наиболее практичными и эфективными являются быстродействующие холодильники. Не надо обращать внимания на

кристаллизацию сахара в выпаренном молоке. В отличие от сгущенного молока с сахаром, которое представляет собою перенасыщенный раствор молочного сахара, содержания воды в выпаренном молоке вполне достаточно, чтобы удерживать молочный сахар в растворе.

Наиболее общепринятый способ охлаждения состоит в том, чтобы дать выпаренному молоку протекать над поверхностью холодильника со змеевиком.

Рекомендуется покрывать змеевики рубашкой из оцинкованного железа, олова или меди с целью избежать ненужного загрязнения молока пылью, мухами и прочими нежелательными агентами. На некоторых заводах горячее выпаренное молоко нагнетают через двойные трубы, причем между внутренними и наружными трубами проходит холодная вода, или же змеевики, через которые проходит молоко, погружены в бак с холодной водой. Главное возражение против этой системы заключается в том, что трубы труднее чистить, чем холодильник с открытой поверхностью. Там, где пользуются этой системой, трубы должны быть снабжены санитарными приспособлениями, так чтобы их можно было легко промыть с обоих концов. На других заводах выпаренное молоко охлаждают во вращающихся флягах с неподвижными лопастями наподобие тех, которые описаны и применяются для сгущенного молока с сахаром, с той только разницей, что холодную воду тотчас же пускают в холодильный бак (рис. 63).

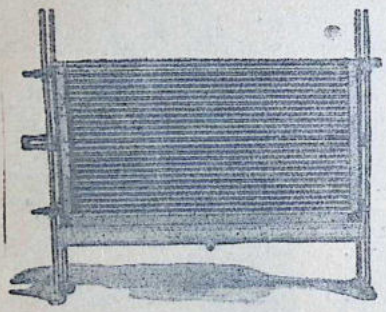


Рис. 63. Поверхностный холодильник для выпаренного молока.

Этот способ нужно решительно осудить. Он медлителен, требует много труда и способствует чрезмерному загрязнению от оборудования и воздуха. На иных заводах охлаждение еще производится в баках посредством вращающихся змеевиков, которые имеют охлаждающую поверхность, или же в чанах, снабженных водяной рубашкой и мешалкой. Если выпаренное молоко не гомогенизовано, его следует охлаждать тотчас же по выходе из вакуум-аппарата.

Ванны для хранения. С охлажденным выпаренным молоком обращаются или рассматривая каждую партию как единицу, или же имеют дело со всей выработкой за один день, рассматривая ее как единицу. Партионная система все еще практикуется на заводах с небольшим производством, но на более крупных заводах партионная система оставлена, причем все партии или часть их, выработанные за день, смешиваются вместе. Последняя система рекомендуется в особенности там, где пользуются непрерывным стерилизатором, она также значительно упрощает задачу стандартизации и способствует максимальной однородности продукта.

При партионной системе, в особенности на заводах с ограниченной выработкой, выпаренное молоко обыкновенно укупоривают в банки и стерилизуют в тот же самый день. Это устраняет необходимость искусственного охлаждения. Молоко течет из холодильника в простой бак, откуда

оно поступает в разливочную машину. Этот бак служит также и в качестве бака для стандартизации в случае, если молоко не было предварительно стандартизовано и если желательно, чтобы оно соответствовало какому-либо определенному стандарту.

На заводах с крупным производством, где выработанные за каждый день партии смешиваются, обыкновенно все или часть выпаренного молока выдерживают и укупоривают в банки и стерилизуют на следующий день. Это требует охлаждения до более низкой температуры, около 4—5° Ц и выдерживания выпаренного молока в таком состоянии, пока оно не будет готово для укупорки. Для этой цели пользуются либо большими ваннами с водянми рубашками и снабженными мешалками, причем надо отдать предпочтение ваннам, выложенным внутри стеклом и тщательно изолированным снаружи, либо ваннам с одинарными стенками, но установленными в холодильной камере. Из холодильника выпаренное молоко течет в эти ванны для хранения. На некоторых заводах их устанавливают на весах с тем, чтобы можно было определить точный вес молока. Если заводской распорядок требует, чтобы выпаренное молоко стандартизовалось в этой стадии, то эти ванны необходимо оборудовать соответствующими мешалками, чтобы обеспечить тщательное смешивание партий.

Там, где процент общего сухого вещества превышает желательный, его в этих ваннах нормализуют посредством добавления воды, как подробно объяснено в главе VIII под заголовком «Стандартизация общего сухого вещества в сгущенном молоке с сахаром».

При отсутствии ванн для хранения или ванн, приспособленных для охлаждения, как описано выше, охлажденное выпаренное молоко можно выливать в тару для перевозки молока, как напр. 38-литровые молочные фляги, и хранить в холодном помещении или же погрузить в бак, где имеется холодная вода со льдом.

Необходимо помнить, что выпаренное молоко в этой стадии процесса не стерильно и в нем не содержится сахароза, которая бы служила консервирующим средством, и что оно недостаточно концентрировано для того, чтобы сохраняться вследствие отсутствия влаги. Если продукт выставить в теплое место, напр. в летнюю погоду или даже при комнатной температуре, его кислотность будет быстро увеличиваться, создавая тем самым затруднения в последующем процессе стерилизации. Следовательно, если его не закупоривают в банки и не стерилизуют немедленно по выходе из вакуум-аппарата или гомогенизатора (если оно гомогенизируется), то продукт необходимо обыстро охладить и выдерживать при достаточно низкой температуре, чтобы задержать развитие бактерий.

Разливка

Охлажденное выпаренное молоко разливают в жестяные банки размером от 200 *г* до 4 *кг*. Четырехкилограммовые банки обыкновенно наполняют вручную. Наполнение более мелких банок производится почти исключительно при помощи автоматических разливочных машин (рис. 64).

За последние годы достигнуты крупные успехи в конструкции разных типов разливочных машин для выпаренного молока (рис. 65). Отверстия в банках, через которые их наполняют, колеблются от совершенно открытых, так называемого санитарного образца, у которых

верхняя часть совсем удалена, до жестянки, имеющей отверстие не более 0,35 *см* в диаметре (рис. 66).

Разливочные машины конструируются для наполнения самотеком под давлением или в вакууме.

Эти разливочные машины следует тщательно промывать и удалять из них все остатки выпаренного молока, пристающие к кранам и другим частям каждый раз после работы. Остатки молока, застрявшие в любой части разливочной машины, легко разлагаются в ущерб полезности для здоровья и товарным свойствам продукта. Это—важное соображение, которым, к сожалению, часто пренебрегают. Большое количество выпаренного молока может подвергнуться порче в результате пользования нечистыми, находящимися в антисанитарном состоянии, разливочными машинами. Тот факт, что выпаренное молоко стерилизуют после его выхода из разливочной машины, не оправдывает загрязненность разливочных машин. Мастер должен помнить, что молоко, проходящее через грязную разливочную машину, загрязняется миллионами бактерий. Чем больше бактерий оно содержит, тем труднее его сделать стерильным. Кроме того разлагающиеся остатки молока способствуют развитию споровых форм, которые весьма устойчивы, и требуется чрезвычайно высокая температура стерилизации для их уничтожения.

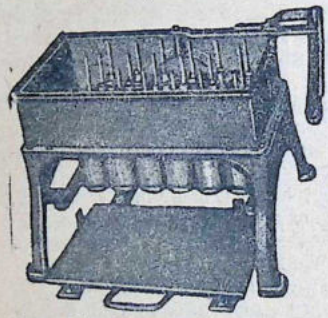


Рис. 64. Приспособление для разливки выпаренного молока в банки вручную.

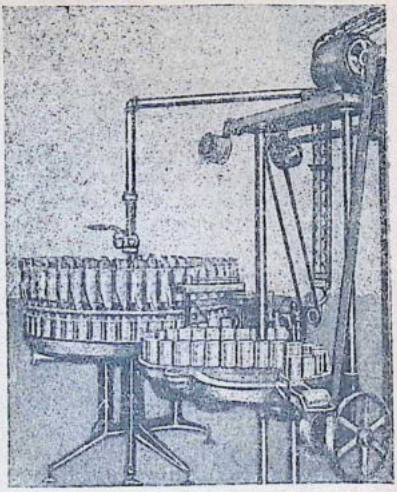


Рис. 65. Разливочная машина для банок с узким отверстием.

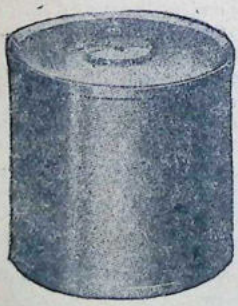


Рис. 66. Банка с узким отверстием.

При наполнении банок с небольшими отверстиями пенистость выпаренного молока часто вредит работе и продукту. Затруднения, вызываемые пенистостью, бывают двоякого рода. Она механически мешает правильному наполнению банок, и ее присутствие в последних имеет тенденцию вызывать появление пятен

пригоревшего молока. Теперь на многих заводах избегают чрезмерной пенистости, подогревая охлажденное выпаренное молоко до температуры от 18 до 21° Ц предварительно перед разливанием. Для этой цели выпаренное молоко целесообразно накачивать через быстродействующий подогреватель во время прохождения из бака для хранения в распределительный бак разливочной машины, как показано на рис. 58.

Укупорка

Наполненные банки необходимо тотчас же закрыть крышкой и укупорить. Укупорка должна быть герметической и достаточно прочной для того, чтобы выдержать давление в последующем процессе стерилизации. За исключением «санитарной банки» укупорка выпаренного молока

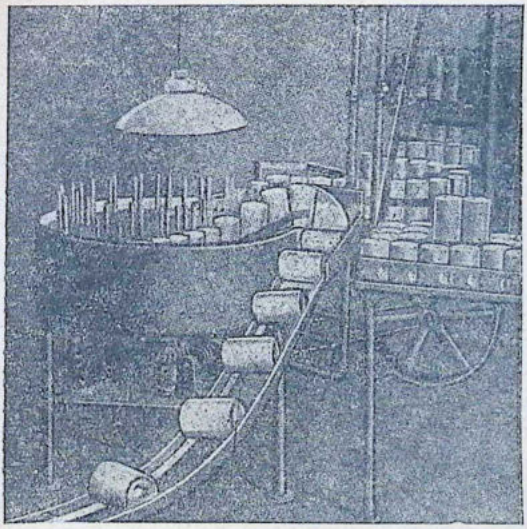


Рис. 67. Прибор Гензея для обнаружения текучих банок.

без запаивания пока что оказалась неудовлетворительной. Банка склонна протекать в стерилизаторе, что может вызвать значительную утечку продукта. Большинство банок с выпаренным молоком, обращающихся на рынке, запаяно. Запаивание банок с выпаренным молоком является самым безопасным способом. Подробности о способах запаивания см. в главе V.

Для запаивания банок с узким отверстием обыкновенно к разливочной машине прикрепляется автоматический паяльник, так что, когда банки выходят из разливочной машины, они уже бывают запаянными.

Чрезвычайно важно, чтобы запаивание было выполнено в совершенстве, так как даже малейшие щели в банке влекут за собой загрязнение и порчу выпаренного молока. Для обнаружения неплотно запаянных банок все банки по выходе из разливочной и укупорочной машины тща-

тельно исследуются на герметичность. Это можно сделать, пользуясь баком, наполненным горячей водой, через который проходят банки. При наличии негерметичных банок горячая вода расширяет воздух в банках и заставляет его выходить через трещину в запайке и подыматься вверх в воде в виде воздушных пузырьков. Рабочий, стоящий около бака, отбирает банки, из которых выходят пузырьки воздуха, и возвращает их вновь паяльщику (рис. 67).

Там, где пользуются непрерывным стерилизатором, необходимость пропускать банки через ванну с водой отпадает. Постоянный стерилизатор оборудован автоматическим приспособлением, которое испытывает банки с целью обнаружения течи при поступлении их в стерилизатор и снова при выходе их оттуда. Его устройство описано в главе XVI.

Разливочная машина с узким отверстием проста по своей конструкции, экономична в работе и ее легко чистить и поддерживать в чистоте. Со времени поступления молока в разливочную машину оно уже больше не загрязняется, как напр. от рук рабочих, насекомых и т. д. Банки равномерно наполняются с точностью до одного грамма гарантированного веса, и крошечные дырки автоматически запаиваются минимальным количеством припоя. Хотя количество припоя по необходимости колеблется в зависимости от условий работы, при правильных условиях возможно ограничить среднее количество припоя 140 граммами на 1 000 банок.

Признанные преимущества разливочной машины для банок с узким отверстием способствовали быстрому ее введению во всеобщее употребление и высчитано, что теперь свыше 90% американского выпаренного молока разливается по банкам и закупоривается при помощи этого типа разливочной машины.

ГЛАВА XIII

Стерилизация

Запаянные банки теперь готовы для стерилизации. Если их нельзя немедленно подвергнуть стерилизации, то необходимо погрузить в воду со льдом или поместить в холодильную камеру, пока не будет для них готов стерилизатор. Эта предосторожность рекомендуется в особенности летом.

Цель стерилизации. Главной целью стерилизации выпаренного молока является уничтожение всех видов микробов и их спор, что обусловливает прочность продукта. Когда банки выходят из укупорочных машин, их содержимое не стерильно. Единственным средством для консервирования этого молока является действие достаточно высоких температур для уничтожения всех видов ферментов, организованных и неорганизованных, растительных клеток и спор. Успех в производстве продукта в значительной степени зависит от процесса стерилизации.

Помимо этого завод стремится достигнуть другого важного в промышленном отношении условия, а именно: придать продукту большую вязкость. Повышенная вязкость способствует удержанию жира в однородной эмульсии, уменьшая тем самым его тенденцию к отделению после обработки. Вследствие более высокой вязкости выпаренное молоко имеет лучшую консистенцию и структуру более похожую на сливки, что придает продукту видимость высокой жирности. В дополнение к полному уничтожению ферментов и развитию желательной вязкости успешная стерилизация связана с сохранением в продукте светлого, напоминающего сливки, цвета. Чрезмерное нагревание, в особенности слишком продолжительное выдерживание при температуре стерилизации делает продукт темным, придавая ему буроватый цвет. Добавление значительных количеств двууглекислой соды еще более усиливает эту тенденцию. Промышленность предпочитает выпаренное молоко светлого цвета, напоминающего естественный цвет сливок.

Стерилизаторы. В основном пользуются двумя типами стерилизаторов—прерывным стерилизатором и непрерывным стерилизатором. В прерывном стерилизаторе, как показывает наименование, партия является единицей. Приходится пройти последовательные стадии наполнения, нагревания, выдерживания, охлаждения и опоражнивания для одной и той же партии прежде чем можно пользоваться стерилизатором для другой партии. В непрерывном стерилизаторе банка является единицей. Используются естественные контуры банки, ее цилиндрическая форма. Банка катится через стерилизатор. Наполнение, нагревание, выдерживание, охлаждение и опоражнивание идут непрерывно.

Прерывные стерилизаторы вырабатываются разных размеров и пригодны для заводов как с малой, так и с большой производительностью. Непрерывный стерилизатор лучше приспособлен для крупных пред-

приятий, которые принимают примерно не меньше 22,7 до 45,4 тонны молока в день. Он получил применение в молочной промышленности сравнительно недавно. Его конструкция и работа рассмотрены в главе XVI.

Прерывные стерилизаторы. Прерывный стерилизатор был изобретен и впервые введен в употребление Мейенбергом. Применяемые теперь стерилизаторы несколько расходятся в деталях своей конструкции, но работают по тому же самому принципу. Они состоят из большого котлообразного, полого, горизонтального цилиндра или прямоугольного ящика. Стерилизатор прямоугольного типа обычно открывается с одной стороны. Стерилизатор цилиндрического типа открывается или с одного или с обоих концов. Внутренняя его часть имеет вращающийся каркас, в котором помещаются банки с выпаренным молоком. Он оборудован входными отверстиями для пара и распределительными трубами на дне, входными отверстиями для воды наверху, отверстием для выхода воды, предохранительным клапаном, манометрами для измерения воды, пара и вакуума, термометром для измерения высоких температур и предпочтительнее—автоматическим регулятором температуры и регистрирующими приспособлениями. Аппарат обыкновенно бывает снабжен прямой передачей от мотора. Вместо вращающейся каретки для банок движение может быть взад и вперед, в каком случае энергия передается с помощью парового поршня прямого действия.

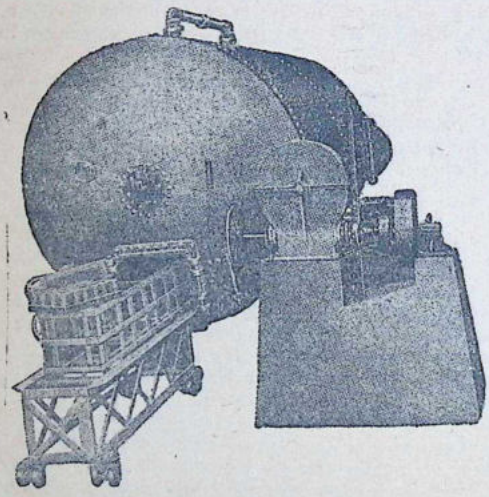


Рис. 68. Прерывный стерилизатор Форт-Уэйн.

За последние годы в промышленности наблюдалась тенденция стандартизовать один или два типа прерывных стерилизаторов, известные под наименованиями стерилизатор Форт-Уэйн и Берлинский стерилизатор (рис. 68). В обоих этих типах внутренний каркас или каретка для банок вращается вокруг своей собственной оси. В одном случае имеется рамка, в которую помещаются банки на подносах (24—450-граммовых банок на подносе); в другом случае каретка состоит из одной большой, с широкими отверстиями корзины, в которую складываются банки. Назначение вращающегося механизма состоит в том, чтобы поддерживать банки в движении, поворачивая их кругом во время процесса стерилизации. Это ускоряет процесс стерилизации и делает более равномерным как нагревание, так и охлаждение. Помешивание не дает молоку пригорать к внутренним частям банок. Однако слишком большая скорость барабана нежелательна, так как она уменьшает вязкость и имеет тен-

денцию придать зернистое состояние законченному продукту. Правильное число оборотов барабана неизбежно колеблется в зависимости от размера стерилизатора. Барабан небольшого стерилизатора (30 ящиков) должен делать около 6 и барабан большого стерилизатора (96 ящиков) около 10 оборотов в минуту.

Нагрузка стерилизатора. В стерилизаторах с рамочной формой каретки для банок герметически закупоренные банки помещаются на железных подносах, содержащих по 24—450-граммовых или по 6—3,8-литровых банок. Эти подносы вставляются и укрепляются в раму внутри стерилизатора. Люк или люки стерилизатора закрываются, и барабан приводится в движение. У стерилизаторов с кареткой в форме корзины банки складываются в корзину, и корзина запирается, чтобы удержать банки на месте.

Равномерное нагревание стерилизаторов. Успешная стерилизация требует равномерного нагревания. Банки во всех частях стерилизатора следует подвергнуть действию равномерной температуры в продолжение определенного периода времени. Это важно, так как неправильное нагревание может нарушить однородность консистенции и цвета во всей партии и увеличить процент бракованных банок вследствие неполной стерилизации.

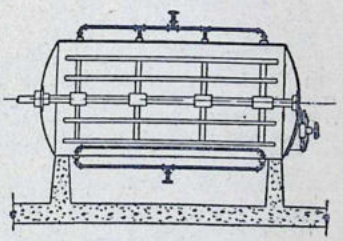


Рис. 69. Паропроводка для равномерного распределения тепла в прерывном стерилизаторе.

Правильное нагревание стерилизатора в значительной степени обусловливается типом и состоянием парораспределяющего приспособления. Пар распределяется в стерилизаторе при помощи трубы, на которой имеется целый ряд отверстий: эта труба идет от одного конца стерилизатора до другого на дне стерилизатора. Если вход для пара у этой трубы с отверстиями находится с одной стороны, банки в этом конце получают больше пара, чем те, которые находятся в противоположном конце. Удовлетворительное устройство, которое обеспечивает равномерное распределение пара, показано на рис. 69. Паропровод проведен до центра под стерилизатором, откуда по одному боковому ответвлению простирается в каждом направлении, проходя в стерилизатор и спереди и сзади. Труба с отверстиями, находящаяся внутри стерилизатора, соединена обоими концами с выходным отверстием для пара. Состояние парораспределяющей трубы с отверстиями или самого паропровода должно быть удовлетворительным. Отверстия должны быть одинакового размера. У тонкой медной (латунной) трубы они склонны расширяться вследствие изнашивания краев под действием пара. У железной трубы кроме того ржавчина ускоряет такое расширение. Может случиться так, что насадка в конце трубы с отверстиями слетит. В таком положении равномерное распределение пара в стерилизаторе становится невозможным. Следовательно работник должен ежедневно осматривать парораспределяющие трубы с отверстиями перед нагрузкой стерилизатора и их необходимо содержать в пригодном для работы состоянии. Банки надо как следует разместить в стерилизаторе с тем, чтобы облегчить эфективную циркуляцию согревающей среды и равномерную передачу тепла банкам

во всех частях машины. Считается важным и рекомендуется установить эффективность нагревания стерилизатора посредством точного испытания. Для этой цели можно считать полезным применение банок, снабженных автоматическими термометрами, наподобие медицинских, но показывающих температуры стерилизации. Такие банки помещают в клетках в разные части загруженного стерилизатора, и по окончании процесса эти термометры показывают максимальную температуру, до которой нагрелось содержание соответствующих банок (рис. 70, 71 и 72).

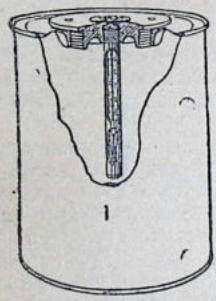


Рис. 70. Банка выпаренного молока с автоматическим термометром для открытого прерывного и закрытого процесса.

Другой очень простой и надежный способ испытания стерилизатора в отношении пораспределения состоит в определении вязкости большого числа банок из разных частей стерилизатора после стерилизации при помощи вискозиметра Можоннье или аналогичного приспособления, как описано под заголовком «Испытание пробных банок на вязкость», см. главу XV.



Рис. 71. Автоматический термометр.

Добавление воды в стерилизатор. Равномерное нагревание стерилизатора усиливается с помощью воды. Вода также ускоряет нагревание в начальный период стерилизации и она устраняет опасность образования воздушных пустот между жестянками. Лучше всего пользоваться количеством воды, достаточным только для того, чтобы все банки в одном положении барабана были в нее погружены. Таким образом каждая банка покрывается водою один раз с каждым оборотом барабана. Можно сэкономить топливо, сохраняя горячую воду между стерилизуемыми партиями. В то время как применение воды в стерилизаторе способствует равномерному распределению тепла, оно даст наилучшие результаты только в том случае, если другие необходимые требования так же удовлетворены. Равномерное распределение пара и правильное размещение банок необходимы как при производстве стерилизации в присутствии воды, так и без нее.

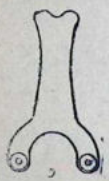


Рис. 72. Ключ для укупорки и вскрытия банок.

Пуск в ход стерилизатора. Наполненный стерилизатор закрывают. Барабан приводят в движение. Пускают горячую воду и пар. Для удаления воздуха и ускорения нагревания выходное отверстие для пара оставляют открытым до тех пор, пока температура не приблизится к 93—100° Ц. Затем его закрывают и температуру повышают до такого предела, который гарантирует полную стерилизацию.

Температура и продолжительность выдерживания. Процесс стерилизации может зависеть от местности, времени года, состояния, свойств и концентрации молока, от подготовки, какую оно получило предварительно до стерилизации, и от типа стерилизатора. Нельзя указать правила, которое давало бы одинаково удовлетворительные результаты при всех условиях. Правильная стерилизация не зависит от какого-либо

одного рецепта. Бывают всевозможные соотношения температуры и продолжительности выдерживания с учетом местных условий, которые могут дать удовлетворительные результаты. Температура должна быть достаточно высокой и выдержка достаточно продолжительной для того, чтобы обеспечить абсолютную стерильность продукта и придать молоку такую консистенцию, которая предотвратила бы отделение молочного жира при последующем хранении. Температура не должна быть столь высокой и выдержка столь продолжительной, чтобы повлечь образование твердого сгустка, темного цвета, которого нельзя удалить. Для получения продукта нормального вкуса и цвета предпочтительнее относительно короткий процесс и высокая максимальная температура, но такому молоку обыкновенно не достает необходимой вязкости для предупреждения отстаивания жира при последующем хранении.

До введения в заводскую практику гомогенизатора предпочитали более длительное нагревание. Это способствовало приданию молоку необходимой вязкости. Но для предотвращения коагуляции и слишком темного цвета температура стерилизации должна быть относительно низкой. С применением гомогенизатора отделение жира уже не представляло серьезной опасности, и процесс был сведен к более высокой температуре и более короткой выдержке. Применение на практике остановки барабана или через некоторые промежутки или в период максимальной температуры в дальнейшем оказалось полезным.

Эти дополнительные возможности, которые выявились на практике, вместе с лучшим знанием условий, регулирующих коагуляцию при нагревании и их исправление, как открыто исследованиями Соммера и Харта, Роджерса и его сотрудников, братьев Можоннье и т. п., послужили крупным фактором в быстром прогрессе стандартизации процесса стерилизации.

Большинство специалистов по выпаренному молоку теперь допускает, что для наилучших результатов стерилизации при работе на прерывном стерилизаторе время повышения температуры от компатной до 115° Ц должно быть не менее 15 минут и не более 20 минут, лучше всего 15 минут, когда в стерилизаторе употребляется вода, или 20 минут, когда пользуются только острым паром. Кроме того рекомендуется повышать температуру в течение последних 10 минут по меньшей мере со скоростью 2,5° Ц через каждую минуту, причем температура выдерживания должна быть не ниже 115° Ц и не выше 118° Ц, а длительность выдержки—не менее 15 минут.

Остановка барабана во время выдерживания теперь считается общепринятой. Ее преимущество заключается в том, что она уменьшает тенденцию к получению зернистого продукта и усиливает образование очень мягкого напоминающего сироп сгустка, который при встряхивании легко и полностью исчезает и придает выпаренному молоку густой, похожий на сливки вид.

Температура, потребная для банок разного размера. Размер банки имеет некоторое влияние на полноту стерилизации. Банки крупного размера несколько труднее стерилизовать, чем мелкие банки. На практике довольно обычное явление, когда процент брака от порчи 3,8-литровых банок бывает выше, нежели банок 450-граммового размера. По этой причине на многих заводах практикуется выдерживание 3,8-литровых партий при температуре по крайней мере на половину градуса Цельсия больше, чем выдерживание банок большого размера, а послед-

ние по меньшей мере на половину градуса Цельсия больше, чем банки 450-граммового размера.

Установка и эфективное использование автоматических регуляторов и регистраторов температуры указывает существенную помощь при получении однородных результатов стерилизации. Этими приборами пользуются на многочисленных заводах, и они оказали им неоценимую услугу.

Помимо того обстоятельства, что эти аппараты фактически облегчают регулирование температуры, они автоматически способствуют увеличению производительности труда работника. Сознание работника, что его работа постоянно учитывается и исправляется, оказывает благотворное влияние на то, как он ее выполняет.

Охлаждение после стерилизации. Выпаренное молоко охлаждают тотчас же после выдерживания. Пар выпускают, выходное и сточное отверстия открывают и в стерилизатор пускают холодную воду при вращающемся барабане и продолжают это до тех пор, пока температура молока не упадет до 21—26° Ц. Молоко следует охлаждать в течение не более 15 минут. 3,8-литровые банки охлаждаются несколько медленнее, нежели банки мелкого размера. Важно быстрое и равномерное охлаждение. Для этого требуется большое количество холодной воды и правильное ее распределение по всей длине стерилизатора.

Недостаточное количество воды и неравномерное ее распределение в стерилизаторе означают, что некоторые из банок подвергаются действию температуры стерилизации дольше, чем другие, создавая неоднородную структуру и цвет молока в различных банках одной и той же партии. Замедленное охлаждение вследствие недостаточной подачи воды имеет существенный недостаток, заключающийся в том, что банки сильно вспучиваются вследствие разницы в давлении внутри их и снаружи. Это в особенности заметно у банок 3,8-литрового размера, концы которых могут сильно покоробиться, получив некрасивый вид, и их швы и запайки могут до такой степени ослабнуть, что они дадут течь. Можно избежать чрезмерного вспучивания и повреждения банок, накачав в стерилизатор достаточное количество сжатого воздуха для замены давления пара и тем самым уравновесив давление внутри и снаружи банок во время процесса охлаждения.

Фракционная стерилизация. В начальный период производства выпаренного молока применяли фракционную стерилизацию продукта. Этот метод теперь в значительной степени оставлен, но иногда им пользуются, когда молоко имеет ненормальный состав. Молоко нагревают в стерилизаторе до значительно более низких температур, чем те, которые приведены выше, и такое нагревание повторяют в последующие два или три дня. Принцип этого процесса состоит в том, чтобы уничтожить все вегетативные формы бактерий во время первого нагревания. Спорам же представляется возможность развиться в вегетативные формы, которые затем уничтожаются во время последующего нагревания.

Эта система стерилизации непрактична для всеобщего применения, так как ложится слишком тяжелым бременем на пропускную способность среднего завода и увеличивает производственные расходы. Следовательно ею пользуются только в исключительных случаях, когда известно, что определенную партию молока нельзя подвергнуть стерилизации при более высоких температурах без риска получения творожистого продукта.

Фракционная стерилизация может быть полезной также в тех случаях, когда коагуляция молока при нагревании происходит главным образом вследствие высокого содержания альбумина и когда, следовательно, установление солевого равновесия не в состоянии повысить точку коагуляции выпаренного молока до той температуры стерилизации, как указывает Соммер.

Встряхивание

Цель. Цель встряхивания выпаренного молока состоит в том, чтобы механическим путем разбить сгусток, который может образоваться в процессе стерилизации и придать содержимому банок однородную структуру.

Как объяснено в предыдущих параграфах, на точку коагуляции при нагревании выпаренного молока влияют многие факторы. Эти весьма незначительные изменения часто оказывают заметное влияние на поведение молока по отношению к температуре. Даже самые напряженные усилия стандартизовать свойства молока, обусловливающие его коагуляцию при нагревании, и точное применение стандартного процесса стерилизации не в состоянии устранить ненормальности в физическом состоянии молока по выходе его из стерилизатора.

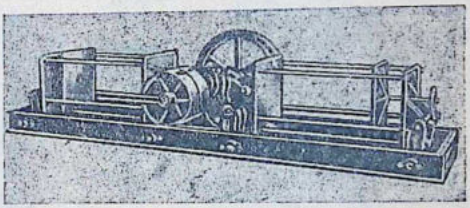


Рис. 73. Прибор для встряхивания банок с выпаренным молоком.

В то время, как некоторое повышение вязкости желательно и необходимо, образование твердого сгустка нежелательно. Тщательная стандартизация баланса солей посредством опытного стерилизатора, вискозиметра и добавления надлежащего количества солей натрия значительно способствует уменьшению числа случаев образования такого сгустка. Однако временами и при некоторых условиях сгусток появляется у большинства банок и, пожалуй, из стерилизатора выходит большее количество коагулировавших, чем некоагулировавших партий.

Способ встряхивания. Встряхиватель состоит из одного или нескольких тяжелых железных ящиков или корзин, сделанных из труб черного железа. Эти ящики прикреплены к эксцентрику. Подносы, наполненные банками с выпаренным молоком, прочно вставляются в эти ящики. Когда встряхиватели находятся в действии, банки с силой встряхиваются взад и вперед, благодаря чему образовавшийся в них сгусток разбивается (рис. 73).

Продолжительность встряхивания. Обыкновенно от одной четверти до двух минут встряхивания бывает достаточно для того, чтобы полностью разбить мягкий сгусток. Если встряхивание в течение 5 минут не дает однородного продукта, то сгущенное молоко считается окончательно свернувшимся, и никакое дальнейшее встряхивание не в состоянии устранить этот порок.

Однако в некоторых случаях представлялась возможность улучшить продукт повторным встряхиванием через день или два. При известных

условиях хранение оказывает несколько смягчающее влияние на сгусток. Когда сгусток в выпаренном молоке мягкий, каким он и должен быть встряхивания в течение четверти и до полминуты обыкновенно достаточно, чтобы придать содержимому банок однородную консистенцию. Когда сгусток получается твердым, то даже длительное встряхивание не может задержать появления в законченном продукте частичек и небольших комочков творога. Такое молоко сбыта не находит (рис. 74).

Образование сгустка в процессе стерилизации нежелательно и необязательно, поскольку речь идет о потребительных свойствах выпаренного молока. Однако при многих условиях оно неизбежно и если ограничивается мягким сгустком, который легко исчезает от встряхивания, то в этом нет никакого ущерба.

Встряхивание уменьшает вязкость выпаренного молока. Чрезмерное встряхивание слишком разжижает молоко и, следовательно, его надо избегать. Опасность понижения вязкости бывает наибольшей, когда встряхивание производится при высокой температуре. Выпаренное молоко следует встряхивать при комнатных температурах (12—14° Ц).

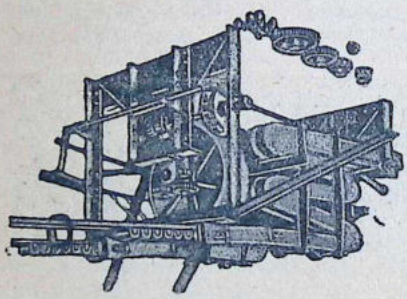


Рис. 74. Автомат для встряхивания банок.

Выдерживание. Из встряхивателя банки переносят в камеру хранения, где и складывают в содержащих их подносах. У большинства заводов практикуется система выдерживать партии выпаренного молока от 10 до 30 дней. Целью выдерживания является обнаружение порочного молока или порочных банок прежде, чем отправить товар к месту сбыта. Температура выдерживания бывает неодинаковой. Большинство заводов не прилагает особых усилий для регулирования температуры, и молоко выдерживается при обыкновенной комнатной температуре. На других заводах устраивают особые камеры для выдерживания молока при несколько более высоких температурах, обычно от 26 до 36° Ц. Большинство бактерий, вызывающих порчу выпаренного молока, проявляют максимальную активность при более высоких температурах. К числу их принадлежат молочнокислые газообразующие и много других видов. Следовательно обнаружение порчи или предполагаемой порчи ускоряется применением более высоких температур. Однако продолжительное хранение выпаренного молока при высоких температурах не улучшает продукта, а может причинить ему вред в физическом отношении. Оно имеет тенденцию сделать цвет молока темным, сильно понизить вязкость и при некоторых условиях вызвать осадок лимоннокислого кальция. По этим причинам предпочтительнее более низкие температуры выдерживания. Порча может произойти вследствие бактериологических, химических и физических причин.

Эти пороки и их предупреждение подробно рассмотрены в главе XXV о «Пороках выпаренного молока».

ГЛАВА XIV

Факторы, влияющие на коагуляцию молока при нагревании

Успешное регулирование поведения выпаренного молока в стерилизаторе и удовлетворительное проведение стандартизованного процесса стерилизации зависит в большой мере от понимания факторов, которые влияют на коагуляцию молока при нагревании. До недавнего времени лишь немного было известно относительно этих факторов, и опасность коагуляции при нагревании на заводах, вырабатывающих выпаренное молоко, была относительно велика. Однако за последнее пятилетие эта проблема подверглась широкому и внимательному изучению со стороны некоторых из передовых исследователей в области молочной промышленности, что привело к интересным открытиям свойств молока и их отношения к коагуляции при нагревании, практическое применение которых оказалось весьма ценным для промышленности.

Влияние кислотности на коагуляцию молока при нагревании. Хорошо известно, что кислое молоко при нагревании свертывается. Чем выше кислотность, при всех прочих равных условиях, тем ниже температура нагревания, при которой молоко свертывается. В выпаренном молоке влияние молочной кислоты свежего молока усиливается благодаря концентрации. Процент кислотности увеличивается прямо пропорционально степени концентрации. Следовательно, чем выше концентрация выпаренного молока, тем больше процент кислотности и тем ниже точка его коагуляции при нагревании.

Мак-Айнерни (30) показал целым рядом опытов с молоком, скисшимся при кислотности от 28 до 64° Тернера, что точка коагуляции молока при 28° Тернера была 85° Ц и понижалась по мере увеличения кислотности. При кислотности от 62° до 64° Тернера молоко свертывалось при температуре от 15 до 20° Ц. Однако при производстве выпаренного молока количество молочной кислоты, влияющей на точку коагуляции при нагревании, бывает гораздо меньше, чем процентные соотношения при проведении вышеуказанного опыта.

Титруемая кислотность молока в том виде, в каком оно поступает на завод, может быть обусловлена двумя источниками. Часть ее обязана своим происхождением кислой реакции некоторых из составных частей свежего молока,—это естественная кислотность, которая бывает и во время выдаивания молока. Если же имеется большая чем естественная кислотность, то она вызвана развитием кислоты в результате деятельности бактерий. Пробой на кислотность определяем общую титруемую кислотность.

Естественная кислотность молока послужила предметом изучения со стороны многих исследователей. Их открытия и заключения относительно ее происхождения не вполне согласуются между собой, но глав-

ная масса опытных данных указывает на казеин, как на один из главных источников. Райс и Маркли (31), изучив естественную кислотность парного молока, объясняют ее следующим образом:

Углекислота	в количестве, равноценном		1° до 2° Тернера
Лимонная кислота	»	»	1° »
Альбумин	»	»	1° »
Казеин	»	»	5,50° до 9° »

Фосфаты в количестве, равноценном разнице между общей естественной кислотностью и той, которая образуется как сумма вышеперечисленных факторов.

Было найдено, что процент естественной кислотности сильно колеблется, и пределы колебаний, о которых сообщено различными исследователями, значительно расходятся. В отношении молока отдельных коров было найдено, что пределы колебаний простираются от 9,5° до 30,5° Тернера. Однако такие крайности являются редкими исключениями, и в особенности в молоке смешанного стада естественная кислотность бывает равномерной. Так напр. Флеминг и Нейр (32) изучили кислотность молока 766 стад, представляющих 7700 коров. Они нашли колебания естественной кислотности в пределах от 11 до 19° Тернера. Среднее составляло 15° Тернера.

Естественная кислотность молока не понижает точки коагуляции при нагревании. Оказывается, что по этому вопросу исследователи сходятся единогласно. Соммер и Харт (33), Роджерс, Дейшер и Эванс (23), Райс и Маркли (31) и другие пришли к такому заключению после самого всестороннего изучения этого предмета. Райс и Маркли даже нашли, что молоко с высокой естественной кислотностью обыкновенно достигает точки коагуляции при нагревании позже, чем молоко с низкой естественной кислотностью.

Развившаяся кислотность представляет собою продукт, находящийся в молоке помимо естественной кислотности. Когда молоко поступает на завод, в нем может содержаться до некоторой степени развившаяся кислотность, получающаяся в результате брожения. Точка коагуляции при нагревании чрезвычайно чувствительна по отношению к развившейся кислотности. Даже небольшое увеличение титруемой кислотности за счет развившейся кислотности того же самого молока понижает точку коагуляции при нагревании. Это ясно освещено Роджерсом, Дейшером и Эвансом (23), результаты которых суммированы в таблице 13.

Таблица 13

Влияние роста кислотообразующих бактерий на температуру коагуляции выпаренного молока

Продолжительность хранения в часах	Бактерии в кислом молоке		Титруемая кислотность в градусах Тернера	Концентрация водородных ионов		Коагуляция при нагревании в °Ц
	Всего на к. с.	Молочнокислые на к.с.		В сыром	В выпаренном	
0	1140000	790000	18,9	6,57	6,23	119
3	47500000	30500000	19,4	6,51	6,27	113
$4^1/_2$	96000000	53500000	23,0	6,43	6,21	110

Холм, Дейшер и Эванс (25) в дополнительных опытах получили аналогичные результаты. Они нашли, что выпаренное молоко, приготовленное из молока, которое выдерживалось при температуре около 18° Ц в течение 24 часов, имело более низкую температуру коагуляции, чем образцы того же самого, но парного молока. Точка коагуляции при нагревании молока, хранившегося 24 часа, была на 8—11° Ц ниже, чем таковая у молока, которое сгущалось парным. Авторы указывают на то, что изменение в молоке, хранившемся 24 часа, без сомнения вызывалось главным образом кислотообразующими бактериями.

Кроме прямого влияния кислотной реакции на точку коагуляции при нагревании, как показано Роджерсом, Дейшером и Эвансом, влияние может быть косвенным. Соммер (7) указывает на то, что кислое брожение имеет тенденцию уничтожить в молоке лимонную кислоту. Это в свою очередь вызвало бы излишек наличного кальция. Излишек кальция нарушает кальциево-казеиновый баланс молока, что является одной из основных причин затруднений при коагуляции от нагревания, как дальше излагается под заголовком «Влияние минеральных солей на коагуляцию при нагревании». Босворт и Пруча (169) нашли, что в течение шестичасового брожения лимонная кислота молока может быть целиком уничтожена.

Соммер (7) кроме того указывает, что кислотность молока определяет, какая доля содержания фосфата в молоке существует как однозамещенный фосфат и двузамещенный фосфат и какое количество трехзамещенного фосфорнокислого кальция осядет в процессе нагревания, которому подвергается молоко.

С усилением кислой реакции бывает меньше фосфата в виде бифосфата и больше в виде монофосфата, в какой форме он вовсе не оказывает— или если и оказывает, то небольшое—влияние на балансирование влияния солей кальция и магния. Также при более кислой реакции осаждается меньше кальция. Фактический результат сводится к тому, что увеличение кислотности подчеркивает излишек кальция.

Эти факты не оставляют сомнения в том, что развившаяся кислота является важным фактором при определении коагуляции при нагревании в стерилизаторе. К сожалению, проба кислотности титрованием не дает истинной кислотности, как таковой, а дает общую кислотность, относительно большую пропорцию которой составляет естественная кислотность, которая не оказывает существенного влияния на точку коагуляции при нагревании. Следовательно классификацию молока на основе его титруемой кислотности нельзя считать безошибочным указателем пригодности молока в отношении его кислотности. Этот факт несколько умаляет значение для производственных целей введения и неуклонного применения стандарта кислотности. Это вместе с хорошо теперь усвоенным фактом, что титруемая кислотность не является единственным фактором и может быть даже не является одним из самых важных факторов, касающихся пригодности молока с точки зрения коагуляции при нагревании, вызвало суровую критику обычая принимать молоко на основе одной лишь пробы на кислотность.

Такую критику нельзя считать удачной, так как здесь налицо факт смешения результатов. Проба на кислотность имеет определенные достоинства. В большинстве случаев в молоке с высокой кислотностью последняя образовалась вследствие нарастания кислоты. Только в отдельных случаях в молоке сказывается естественная кислотность 20° Тернера или более. В молоке смешанного стада такое явление встречается

еще реже. Кислотность достигает или превышает предел 20° Тернера главным образом только тогда, когда на ферме не было правильного ухода за молоком. В таких случаях это не естественная, а развившаяся кислотность, дающая высокий процент титруемой кислоты. Обычно обоняние и вкус приемщика находят такое молоко подозрительным и для подтверждения берется проба на кислотность. Такая проба не является всеобъемлющей и безошибочной в смысле обнаружения условий, влияющих на поведение выпаренного молока в стерилизаторе, но ее вполне можно рассматривать как надежное средство для выявления пригодности молока, поскольку кислотность является фактором, понижающим точку коагуляции при нагревании.

Необходимо со стороны завода установить максимальную норму кислотности для поступающего молока. Рекомендуется норма или предел 20° Тернера.

Думали, что истинная кислотность молока, выражающаяся концентрацией водородных ионов или величиной pH, является фактором, обусловливающим точку коагуляции при нагревании. Однако результаты работ Роджерса, Дейшера и Эванса (23) и Соммера и Харта (33), изучавших отношение концентрации водородных ионов к коагуляции при нагревании свежего и выпаренного молока, показывают, что концентрация водородных ионов не служит надежным показателем устойчивости молока по отношению к температуре.

Опыты показывают, что существуют сравнительно широкие пределы, в которых концентрация водородных ионов может колебаться, не влияя на температуру коагуляции.

Роджерс и сотрудники сообщают, что всякое увеличение концентрации водородных ионов молока вызывает заметное снижение температуры коагуляции после сгущения.

Эти открытия кроме того дополнены работами Райса и Маркли (31), которые показывают, что добавление кислоты и щелочи к молоку с повышенной кислотностью гораздо меньше изменяет концентрацию водородных ионов, чем если молоко с низкой кислотностью подвергается такой же обработке. Эти исследователи показали, что молоко с высокой естественной кислотностью также богаче в отношении обезжиренного сухого вещества. Это означает, что соотношение таких буферных веществ, как казеин и фосфаты, в таком молоке больше, и влияние этих веществ, обладающих буферными способностями, и сводит к минимуму изменение истинной кислотности молока с высоким содержанием кислоты.

Те же самые исследователи обращают внимание на буферные свойства молока с высокой кислотностью при рассмотрении бактериального источника развития молочной кислоты. Они подчеркивают, что здесь необходимо образование большего количества кислоты для изменения величины pH, чем в молоке с низкой кислотностью. Следовательно, разница в концентрации водородных ионов не является столь чувствительным средством для определения степени скисания, как данные титрования. Это имеет значение при рассмотрении выводов Роджерса с сотрудниками о том, что «существенным фактом, который в связи с этим необходимо установить, является не только концентрация водородных ионов молока, но отклонения от нормы, свойственные именно данному образцу молока».

Эти факты и выводы подчеркивают затруднения в определении какого-либо точного предела концентрации водородных ионов, сверх кото-

рого молоко оказалось бы непригодным для выработки выпаренного молока.

Влияние других продуктов бактериального происхождения помимо кислотности. Бактериальное загрязнение молока может понизить точку коагуляции при нагревании выпаренного молока иными путями, помимо молочнокислого процесса брожения. Некоторые виды бактерий обладают способностью образовывать сычуг и сычугообразные энзимы. Сильное загрязнение такого рода способно существенно понизить точку коагуляции при нагревании. Соммер и Бинни (6) вводили в стерилизованное молоко, в котором содержание растворимых солей кальция, нарушенное температурой стерилизации, было доведено до своего первоначального положения по отношению к точке коагуляции, чистые культуры, образующие сычуг, и выдерживали молоко при 37° Ц. Через некоторые промежутки времени брали пробы молока с помощью алкоголя. Нашли, что для того, чтобы молоко свернулось от алкоголя, требуется присутствие большого числа бактерий, вырабатывающих сычуг. Положительная проба алкоголем была получена, когда в молоке содержалось в среднем 855 830 бактерий на куб. сантиметр. Вследствие того, что потребовалось большое число вырабатывающих сычуг бактерий для получения положительной аглкогольной пробы коагуляции, эти исследователи считают сычугобразующие бактерии второстепенным фактором в алкогольной пробе коагуляции.

Роджерс (34) вводил в молоко вырабатывающие сычуг бактерии и выдерживал при комнатной температуре в течение трех часов. После сгущения молоко было стерилизовано. Результаты показывают, что молоко с бактериями свернулось при 107° Ц, тогда как контрольные образцы, в которые бактерии не были введены, свернулись при 115° Ц. Фрэйзер (35) также показал, что бактерии, вызывающие свертывание без скисания и находящиеся в больших количествах, ускоряют коагуляцию молока при нагревании; добавление же культуры микроорганизма, вызывающего свертывание без скисания, понижает кислотность, при которой происходит коагуляция молока. Однако он указывает, что при наличии больших количеств кислоты это действие культуры микроорганизма, вызывающего свертывание без скисания, затушевывается или исключается.

Фэй (36) работал с молоком от двух коров, которое упорно свертывалось во время нагревания, и нашел, что низкая точка коагуляции была вследствие наличия вырабатывающих сычуг микроорганизмов. В своем опыте он показал, что и сычужный энзим и вырабатывающие сычуг микроорганизмы делали молоко менее подверженным свертыванию или даже вовсе неподверженным свертыванию при коротком времени их воздействия, но более продолжительное действие заставляло образцы молока коагулировать во время нагревания. Соммер (7), под руководством которого Фэй провел свою работу, заявляет, что вышеуказанные образцы молока свернулись вследствие недостатка кальция или излишка цитратов и фосфатов в балансе солей и что в данном случае коагуляцию можно было предотвратить добавлением уксуснокислого кальция. Он указывает, что причина, на основании которой действие энзимов в начальных стадиях сделало данные образцы менее подверженными свертыванию при нагревании, лежит в том, что им не хватало кальция в балансе солей и что образцы не этого типа сделались бы более подверженными свертыванию под действием энзимов, минуя стадию, когда молоко бывает менее подверженным свертыванию.

Эти данные не оставляют сомнения в том, что присутствие вырабатывающих сычуг бактерий и их энзимов понижает точку коагуляции молока во время стерилизации, где баланс солей склоняется к излишку кальция, и его можно исправить добавлением цитратов или фосфатов.

Вырабатывающие сычуг организмы обыкновенно тесно связаны с плохими санитарными условиями ухода за молоком и обращения с ним. Нечистая посуда для молока на ферме—ведра, матерчатые фильтры, молочные фляги и резиновые трубочки и другие части доильной машины могут послужить источниками заражения. Плохое санитарное состояние оборудования на самом заводе также чревато возможностями для такого рода загрязнения. Это в особенности касается оборудования, как напр. разливочных машин, насосов для молока, и труб, осей мешалок и подшипников, погруженных в молоко, и т. п. Избегнуть затруднений во время стерилизации, происходящих вследствие бактериального загрязнения, можно только постоянным контролем и вниманием к массе мелочей, способствующих идеальной чистоте как при производстве молока на ферме, так и при уходе за ним в каждом цехе завода.

Влияние альбумина и казеина на коагуляцию при нагревании. Содержащие азот составные части молока являются истинной причиной коагуляции при нагревании и являются теми веществами, которые свертываются. Все другие составные части или факторы, влияющие на коагуляцию молока при нагревании, имеют значение только постольку, поскольку они воздействуют на чувствительность белков молока к температуре.

Наиболее важные азотистые вещества в молоке —это казеин и альбумин. И тот и другой свертываются при нагревании. Казеин имеет первостепенное значение, составляя около 80% общего азотистого вещества молока. Он свертывается от действия слабой кислоты и сычуга. В кислом молоке от 61 до 66° по Тернеру он свертывается при обыкновенной температуре (15 до 20° Ц). В свежем молоке казеин свертывается при нагревании под давлением при температуре около 130—137° Ц, но уже при температурах пастеризации он теряет способность нормально реагировать на сычуг. Сгущение молока понижает точку коагуляции казеина при нагревании. На стабильность казеина по отношению к температуре оказывает очень сильное влияние баланс минеральных солей молока, что рассмотрено под заголовком «Влияние минеральных солей на температуру коагуляции».

Альбумин в молоке содержится приблизительно в количестве около 15% белков молока. Он частично свертывается при нагревании в нормальном молоке и полностью при наличии кислой среды. На него не действует ни сычуг, ни кислота при обыкновенной температуре, ни минеральные соли молока, как показано Осборном и Уэйкманом (37).

Что альбумин молока является важным фактором в процессе коагуляции при нагревании, показано Роджерсом, Дейшером и Эвансом (8), которые определили его влияние на вязкость сгущенного молока с сахаром. Они сообщают, что «когда температура подогревания была выше 90° Ц, начальная вязкость и увеличивающаяся вязкость находились в прямой зависимости от количества добавленного альбумина. С другой стороны, когда температуру подогревания поддерживали ниже 60° Ц, начальная вязкость была одинаковой для всех партий, и изменения, которые оказались небольшими, не имели отношения к содержанию альбумина в молоке».

Их результаты относительно влияния казеина и альбумина на вязкость сгущенного молока с сахаром являются следствием из опыта, в котором молоко разделяли на три части. Одна часть служила в качестве контрольной, из второй части был удален казеин, а из третьей части были удалены и казеин и альбумин. Эти три партии были сгущены до равномерного содержания молочного сахара 16,44%. Концентрация тростникового сахара законченного продукта составляла 60% в каждом случае. Вязкость контрольного образца молока очень быстро увеличилась; вязкость партии, из которой был удален казеин, поступала гораздо медленнее; та же партия, из которой были удалены и казеин и альбумин, осталась при первоначальной весьма низкой вязкости.

Соммер (29) продемонстрировал опытным путем, что даже небольшое увеличение содержания альбумина вызывало значительное ускорение момента свертывания молока при стерилизации. Он разделял образец молока, содержащего 0,67% альбумина, на две части. Одна часть была использована как контрольная, а к другой было добавлено 0,09% альбумина. Обе партии подогревались при точке кипения в течение 5 минут, а затем сгущались и стандартизовались до 18% обезжиренного сухого вещества. В стерилизаторе лабораторного типа контрольная партия коагулировала при 118° Ц через 20 минут, а образец, к которому прибавили альбумин,—через 15 минут.

В дальнейшем опыте Соммер показал, что действие подогревания на точку коагуляции молока происходит по меньшей мере вследствие осаждения альбумина. Он нашел, что образец молока, подогретого при 82° Ц, содержал 0,86% растворимого альбумина, тогда как другой образец того же самого молока, подогретый при точке кипения, содержал только 0,56% растворимого альбумина. Образец, подогретый до 82° Ц, коагулировал при 62° Ц через одиннадцать минут, тогда как для коагуляции образца при точке кипения потребовалось двадцать минут. Соммер приходит к выводу, что влияние подогревания объясняется главным образом осаждением альбумина.

Содержание в молоке как казеина, так и альбумина колеблется в зависимости от времени года. Эти колебания преимущественно вызываются изменениями в лактационный период коров. Колебания бывают несколько больше в отношении альбумина, чем казеина, как показано Экельсом и Шоу (40) и Ханзикером (41). Результаты работ Ханзикера приведены на таблице 14. Эта таблица дает содержание альбумина и казеина молока от трех отдельных коров на протяжении всего лактационного периода (см. стр. 154).

Эти результаты показывают, что в начале и в конце лактационного периода содержание в молоке казеина и в особенности альбумина бывает наивысшим. Следовательно молозивное молоко и молоко от передаивающихся коров способствовали бы понижению температуры коагуляции. Это подтверждается опытом при производстве выпаренного молока, так как затруднения с температурой коагуляции бывают наибольшими осенью и ранней весной, когда большинство коров далеко продвинулись в своем лактационном периоде или недавно отелились. Строгий осмотр молока при его приемке на завод и эффективный контроль над молочными пунктами должны предохранить производство от поступления ненормального в этом отношении молока. Это мероприятие вместе с осторожным регулированием температуры подогревания, что рассматривается позже в этой главе, должно оказать существенную помощь,

Таблица 14

Влияние лактационного периода на процентные соотношения альбумина, казеина и общего количества белков в молоке трех коров

Лактационный период	Корова № 1			Корова № 2			Корова № 3		
	Альбумин	Казеин	Всего белков	Альбумин	Казеин	Всего белков	Альбумин	Казеин	Всего белков
Первые 14 удоев . . .	0,9[illegible]	3,18	4,16	1,59	3,81	5,40	1,72	4 46	6,18
1-й месяц	0,57	2, 5	3,12	0,55	2,47	3,02	0,53	2,88	3,40
2-й »	0,[illegible]3	2,27	2,[illegible]0	0,47	2,37	2,84	0,51	3,06	3,57
3-й »	0,52	2,54	3,06	0,48	2,28	2,76	0,[illegible]5	3,25	3,[illegible]0
4-й »	0,[illegible]6	2,51	3,07	0,50	2,36	2,86	0,60	3,05	3,65
5-й »	0,55	2,62	3,17	0,48	2,[illegible]6	2,74	0,60	3,05	3,65
6-й »	0,53	2,65	3,18	0,54	2,30	2,84	0,73	2,[illegible]6	3,69
7-й »	0,[illegible]6	2,62	3,48	0, 6	2,50	3,26	0,62	2,99	3,61
8-й »	0,75	2,79	3,54	0,60	2,[illegible]6	3, 6	0,64	2,94	3,58
9-й »	0,73	2,[illegible]4	3,57	0,56	2,73	3,29	0,72	3, 0	4,02
10-й »	0,77	3,02	2,79	0,59	2,73	3,32	0,82	3,39	4,21
11-й »	0,91	3,08	3,99	0,61	2,88	3,49	...	...	...

чтобы избегнуть серьезных затруднений во время стерилизации, возникающих от такого рода причин.

Влияние минеральных солей на точку коагуляции молока при нагревании. На температуру, при которой свертывается в стерилизаторе выпаренное молоко, оказывает очень сильное влияние и до некоторой степени ее обусловливает баланс солей молока. Этот факт в общих чертах был известен промышленности в течение многих лет, но с научной стороны отношение молочных солей к температуре коагуляции не было хорошо уяснено, и практика улучшения баланса минеральных солей в молоке с целью предотвратить затруднения при стерилизации не всегда обеспечивала достижение желательных результатов. Вплоть до введения в употребление способа Можоннье для регулирования выпаренного молока в 1916 г. не существовало стандартного метода предупреждения затруднений в связи с коагуляцией при нагревании, который бы оказался полезным для промышленности в целом, хотя научно-исследовательские лаборатории некоторых из более крупных предприятий, вырабатывающих выпаренное молоко, может быть и располагали такими методами для своего собственного пользования. Всеобъемлющие исследования Можоннье, охватывающие обширное и тщательное изучение этого вопроса, способствовало в результате систематическому применению двууглекислой соды, как средства стандартизации точки коагуляции выпаренного молока. Введение опытного стерилизатора и вискозиметра, стандартизованного Бр. Можоннье и К°, оказало ценную помощь промышленности. Способ Можоннье еще будет описан позже в этой главе.

Недавнее изучение Соммером и Хартом (33) и другими (38, 29, 7) влияния минеральных солей на температуру коагуляции молока значительно пополнило наше знание этого предмета.

Эти исследователи доказали, что минеральные соли являются важным фактором, воздействующим на температуру коагуляции свежего и выпаренного молока и в значительной степени ее обусловливающим.

Их открытия и объяснения в применении к свежему молоку вкратце суммированы так:

1. Главным фактором в температуре коагуляции свежего молока является состав молочных солей, в особенности содержание лимоннокислого и фосфорнокислого кальция и магния. Влияние солей кальция и магния противополагается влиянию цитратов и фосфатов, и наоборот. Излишек любого из этих двух видов солей заставляет молоко скорее свертываться; надлежащий же баланс вызывает наиболее стабильное состояние.

2. Итак, коагуляция молока при нагревании может произойти либо вследствие излишка, либо вследствие недостатка кальция и магния. Мы можем объяснить это таким образом: казеин молока бывает наиболее устойчивым по отношению к температуре коагуляции, когда он скомбинирован с некоторым определенным количеством кальция. Если сочетание кальция с казеином выше или ниже этого оптимума, то казеин не находится в своем наиболее устойчивом состоянии. Кальций в молоке распределяется главным образом между казеином, цитратами и фосфатами. Если молоко отличается высоким содержанием цитрата и фосфата, необходимо больше кальция для того, чтобы казеин мог удержать свое оптимальное содержание кальция после балансирования с цитратами и фосфатами. Если молоко отличается высоким содержанием кальция, то может быть недостаточно цитратов и фосфатов для уравновешивания с казеином, с целью понизить в нем содержание кальция до оптимума. В таком случае добавление цитратов или фосфатов делает казеин более устойчивым, уменьшая содержание в нем кальция. Магний замещает кальций в цитратах и фосфатах.

В большинстве случаев коагуляция происходит вследствие излишка кальция и магния. Возможно этот излишек балансировать цитратами, фосфатами и другими солями. Утверждают также, что опасность коагуляции можно избежать в практической работе по сгущению молока посредством удлинения периода подогревания с применением более высоких температур. Это может воздействовать в смысле понижения содержания растворимого кальция путем осаждения части его в виде нерастворимого фосфорнокислого кальция.

В большинстве случаев можно предупредить коагуляцию добавлением цитратов или фосфатов, так как она происходит вследствие излишка кальция и магния. Однако в редких случаях добавление цитратов или фосфатов не предотвращало коагуляции, но, пожалуй, ее ускоряло. В таких случаях добавление надлежащего количества солей кальция препятствует коагуляции или по меньшей мере повышает точку коагуляции.

В таблице 15 Соммер и Харт показывают пример того, как балансирование кальция и

Таблица 15

Баланс между кальцием и цитратами[1])

25 куб. см молока плюс			Продолжительность коагуляции (в минутах)
М/2 уксуснокислый кальций (к. с.)	М/2 лимоннокислый натрий (к. с.)	Вода	
0,0	0,0	1,6	4
0,4	0,0	1,2	½
0,4	0,2	1,0	40
0,4	0,4	0,8	40
0,4	0,6	0,6	2½
0,4	0,8	0,4	2

[1]) Лимоннокислый натрий состоял из 25 к. с. М/2 лимоннокислого натрия плюс 1 к. с. М/2 лимонной кислоты.

цитратов влияет на время, требующееся для коагулирования свежего молока при 58° Ц.

Вышеприведенная таблица показывает, что точка коагуляции в первоначальном молоке была относительно низкой. Потребовалось только 4 минуты для того, чтобы оно свернулось. Добавление соли кальция еще больше понизило точку коагуляции, доведя время свертывания молока до полминуты. Это случилось вследствие излишка растворимого кальция. Добавление лимоннокислого натрия тотчас же сильно повысило точку коагуляции. Молоко не свертывалось при нагревании в течение 40 минут. Это произошло вследствие сбалансирования излишка кальция добавленными цитратами. Когда количество добавленных цитратов превышало грамм-эквивалент добавленного кальция, точка коагуляции падала, и молоко свертывалось через $2^1/_2$ и 2 минуты соответственно. Это случилось из-за недостатка кальция или излишка цитратов.

Таблица 16 служит примером молока с недостаточным количеством кальция, где добавление кальция повышает точку коагуляции или удлиняет требующееся для этого время.

Таблица 16

Образец, в котором кальций препятствует коагуляции

25 куб. см молока плюс			Продолжит. коагуляции (в минутах)
М/2 уксуснокислый кальций (к. с.)	М/2 лимоннокислый натрий (к. с.)	Вода	
0,0	0,0	0,8	$1^1/_2$
0,2	0,0	0,6	20
0 2	0,1	0,5	$1^1/_4$
0,2	0,2	0,4	1
0,2	0,3	0,3	$^3/_4$
0,2	0,4	0,2	$^3/_4$

В другом опыте Соммер и Харт изучили влияние лимоннокислого патрия, двухфосфорнокислого натрия, уксуснокислого кальция и двууглекислого натрия на образцы свежего молока от отдельных коров. Молоко нагревалось до 137—138° Ц. Результаты этих опытов представлены на таблице 17. Образец № 1 показывает молоко с излишком кальция, а образцы № 2 и 3 представляют молоко с недостаточным количеством кальция.

Таблица 17

Влияние солей на температуру коагуляции молока

Образец	25 к. с. воды плюс	к. с. воды	0,0	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
		к. с. раствора	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
			Коагуляции при 137° Ц в минутах					
1 „Клотильда"	Лимоннокислый натрий М/4 . .		2:45	3:15	3:30	20:00	20:00	6:00
	Двуфосфорнокислый натрий М/4.		2:45	3:15	20:00	20:00	20:00	20:00
	Уксуснокислый кальций м/4 . .		3:00	3:15	3:00	1:00	0:30	0:15
	Двууглекислый натрий М/2. . .		3:00	3:15	40:00	20:00	20:00	20:00
2 „Вингра"	Лимоннокислый натрий М/4 . .		2:00	2:00	2:45	1:45	1:45	1:45
	Двуфосфорнокислый натрий М/4		2:00	2:00	2:55	1:55	1:45	1:45
	Уксуснокислый кальций М/4 . .		2:00	2:00	2:30	3:00	20:00	20:00
	Двууглекислый натрий М/2. . .		2:00	2:00	2:00	2:00	2:00	2:00
3 „Лили"	Лимоннокислый натрий М/4 . .		3:15	3:15	2:45	2:15	2:00	2:00
	Двуфосфорнокислый натрий М/4		3:15	3:15	2:30	2:30	2:30	2:30
	Уксуснокислый кальций М/4 . .		3:15	3:15	20:00	20:00	20:00	4:00
	Двууглекислый натрий М/2. . .		3:15	3:15	2:15	2:30	20:00	20:00

При рассмотрении таблицы 17 важно обратить внимание на то, что в образце № 1 добавление лимоннокислого натрия, фосфорнокислого натрия и двууглекислого натрия препятствовало коагуляции. Добавление растворимой соли кальция ускоряло ее. В образцах № 2 и 3 оказалось верным противоположное: уксуснокислый кальций препятствовал коагуляции, а фосфорнокислый натрий или не улучшал положения или фактически ускорял коагуляцию.

Действие двууглекислого натрия сходно с действием цитратов и фосфатов; оно отличается от них тем, что более крупные добавления препятствовали коагуляции, тогда как более мелкие количества ускоряли ее. Это указывает на то, что влияние двууглекислого натрия бывает двояким—оно оказывает балансирующее действие на кальций и изменяет реакцию. На основании этого результаты, полученные с образцами 2 и 3, можно объяснить таким образом:

«Образцы коагулировали вследствие низкого содержания кальция. Двууглекислый натрий имеет тенденцию увеличить этот недостаток, противодействуя влиянию находящегося кальция; в результате происходит ускорение коагуляции. Однако при добавлении более крупных количеств двууглекислого натрия реакция молока изменяется до такой степени, что казеин удерживается в растворе, причем натрий, повидимому, замещает часть кальция в казеине».

Роджерс, Дейшер и Эванс (23) изучали аналитически влияние баланса минеральных солей в молоке смешанного стада на температуру коагуляции. В результате своих опытов они пришли к заключению, что не существует определенного отношения между соотношением кислоты к основанию в сыром молоке и точкой коагуляции выпаренного молока. Они утверждают, что причина, на основании которой отношение, установленное Соммером и Хартом для отдельных коров, неприменимо к выпаренному молоку, изготовленному при заводских условиях, обусловлена, вероятно, отчасти вследствие перемещения баланса солей, вызванного осаждением части кальция в процессе подогревания и отчасти вследствие затемняющего влияния других факторов. Они склонны приписать, по крайней мере частично, влияние добавления минеральных солей на точку коагуляции изменению в реакции молока и приходят к выводу, что баланс солей в нормальном молоке не является регулирующим фактором, так как образцы молока с одинаковым балансом солей по-разному реагировали на действие температуры. Их заключения суммированы таким образом:

«Колебание температуры коагуляции молока смешанного стада сравнительно невелико и имеет незначительное отношение к температуре коагуляции того же самого молока после выпаривания. Поэтому температуру, при которой может свернуться выпаренное молоко, приготовленное из смешанного молока стада коров, нельзя предсказать с какой-либо степенью точности посредством определения температуры коагуляции сырого молока.

Было показано, что взаимоотношение составных частей золы в молоке служит фактором при определении точки коагуляции свежего молока от отдельных коров, но является лишь второстепенным фактором при определении температуры коагуляции выпаренного молока. Это происходит отчасти вследствие перемещения отношения кислоты к основанию в процессе сгущения и отчасти вследствие затемняющего влияния других факторов, которые в смешанном молоке от многих коров приобретают гораздо большее значение.

Влияние высоких температур подогревания на повышение температуры коагуляции выпаренного молока, очевидно, происходит вследствие осаждения части казеина. Температура подогревания значительно ниже 95° Ц оказывает мало влияния на температуру коагуляции. Влияние высокой температуры подогревания можно усилить, продолжив нагревание».

Лейтон и Мадж (39) изучали эндотермическую (с поглощением тепла) реакцию, которая сопровождает появление видимого сгустка в образцах молока, свернувшегося от действия температуры. Их результаты показывают, что при коагуляции молока от нагревания кальций и магний, находящиеся в молоке, осаждаются в виде фосфатов и цитратов и что реакция бывает эндотермической. Они также указывают на то, что кальций белка участвует в этой реакции.

Что осадок получается при заметном поглощении теплоты в момент коагуляции, кроме того, демонстрируют Лейтон и Дейшер (9), которые пользовались этим явлением при попытках определить стабильность сгущенного и выпаренного молока посредством поглощения теплоты. Они приходят к заключению, что чем выше свойство молока сопротивляться действию температуры, тем меньше количество и скорость осаждения кальция и магния в виде фосфатов и цитратов. Однако в общем они подтверждают выводы Роджерса, Дейшера и Эванса о ненадежности баланса солей как решающего фактора в температуре коагуляции и приходят к такому выводу: «Мы не можем принять результаты Соммера, как убедительные, до тех пор, пока не будет известно несколько больше относительно влияния различных ионов на осаждение казеина».

Соммер и Харт (38) и Соммер (7) в более поздних работах показывают, что их прежние заявления о влиянии минеральных солей на стабильность казеина в свежем молоке также применимы с аналогичным эфектом к выпаренному молоку, видоизменившись лишь в степени концентрации, температур и иной обработки, которой оно подверглось.

Они приписывают выводы Роджерса, Дейшера и Эванса, которым не удалось найти, что образцы молока с наибольшим излишком кальция и магния легче всего свертывались, тому факту, что эти выводы основаны на аналитическом методе, которым они пользовались. Образцы молока анализировались для выявления кальция, магния, лимонной кислоты и фосфорной кислоты, и излишек кальция и магния сверх лимонной кислоты и фосфорной кислоты вычислялся в грамм-эквивалентах.

Они указывают на непригодность аналитического метода как критерия для показания отношения кислоты и основания к коагуляции. Неправильности в результатах, полученные при пользовании этим методом, могут произойти вследствие различных факторов, как высказывают Соммер и Харт.

1. Анализы имеют дело с общим содержанием солей, между тем как только та часть соли, которая остается в растворе, по мере повышения температуры воздействует на коагуляцию.

2. Количество солей, необходимых для воздействия на коагуляцию, весьма невелико—в пределах или приближаясь к пределам экспериментальной погрешности аналитических методов.

3. Что касается эквивалентности солей, вычисления основаны только на приблизительных данных.

4. Другие факторы, как например концентрация и реакция, не принимаются во внимание.

Эти соображения, вызывающие только общее, а не детальное согласование между вычисленным излишком кальция и магния и коагуля-

цией свежего молока, приобретают еще более важное значение при попытках применить метод вычисления к выпаренному молоку. Степень, до которой соли превратились в нерастворимую форму, бывает выше в выпаренном молоке и реакция выпаренного молока—более кислой, так что эквивалентность солей может быть различной. В результате нет ничего удивительного в том, что этот метод, если им пользоваться как единственным критерием, может привести к ошибочным заключениям.

При демонстрировании влияния минеральных солей на температуру коагуляции выпаренного молока Соммер и Харт отмечают, что количества солей нормального молока, которые воздействуют на температуру коагуляции, весьма невелики. Поэтому они добавляли соли к выпаренному молоку, пользуясь небольшим количествами, отнюдь не выходя за пределы нормальных колебаний в молоке. Некоторые из этих опытов проделывались над выпаренным молоком, выработанным при заводских условиях. Таблица 18 изображает результаты усилий улучшить процесс стерилизации на заводе, где имело место коагуляция молока при нагревании.

Таблица 18

Выпаренное молоко с завода А 29 декабря 1920 г.

454 грамма выпаренного молока плюс	к. с. воды	0,0	12,0	9,0	6,0	3,0	0,0
	к. с. раствора	0,0	0,0	3,0	6,0	9,0	12,0
Уксусно-кислый кальций М/4		3[1])	3	3	4	5	6
Фосфорно-кислый натрий М/4		[illegible]	3	2	2	1	1
Двууглекислый натрий М/2		3	3	3	2	2	1

В вышеуказанном опыте, таблица 18, и фосфорнокислый натрий и двууглекислый натрий улучшали молоко. Однако двууглекислый натрий сильно увеличивает карамелизацию, придавая темный цвет и ухудшая вкус. Исследователи не нашли нужным рекомендовать его дальнейшее употребление.

На другом заводе был продемонстрирован отрицательный результат действия излишка кальция, вследствие случайного протекания рассола хлористого кальция в молоко, на коагуляцию в остальном нормального молока и немедленное преодоление затруднения, как показано в таблице 19.

Таблица 19

Выпаренное молоко с завода Д 13 марта 1921 г.

454 грамма выпаренного молока плюс	к. с. воды	0,0	6,0	4,5	3 0	1,5	0,0
	к. с. раствора	0,0	0,0	1,5	3,0	4,5	6,0
Лимонно-кислый натрий М/4		2S[2])	2—S	1S	1S	1—S	1—S
Фосфорно-кислый калий М/4		2S	2—S	2—S	1R	1R	1 R
Уксусно-кислый кальций М/4		2S	2—S	3R	4R	5R	6 (сыворотка)
Двууглекислый натрий М/4		2S	2—S	1R	1S	1—S	1S

[1]) Эти цифры указывают на относительную плотность сгустка.

[2] Цифровые обозначения показывают относительную плотность сгустка. S означает, что консистенция молока после встряхивания была однородной. R обозначает, что структура молока по встряхивании оказалась неоднородной.

В вышеприведенном случае небольшое количество, рассола протекало в молоко у холодильника, действующего при помощи углекислоты. Утечка была слишком незначительной для обнаружения ненормального количества кальция в молоке посредством анализа. Однако этого небольшого количества хлористого кальция было достаточно для того, чтобы вызвать неудачу во время короткого срока процесса стерилизации. Молоко так плотно свернулось, что не вытекало из банки, когда ее опрокидывали. «После добавления надлежащего количества лимоннокислого натрия в пределах нормального колебания этой составной части молока и подогревания молоко было пропущено через вакуум-аппарат, а продукт подвергся процессу стерилизации при 117° Ц в течение 16 минут. Продукт был совершенно нормальным по своему запаху, вкусу и внешнему виду. Это послужило яркой иллюстрацией, в крупном масштабе (22 700 *кг* молока) того, что соли оказывают весьма заметное влияние на коагуляцию выпаренного молока».

Кроме того Соммер и Харт сообщают, что «благотворное влияние лимоннокислого натрия и двуфосфорнокислого натрия было продемонстрировано на многих других заводах, где ранее испытывали неприятности с процессами низкой температуры стерилизации и где в конечном счете рекомендовалось применение этих солей. Одна фирма, владеющая несколькими заводами, пишет: «Мы с заметным успехом пробовали двуфосфорнокислый натрий. В некоторых случаях он дал нам возможность удлинить наш процесс стерилизации на 4 или 5 минут. Мы избавились от очень многих неприятностей, пользуясь этим методом».

Дополнительные опыты, поставленные теми же самыми исследователями при попытках выяснить, происходит ли благотворное действие на температуру коагуляции при добавлении цитрата или фосфата к молоку, имеющему излишек кальция, вследствие непосредственного влияния солей на стабильность казеина или вследствие косвенного влияния изменений в реакции молока, привело Соммера и Харта к выводу, что стабилизация казеина происходит благодаря прямому действию солей, а не изменению в реакции молока, вызванному добавлением их к последнему. В опытах с растворами казеина в известковой воде они были в состоянии продлить время температуры коагуляции при 137° Ц на неопределенный период по добавлении раствора N/10 HCl+M/20 лимоннокислого натрия, что увеличило кислотность (понизило pH) до концентрации водородных ионов 5,48, тогда как без раствора лиомоннокислого натрия и с меньшим количеством кислоты (pH=7,64) тот же самый раствор казеина немедленно дал осадок, как показано на таблице 20.

Таблица 20

Влияние лимоннокислого натрия на температуру коагуляции раствора казеина в известковой воде

25 к. с. раствора казеина плюс раствор кислоты		Вода к. с.	Температура коагуляции (в мин.)	Реакция pH
	Количество к. с.			
N/10 HCl	1,0	7,0	0:10	7,64
N/10 HCl, M/20 лимоннокислый натрий	8,0	0,0	20:00	5,48

Соммер и Харт, кроме того, отмечают, что влияние солей на молоко бывает сильнее и полнее, если их прибавлять к молоку до сгущения, чем после. При добавлении до сгущения распределение бывает более совершенным. Их действие и взаимодействие бывает более полным, когда они находятся в молоке в продолжение всего процесса производства. Для иллюстрации этого положения приводим случай, имевший место на одном из заводов. На этом заводе в течение целого месяца (июня) молоко свертывалось очень быстро. Этой неприятности не удавалось устранить, несмотря на тщательный контроль молока при его приемке. Добавление двууглекислого натрия лишь в незначительной степени улучшало молоко. Добавление лимоннокислого натрия и фосфорнокислого натрия соответственно к выпаренному молоку перед стерилизацией вносило лишь небольшое улучшение. К этому молоку уже было добавлено 84 грамма двууглекислого натрия на 454 килограмма сырого молока. Процесс стерилизации происходил при 115° Ц в течение 12 минут. Следующий опыт был поставлен с добавлением фосфорнокислого натрия из расчета 28 граммов на 454 килограмма сырого молока. Это продлило процесс стерилизации до 16 минут при 115° Ц.

Результаты Соммера, полученные при попытках исправить нежелательную температуру коагуляции в заводском масштабе, на многих заводах показали, что ни в одном случае коагуляция выпаренного молока не происходила вследствие излишка цитратов или фосфатов при нормальных условиях. Это было убедительно доказано тем фактом, что добавление к молоку солей кальция или магния во всех случаях влекло скорее усиление, чем ослабление коагуляции.

С другой стороны, добавление лимоннокислого натрия или двуфосфорнокислого натрия уменьшило затруднения в связи с температурой коагуляции. Относительно количества этих солей, требующихся для того, чтобы сделать стерилизацию надежной, Соммер (29) предложил следующий совет:

«Вообще добавление от 112 до 280 граммов криталлического двуфосфорнокислого натрия на 454 *кг* выпаренного молока превращало ненадежный процесс стерилизации в удовлетворительный. В исключительных случаях прибавляли даже по 0,454 *кг* фосфорнокислого натрия (двухзамещенного) на 454 *кг* выпаренного молока, но вследствие большого количества кристаллизационной воды в двуфосфорнокислом натрии это составляло увеличение только на 0,0198% в содержании фосфорной кислоты выпаренного молока. Это увеличение на основе несгущенного молока достигало только 0,0099% и являлось величиной, которой можно пренебречь по сравнению с нормальным содержанием P_2O_5 и его нормальными колебаниями в молоке».

Исходя из этих результатов, мы делаем заключение, что молочные соли являются главным фактором при определении температуры коагуляции выпаренного молока так же, как и в свежем молоке. Средство для предотвращения коагуляции при нагревании, выражающееся в добавлении двуфосфорнокислого натрия, уже широко применяется в промышленности.

Влияние подогревания на точку коагуляции. Способ подогревания молока играет важную роль при регулировании температуры коагуляции выпаренного молока в стерилизаторе. Влияние подогревания колеблется в зависимости от температуры, времени и способа подогревания. Экспериментальное изучение показывает, что температуры между 95° Ц и точкой кипения имеют наибольшее влияние при повышении точки тем-

пературы коагуляции. Это влияние усиливается по мере продления времени выдерживания при температуре подогревателя. Однако чрезмерное выдерживание нежелательно вследствие ненужного потемнения цвета молока из-за длительного действия температуры. Продолжительность выдержки имеет менее важное значение, чем температура. Тем не менее в случае серьезных затруднений при стерилизации выдерживание в продолжение 5 минут при температуре подогревания может оказать несомненную помощь.

На основе нашего современного знания теперь считают, что высокие температуры подогревания повышают температуру коагуляции вследствие осаждения части растворимых солей кальция, что перемещает баланс солей и стабилизирует казеин. Также было установлено экспериментальными изысканиями, что это усиление стабильности молока во время стерилизации обусловлено, по крайней мере частично, тем фактом, что подогревание вызывает осаждение альбумина.

Имеющиеся данные о составе молока на протяжении всего лактационного периода при одинаковом кормовом рационе показывают, что содержание альбумина и казеина и содержание кальция бывают наивысшими в начале и к концу лактационного периода. Содержание лимонной кислоты тоже имеет тенденцию к понижению перед окончанием периода доения. Эти факты наводят на мысль, что молоко от недавно отелившихся коров и тех, которые перестают доить, обладает тенденцией к относительно низкой температуре коагуляции и склонно, по всей вероятности, служить причиной нежелательной коагуляции и затруднений во время стерилизации. Это вообще согласуется с практическим опытом на производстве. Применение относительно высоких температур при подогревании и длительной выдержки в продолжение таких времен года, когда огромное большинство коров или только что отелились или перестают доить, бывает, следовательно, полезным в доведении нежелательной коагуляции до минимума. В большинстве местностей, расположенных в северном полушарии, такое положение наблюдается поздней осенью, зимой и ранней весной. См. также главу XI «О подогревании молока».

Влияние концентрации на коагуляцию при нагревании выпаренного молока. По мере повышения концентрации выпаренного молока точка коагуляции при нагревании падает. Это показано работой Ханзикера (41) в таблице 21.

Таблица 21

Увеличение кислотности в градусах Тернера по мере усиления концентрации выпаренного молока и ее влияние на свертывание казеина

Образец №	Концентрация	Кислотность в градусах Тернера	Состояние казеина
1	1,53:1	37,7	Нет осадка
2	1,74:1	37,7	» »
3	1, 0:1	44,4	» »
4	1,99:1	47,7	» »
5	2,11:1	53,3	Небольшие комки творога
6	2,25:1	60,0	Большие » »

В предшествующих параграфах уже было указано, что концентрация кислоты, альбумина и казеина соответственно понижает точку коагуля-

ции и что баланс солей очень сильно на нее влияет. В случае увеличения кислотности вследствие концентрации молока реакция может заключать в себе также изменения в фосфатах, на которое указывает Соммер (7). Иными словами, при более кислой реакции в концентрированном молоке бывает заметна меньшая доля двухзамещенного фосфата, который в свою очередь подчеркивает неблагоприятное влияние излишка кальция в молоке. Соммер и Харт (38) в одном из более поздних сообщений и Соммер (29) нашли, что коагуляцию можно предотвратить, разбавив свертывающиеся образцы дестиллированной водой в количестве более 10%. Кроме того, их результаты показали, что разбавление водой оказывало более сильное влияние, чем разбавление точно таким же профильтрованным молоком через фильтр Пастер-Чэмберлина. Эти открытия определенно указывают, что концентрация молочной плазмы, так же как концентрация казеина, оказывает влияние на коагуляцию при нагревании.

Опыты Хольма, Дейшера и Эванса (25) также показывают, что повышение концентрации понижает температуру коагуляции, но они нашли, что в пределах широкого колебания концентрации молока они доводили до 16—26% сухого вещества—отношение концентрации к температуре коагуляции не было постоянным. При более высоких концентрациях наблюдались большие колебания в температуре коагуляции при каждом изменении концентрации, чем при более низких концентрациях. Колебание в температуре коагуляции молока какой-либо определенной концентрации изо дня в день было невелико. При высоких концентрациях молока результаты согласовывались очень хорошо, но при низких концентрациях они не столь хорошо поддавались проверке. Авторы объясняют это тем, что при более высоких температурах, применяемых для более низких концентраций, существует большая опасность допустить ошибку, когда доводят продукт до температуры стерилизации.

Они также нашли, что изменение в концентрации вызывает несколько большее изменение температуры коагуляции в отношении выпаренного обрата, чем в отношении выпаренного цельного молока. Сравнение между выпаренным цельным молоком, изготовленным из свежего молока хорошего качества, и выпаренным молоком, приготовленным из свежего молока плохого качества (свежее молоко выдерживали при 18° Ц в течение 24 часов), показало, что молоко низкого качества имело определенно более низкую точку коагуляции. Эти исследователи пришли к заключению, что для каждого процента разницы в концентрации наблюдалась разница примерно от 1,25° Ц до 1,50° Ц в пределах содержания от 16 до 26% обезжиренного сухого вещества. Можоннье и Трой (17) сообщают, что в нормальном выпаренном молоке, содержащем около 7,8% жира и 25,5% обезжиренного сухого вещества, каждые 20 *кг* воды, добавленные или удаленные из 1 000 *кг* выпаренного молока, повышают или понижают точку коагуляции на 1° Ц соответственно.

Ценность способов повышения точки коагуляции выпаренного молока, как напр. регулирование температуры подогревания и исправления баланса солей, приобретает особенное значение при производстве выпаренного молока с относительно высокой степенью концентрации, какая напр. требуется от выпаренного молока, предназначенного на экспорт. В САСШ, как хорошо известно, влияние фактора концентрации на коагуляцию при нагревании и послужило решающим соображением при установлении существующих федеральных стандартов для содержания общего сухого вещества этого продукта.

Стандартизация свойств, влияющих на поведение выпаренного молока по отношению к температуре коагуляции. Во время обсуждения вышеизложенного было показано, что существуют многие факторы, которые влияют на поведение молока в стерилизаторе. Было указано, что некоторые из этих факторов относятся к процессу производства и, следовательно, находятся под контролем работника. Наиболее важными из них являются температура, время и способ подогревания, отношение концентрации и давление при гомогенизации.

Другие факторы касаются качества и состава свежего молока. Наиболее важные из них это—кислотность, сычугообразующие микроорганизмы, содержание альбумина и баланс солей. Эти факторы в значительной мере выходят за пределы заводского контроля. Их полное устранение означало бы браковку всего молока, не соответствующего идеальному его поведению в стерилизаторе. Такая установка явно непрактична.

Некоторые из этих факторов, наличие которых не поддается контролю работника, можно видоизменить до степени большей или меньшей без вредности по отношению к стерилизации посредством разумного тщательного регулирования процессов, предшествующих стерилизации. Чрезмерную кислотность можно устранить посредством нейтрализации щелочью; высокое содержание растворимого альбумина можно уменьшить путем надлежащего регулирования процесса подогревания.

На преимущество стандартизации процесса стерилизации уже нами обращалось внимание. Она упрощает работу, способствует большей производительности завода и уменьшает опасность чрезмерной порчи законченного продукта. Чтобы сделать возможным применение однородного стандартного процесса стерилизации и в то же время обезопасить себя от затруднений в связи с коагуляцией при нагревании, необходимо стандартизировать те свойства молока, которыми главным образом обусловливается его поведение по отношению к температуре стерилизации. Необходимо еще до стандартизации установить в молоке правильный баланс солей, который придаст казеину оптимальную стабильность при всех нормальных состояниях молока, и пользоваться такими температурами при стерилизации, про которые известно, что они обеспечат полную стерилизацию выпаренного молока.

Этот способ зависит от применения двууглекислого натрия, как агента, посредством которого стабилизуется казеин и стандартизуется коагуляция при нагревании. В предыдущих параграфах было показано, что двууглекислый натрий заметно улучшает баланс солей, но что другие соли натрия, как напр. двуфосфорнокислый натрий и лимоннокислый натрий, даже более надежны в своем действии, направленном к стабилизации казеина, и во всем остальном предпочитительнее, так как их применение не наносит никакого вреда цвету и вкусу законченного продукта. Однако потребное оборудование и самая процедура применения этих новых стабилизующих веществ подобны тем, которые сконструированы для применения двууглекислого натрия, так что, пожалуй, неуместно предложить способ Можоннье для выявления коагуляции при нагревании по всей его полноте в таком виде, как он развился за последнее время и был первоначально придуман бр. Можоннье и К° в Чикаго. Для его описания выделен особый пункт, дающий указания о применении двуфосфорнокислого натрия и лимоннокислого натрия.

ГЛАВА XV

Методы контроля выпаренного молока

Способ Можоннье. Этот метод характеризуется следующими отличительными чертами:

1) стандартным процессом стерилизации, приспособленным для выпаренного молока высшего качества, поступающего в переработку; этот процесс предусматривает очень узкие пределы колебания температуры и продолжительности выдержки с целью сведения до минимума индивидуальных особенностей варки;

2) стандартным методом определения посредством стерилизатора лабораторного типа, вискозиметра и пробы надлежащей вязкости и цвета, которые должно иметь выпаренное молоко по выходе из стерилизатора;

3) стандартным методом определения количества двууглекислой соды, какое следует добавить к любой данной партии выпаренного молока в случае, если оно обладает свойствами, что без такой подготовки его небезопасно подвергать нагреванию в пределах стандартного процесса стерилизации.

Оборудование для способа Можоннье. Оборудование, спроектированное для этого метода регулирования процесса выпаривания молока, иллюстрировано на рис. 75 и состоит из нижеследующей аппаратуры:

1) одного стерилизатора лабораторного типа с мотором, полный комплект;

2) двух вискозиметров;

3) одной различной машины для наполнения пробной банки с узким отверстием;

4) стеклянной посуды для приготовления и отмеривания раствора двууглекислого натрия;

5) одних весов и

6) банки с открытым верхом и банки из белой жести с узким отверстием.

Приготовление 10%-ного раствора двууглекислого натрия. Двууглекислая сода употребляется в этом процессе в виде 10%-ного раствора. Этот раствор приготовляется следующим образом:

1. Взвешивается порожняя бутылка с точностью до одной десятой грамма.

2. Всыпается в бутылку 84 грамма двууглекислой соды.

3. Добавляется туда 0,7 *кг* теплой воды.

Раствор встряхивается до тех пор, пока вся сода не растворится. По мере надобности раствор переливается в распределительную бюретку, наполняя ее не более, чем наполовину. Остальной раствор хранится в крепко закупоренной запасной бутылке до первого требования. Если раствор выкристаллизуется, то надо приготовить новую партию. Вышеуказанный раствор соды содержит в точности 10% двууглекислой соды.

Добавление раствора двууглекислого натрия к пробным банкам. Ставят в ряд пять чашек с открытым верхом, помеченных Х—1—2—3—4 соответственно. Эти чашки снабжены регулятором. Чашка, помеченная Х—пустая, в нее не прибавляют соды. В чашку, помеченную № 1, добавляют одну дозу двууглекислого натрия из распределительной бюретки. Это количество, содержащееся между верхними двумя делениями бюретки. В чашку № 2 вливают две дозы, в чашку № 3—три и в № 4—четыре дозы. Распределительная бюретка с регулятором показывает, каким образом вышеуказанные количества следует добавлять; бюретка градуирована на четыре отдельных дозы. Величина отдельной дозы содержит эквивалент 28 *г* двууглекислого натрия на 454 *кг* выпаренного молока. Каждая последующая доза является множителем этой единицы. При распределении раствора двууглекислой соды лучше всего наполнить бутылку не больше, чем наполовину. При наполнении бюретки раствор следует вливать в нее медленно, чтобы туда не попадал воздух. Если воздух попадает в бюретку, то трудно его удалить и в таком случае нужно выпустить из нее какой бы ни был там раствор и налить нового.

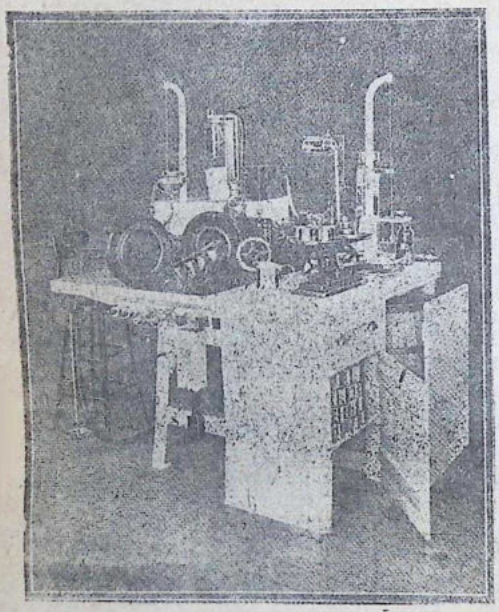


Рис. 75. Контрольный аппарат Можонье для выпаренного молока.

Всякий раз, когда качество молока является ненормальным, может встретиться необходимость в добавлении более вышеуказанного количества порций двууглекислой соды к пробным банкам. В таких случаях можно прибавлять любые множители вышеуказанного количества порций. Отношение 28 *г* двууглекислой соды к 454 *кг* молока останется без перемены, увеличившись лишь на число порций, влитых в каждую пробную банку.

Приготовление пяти пробных банок для стерилизатора. После того как в пять чашек с открытым верхом было налито двууглекислой соды, как показано в предыдущем отделе, их переносят на весы и отвешивают ровно по 168 *г* молока в каждую чашку. Это можно сделать, взвесив весь комплект порожних чашек и затем отвесив по 168 *г* выпаренного молока в каждую отдельную чашку.

Теперь один комплект из пяти порожних банок отмечают точно так же, как и чашки, к которым добавлен раствор соды, а именно: Х=банке,

не содержащей соды; 1=банке, содержащей эквивалент 28 *г* соды на 454 *кг* выпаренного молока; 2=банке, содержащей эквивалент 56 *г* на 454 *кг* выпаренного молока; 3=банке, содержащей эквивалент 84 *г* на 454 *кг* выпаренного молока, и 4=банке, содержащей эквивалент 152 *г* на 454 *кг* выпаренного молока.

Затем содержимое пяти чашек с открытым верхом переливают в пять банок из белой жести в вышеуказанном порядке. Это делается, поместив банки попарно под разливочную машину, снабженную регулятором и могущую наполнять по две банки с узким отверстием, и чашки с молоком и двууглекислой содой, помеченные таким же отбразом, как и порожние банки, теперь выливаются в разливочную машину. Надо внимательно следить за тем, чтобы банки были в надлежащем порядке.

После наполнения банки запаиваются, причем предпочтительнее пользоваться припоем из канифоли. В случае, если такого припоя не окажется под руками, необходимо принять меры, чтобы ни малейшего количества хлористого цинка от припоя не попало в жестянки. Истечение хлористого цинка оказывает весьма скверное влияние на молоко и совершенно меняет результаты.

Стерилизация пяти пробных банок. Пять пробных банок, приготовленных, как указано выше, теперь готовы для стерилизации. Поместив их в клетку, укрепляют как следует крышку, а также крепко завинчивают винты для того, чтобы прочно удерживать все банки на своем месте. Устанавливают клетку в стерилизаторе посредством винта с правой стороны, для того чтобы предотвратить качание на концах. Плотно закрывают люк стерилизатора так, чтобы не было утечки пара во время стерилизации.

Принимают меры к тому, чтобы наверняка обеспечить циркуляцию пара через отверстие в трубе вокруг термометра. Это маленькое отверстие необходимо держать открытым в продолжение всего процесса стерилизации. Наполняют стерилизатор лабораторного типа водой до половины его объема по водомерному стеклу. Не нужно забывать повернуть выключатель (вставить штепсель) для пуска в ход мотора. Открывают пусковой вентиль для пара и оставляют так в течение пяти минут, чтобы дать температуре пара достигнуть 87° Ц или 3 на шкале стерилизатора. Затем пар постепенно подымают от 87 до 115° Ц или от 3 до 8 по термометру, исходя из расчета по одной минуте на каждые 2—3 градуса, как показано в следующей таблице.

Таблица 22

Фактическая температура по Цельсию	Фактическое показание на шкале термометра	Время, в течение которого ртуть должна быть в любой данной точке, двигаясь вверх
115°	8 баллов	20 минут
110°	7 »	18 »
105°	6 »	16 »
100°	5 »	14 »
95°	4 »	12 »
90°	3 »	10 »

Там, где стерилизация производится только одним паром, без применения перегретой воды, рекомендуется дать 20 минут для того, чтобы поднялась температура. Вышеуказанная таблица рассчитана на этой

основе. Однако ее можно легко приспособить к системе, требующей 15 минут для поднятия температуры, считая пять минут для достижения точки, отмеченной 10 (минутами) на таблице или до 90° Ц.

Также рекомендуется, чтобы образцы выдерживались в стерилизаторе лабораторного типа до 117° Ц и чтобы «скачок» от 110° Ц до 117° Ц был сделан в течение двух минут. Очень важно точно знать секунду, когда столбик ртути достигнет 117° Ц. Молоко следует выдерживать при этой температуре в течение 15 минут с точностью до одной секунды.

Охлаждение пяти пробных банок. Как только часы покажут, что образцы подверглись стерилизации в соответствии с вышеуказанными условиями, следует одновременно открыть и выпускной кран и кран для холодной воды. Лучше всего охладить пять образцов приблизительно до 24° Ц. Это не должно продолжаться более пяти минут, в зависимости от температуры имеющейся под руками воды.

Испытание пробных банок на вязкость. Как только пробные банки будут охлаждены в стерилизаторе, как указано выше, банки высушиваются снаружи, затем их открывают и ставят каждую в правильном положении на полочку вискозиметра. Важно, чтобы был соблюден тот же порядок маркировки мест на полочке вискозиметра, как и в отношении маркировки банок. Весьма желательно охладить образцы по возможности ближе к 24° Ц. Если этого нельзя сделать, то в вязкость следует внести поправку на температуру, пользуясь шкалой поправок, которая имеется при вискозиметре. Пробу на вязкость нужно взять следующим образом:

а) Достают шарики разных размеров в соответствии с продуктом, который желательно испытать на вязкость. Поэтому надо смотреть, чтобы был взят надлежащий шарик.

б) Укрепляют один конец проволоки в гайке вверху согнутого суппорта, а другой конец—в циферблате. Устанавливают вертикальное положение циферблата, подымая или опуская его до тех пор, пока ручка на дне циферблата не будет в правильном положении и не зацепит подножки на правой стороне подставки.

в) Устанавливают горизонтальное положение циферблата, пока нолевые градусы не будут в линию со стрелкой на передней части рамы, когда циферблат сбалансирован в воздухе. Помещают циферблат в центре открытого круга посредством регулирующих винтов на нижней части рамы. Берут пробу на вязкость прямо в банках т. н. „детского" размера. Ставят банку в центре при помощи автоматического приспособления, предусмотренного для этой цели. Как уже было указано, очень внимательно следят за температурой.

г) Опускают шарик в банку с молоком; дают циферблату один оборот по направлению часовой стрелки, оставив его, когда нолевые градусы на циферблате будут в линию с указателем (стрелкой) на передней части рамы. Держат циферблат на месте посредством ручки и подножки. Когда готово, резко отпускают ручку, замечают градус, где остановится циферблат как раз перед тем, как он начнет обратное круговое движение. Это случится после того, как циферблат сделает один полный и часть второго оборота. Градус, на котором остановится циферблат, будет представлять вязкость образца. Чем больше вязкость, тем большим будет показание градуса. Вязкость выражается в градусах замедления. Ведут учет каждой испытанной пробной банки, как указано выше. Дальше последуют указания относительно способа применения полученных таким образом сведений (рис. 76).

Значение надлежащей вязкости. Вязкость выпаренного молока обусловливает консистенцию и постоянство эмульсии жира и других твердых и жидких составных частей продукта и она, кроме того, определяет ту степень, до которой можно рассчитывать, что выпаренное молоко выдержит температуру стерилизации, не подвергаясь опасности свернуться. Цель испытания пробных банок, прошедших через стерилизатор лабораторного типа или контроль, заключается в том, чтобы определить, пройдет ли без вреда выпаренное молоко всей партии, не подвергаясь обработке, через принятый, стандартный процесс стерилизации или до какой степени этот процесс надо видоизменить или же в какой мере

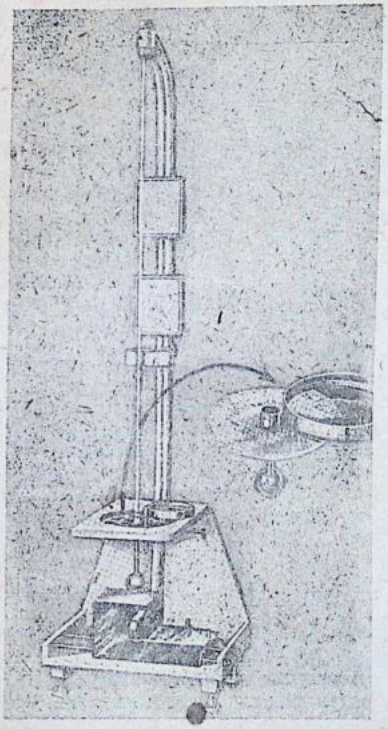


Рис. 76. Вискозиметр системы Можоннье.

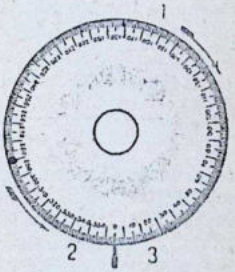


Рис. 77. Циферблат вискозиметра системы Можоннье Дулиттль, разделенный на 360 градусов. *1*—для того, чтобы установить, надо повернуть в этом направлении; *2*—если остановить, то циферблат повернется в этом направлении; *3*—показание можно взять непосредственно у стрелки. Увеличительное стекло над нею гарантирует точность показания.

продукт до стерилизации необходимо подвергнуть обработке двууглекислой содой или другими солями натрия, чтобы обеспечить хорошую консистенцию и воспрепятствовать образованию постоянного сгустка (рис. 77).

Некоторая степень вязкости выпаренного молока желательна и необходима для того, чтобы придать продукту хорошую консистенцию и чтобы не допустить отделения молочного жира.

Но по мере усиления вязкости достигается точка, дальше которой итти небезопасно вследствие риска образования постоянного сгустка, который делает продукт непригодным для сбыта.

Усилившаяся вязкость происходит вследствие изменения в физи-

Таблица 23

Приведение вязкости выпаренного молока к 24°Ц

Стерилизационная камера						Упаковочная камера					
Темп. в °Ц	Отнять град. вязкости [1])	Темп. в °Ц	Прибавить град. вязкости [1])	Темп. в °Ц	Прибавить град. вязкости [1])	Темп. в °Ц	Отнять град. вязкости [1])	Темп. в °Ц	Прибавить град. вязкости [1])	Темп. в °Ц	Прибавить град. вязкости [1])
18,3	25	24,2	2	31,3	24	15,4	15	23,8	0	30,8	10,0
18,8	22	24,7	4	31,9	25	15,9	14	24,2	1	31,3	10,5
19,4	19	25,3	6	32,4	26	16 5	13	24,7	2	31,9	11,0
20,0	16	25,8	8	33,0	27	17,0	12	25,3	3	32,4	11,5
20,5	13	26,4	10	33,5	28	17,6	11	25,8	4	33,0	12,0
21,0	10	26,9	12	34,1	29	18.5	10	26,4	5	33,5	12,5
21,5	8	27,5	14	34,6	30	18,8	9	26,9	6	34,1	13,0
22,0	6	28,0	16	35,2	31	19,4	8	27,5	7	34,6	13,3
22,5	4	28,6	18	35,7	32	20,0	7	28,0	7,5	35,2	13,6
23,3	2	29,1	20	36,3	33	20,5	6	28,6	8,0	35,7	13,9
23,8	0	29,7	21	36,8	34	21,0	5	29,1	8,5	36,3	14,2
—	—	30,2	22	37,4	35	21,5	4	29,7	9,0	36,8	14,5
—	—	30,8	23	—	—	22,0	3	30,2	9,5	37,4	14,8
—	—	—	—	—	—	22,5	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	23,3	1	—	—	—	—

ческих свойствах составных частей белка выпаренного молока в результате действия температуры. Теперь считают, что изменение происходит в значительной мере вследствие несоблюдения равновесия кальция и казеина и коагуляции молочного альбумина, вызываемой высокой температурой стерилизации. Более ранние стадии этих изменений желательны, так как в результате продукт приобретает хорошую консистенцию и увеличивается стабильность эмульсии. Чрезмерная длительность этих изменений осаждает белки в форме видимых частиц творога, которые, если останутся постоянными, портят продукт, делая его непригодным для продажи.

Факторы, влияющие на вязкость, и их отношение к процессу стерилизации. Степень, до которой температура увеличивает вязкость выпаренного молока, зависит от многих к тому же изменяющихся условий, которые влияют на температуру коагуляции выпаренного молока. Сопротивляемость белков действию температуры в зависимости от того, как на нее влияют эти разные условия и факторы, можно видоизменить и в значительной степени регулировать, если это необходимо, посредством обработки молока, имеющего ненормально низкую сопротивляемость действию температуры, определенными небольшими количествами двууглекислой соды, двуфосфорно-кислого натрия или лимонно-кислого натрия.

Поэтому проба на вязкость представляет мерило сопротивляемости любой данной партии выпаренного молока действию температуры стерилизации. Но для того чтобы дать возможность работнику правильно истолковать результаты этой пробы и правильно применять способ обращения с выпаренным молоком в соответствии с этими данными, он должен иметь ясное понимание взаимоотношения различных факторов, ко-

[1]) Означает градусы замедления или вязкости.

торые влияют на эту сопротивляемость действию температуры и которые воздействуют на вязкость.

В отношении направления, в котором эти различные факторы оказывают влияние на вязкость, и тенденции к свертыванию выпаренного молока необходимо знать нижеследующие главные факторы:

Факторы, которые увеличивают вязкость и тенденцию молока к свертыванию

1. Высокий процент молочной кислоты в молоке.
2. Присутствие бактерий, вырабатывающих сычугообразные вещества.
3. Высокое содержание альбумина.
4. Излишек кальция над цитратами и фосфатами.
5. Излишек цитратов и фосфатов над кальцием.
6. Низкая температура подогревания.
7. Высокая концентрация выпаренного молока.
8. Высокое давление в гомогенизаторе.
9. Высокая температура стерилизации.
10. Продолжительная выдержка при температуре стерилизации.

Факторы, которые уменьшают вязкость и тенденцию молока к свертыванию.

1. Низкая кислотность молока.
2. Отсутствие бактерий, вырабатывающих сычугообразные вещества.
3. Нормальное содержание альбумина.
4. Оптимальный баланс кальция и казеина.
5. Высокая температура подогревания.
6. Выдерживание при температуре подогревания.
7. Низкая концентрация выпаренного молока.
8. Низкое давление в гомогенизаторе.
9. Добавленная вода в выпаренном молоке.
10. Низкая температура стерилизации.
11. Кратковременный процесс стерилизации.
12. Добавление двууглекислой соды, двуфосфорнокислого натрия или лимонно-кислого натрия.

Точное количественное отношение большинства этих факторов друг к другу и к вязкости выпаренного молока было экспериментально определено, бр. Можонньe и К° для выпаренного молока, стандартизованного до 7,8% жира и 25,5% общего сухого вещества следующим образом.

Сорокаградусное замедление или вязкость, при определении вискозиметром Можонньe, соответствует:

1) 0,55° Ц температуры стерилизации при точке выдерживания 115° Ц в течение 15-минутной выдержки и при точно таком же периоде повышения температуры, как дано под заголовком: «Стерилизация пяти пробных банок». Это означает, что каждые 0,55° Ц сверх 115° Ц при вышеуказанных условиях выдерживания увеличивают замедление или вязкость на 40 градусов по вискозиметру Можонньe.

2) 1,0 минуте времени при температуре выдерживания 115° Ц. Это означает, что каждая 1,0 мин. выдерживания при 115° Ц сверх 15 минут увеличивает замедление или вязкость на 40° и каждая минута выдерживания при 115° Ц менее нежели 15 минут уменьшает замедление или вязкость на 40°.

3) 1,1° Ц температуры, до которой подогревают молоко в горячем баке ниже 100° Ц. Это означает, что на каждые 1,1° Ц ниже 100° Ц в горячем баке замедление или вязкость увеличивается на 40°.

4) 9,08 *кг* добавленной воды на 454 *кг* выпаренного молока. Это означает, что прибавление или наличие в выпаренном молоке 9,08 *кг* доба-

вочной воды на 454 *кг* выпаренного молока п о н и ж а е т замедление или вязкость на 40°.

5) 28 *г* двууглекислой соды в порошке на 454 *кг* выпаренного молока. Это значит, что прибавление к нестерилизованному выпаренному молоку 28 *г* двууглекислой соды на 454 *кг* выпаренного молока понижает замедление или вязкость на 40° по вискозиметру.

При пользовании вышеуказанным соотношением факторов как руководством следует иметь в виду, что в отношении выпаренного молока с более высокой степенью концентрации влияние этих различных факторов на замедление или вязкость изменяется в сторону усиления.

Требуемая вязкость для выпаренного молока. Опытное изучение вязкости выпаренного молока бр. Можонньe и К° показало, что вязкость в таком виде как она определена тотчас же по выходе выпаренного молока из стерилизатора, значительно понижается с момента выпуска молока из стерилизатора до отгрузки и снова во время транспортировки. Понижение вязкости до некоторой степени обусловливается температурой молока во время этого процесса; чем выше температура, тем больше бывает понижение вязкости.

Таким образом было найдено, что для внутренней торговли вязкость 150° является надлежащей вязкостью для выпаренного молока тотчас же по выходе из стерилизатора. Для экспорта вязкость должна быть выше, около 200°.

150-градусная вязкость выпаренного молока тотчас же после стерилизации равнозначна вязкости примерно от 80 до 100° к тому времени, когда молоко будет готово к отгрузке, и этим числом выражается, приблизительно правильная вязкость для молока летних месяцев. Для зимних месяцев вязкость не должна превышать примерно 80° по вискозиметру Можонньe; чрезмерная вязкость вызывает свертывание выпаренного молока, когда его наливают в горячий кофе или разбавляют горячей водой.

Добавление двууглекислого натрия к партии выпаренного молока. Как только пробы с помощью контрольного стерилизатора и вискозиметра закончены, партия выпаренного молока готова для разливания по банкам из белой жести. В случае, если встретится необходимость в прибавлении двууглекислой соды, рекомендуется следующая процедура.

Предположим, что банка № 2 дала правильную пробу вязкости, выразившуюся в 150 «градусах замедления». В эту банку было прибавлено двууглекислой соды из расчета 56 *г* на 454 *кг* молока. Вся партия содержит 10 890 *кг* выпаренного молока, поэтому аккуратно взвешивают $\frac{10\,890 \times 56}{454} = 1\,343$ *г* твердого двууглекислого натрия. Это количество соды помещают в 38-литровую молочную тару, прибавляют небольшое количество воды и предпочтительно также небольшое количество выпаренного молока. Затем эту смесь нагревают до сильного кипения, чего легко достигнуть с помощью парового шланга. Кипячение следует продолжать пока большая часть образовавшегося газа не будет удалена. Горячую смесь теперь выливают в выпаренное молоко в чан для его выдерживания. Содовый раствор выливают медленно и выпаренное молоко следует хорошенько помешивать не только во время вливания соды, но и в течение от 10 до 20 минут после ее добавления.

Неправильности в реакции в результате прибавления двууглекислого натрия. Вообще говоря вышеприведенное наставление Можонньe для

применения двууглекислой соды дает надежные результаты. Однако иногда бывают условия, когда выпаренное молоко не в состоянии реагировать на это добавление и может дать диаметрально противоположные результаты против тех, которые ожидаются. Вместо понижения вязкости и повышения температуры коагуляции оно повышает вязкость и понижает температуру коагуляции.

Не исключена возможность того, что такое состояние может быть вызвано недостатком кальция в балансе солей молока: в таком случае добавление солей нартия, как, напр., двууглекислого натрия, усиливает расстройство баланса кальция и казеина. Такие случаи иногда все же наблюдаются в отношении молока от отдельных коров, но с молоком смешанного стада и в особенности со смешанным молоком от многих стад они чрезвычайно редки. Соммер (29) сообщает, что ни в одном случае заводских затруднений их причиной не послужил недостаток кальция в молоке. Во всех случаях затруднений при стерилизации, происшедших вследствие неправильного баланса солей, нежелательные явления обусловливались излишком кальция, и их можно было избегнуть посредством добавления солей натрия.

Наиболее вероятные случаи, когда выпаренное молоко неспособно реагировать на обработку двууглекислой содой,—это те, в которых молекула кальция казеина претерпела ненормальные химические изменения в результате неправильного выполнения одной или более стадии в процессе производства, как, напр., неправильный способ подогревания, чрезмерное разбавление водой, утечка рассола хлористого кальция, применение чрезмерных количеств двууглекислого натрия.

Применение лимонно-кислого натрия и двуфосфорно-кислого натрия. Относительно достоинства лимонно-кислого натрия, двуфосфорно-кислого натрия и двууглекислого натрия как средства для исправления баланса солей и повышения температуры коагуляции выпаренного молока рассмотрены в главе XIV под заглавием: «Влияние минеральных солей на температуру коагуляции».

При средних нормальных условиях положительный эффект этих трех солей натрия на температуру коагуляции одинаков. Их прибавление улучшает баланс солей в молоке, которое содержит больше кальция, чем нужно для получения оптимального баланса кальция и казеина и максимальной стабильности казеина.

Преимущества прибавления цитратов и фосфатов. Однако результаты с цитратами и фосфатами несколько более надежны, чем с двууглекислым натрием. Это приписывают тому факту, что двууглекислый натрий оказывает двойное действие. Подобно цитратам и фосфатам он уравновешивает излишек кальция. Но помимо этого он изменяет кислотную реакцию и когда употребляется в больших количествах, он может увеличить излишек кальция, соединившись с казеином и заместив кальций в соединении кальция-казеина. Когда это случается, результат бывает противоположный желательному. Здесь еще более нарушается равновесие кальция-казеина и температура коагуляции понижается вместо того, чтобы повыситься. С другой стороны, цитраты и фосфаты действуют только в одном направлении: они уравновешивают излишек кальция. Это обстоятельство делает их влияние более положительным и надежным.

Кроме того, двууглекислая сода имеет тенденцию к усилению карамелизации и потемнению цвета. Она также склонна ухудшить вкус выпаренного молока. Эти недостатки становятся более заметными при

увеличении количеств используемой соды. Естественный светлый, похожий на сливки цвет превращается в серовато-бурый с грязным оттенком и привкус производит впечатление мыльного. Кроме того, сода имеет тенденцию заставить банки более выпучиваться у краев вследствие освобождения углекислого газа под действием температуры стерилизации. Это газообразование подвергает банки повышенному давлению и может повести к большому проценту текучих банок. Это также может привести к тому, что банки поступят для сбыта с выпученными краями, производя впечатление, что содержимое банок попорчено.

Применение лимонно-кислого натрия и двуфосфорно-кислого натрия не влечет за собой таких повреждений.

Как пользоваться лимонно-кислым натрием и двуфосфорно-кислым натрием. Количество лимонно-кислого натрия или двуфосфорно-кислого натрия, которое надо прибавить к любой данной партии выпаренного молока, определяется пробой наподобие той, которая производится, когда двууглекислый натрий служит стабилизатором казеина. Для этой цели пользуются некоторым количеством 148-граммовых банок выпаренного молока (от 8 до 10 жестянок) и производят испытание в стерилизаторе лабораторного типа. Образцы приготовляются посредством добавления различных количеств или лимонно-кислого натрия или двуфосфорно-кислого натрия в отдельные пробные жестянки, содержащие нестерилизованное выпаренное молоко, подлежащее испытанию. Соммер (7) на основании полученных им результатов как в лабораторных опытах, так и на заводах, вырабатывающих выпаренное молоко, нашел, что предел обыкновенно бывает эквивалентным от 56 до 280 *г* сухого цитрата или фосфата на 454 *кг* выпаренного молока. Кроме того он указывает, что в то время как в исключительных случаях может потребоваться от 448 до 560 *г* на 454 *кг* выпаренного молока, в большинстве случаев для несбалансированных солей в выпаренном молоке предел от 56 до 280 *г* покроет количество, потребное для восстановления баланса и для обеспечения удовлетворительных результатов процесса стерилизации (рис. 78). Соммер рекомендует следующую методику:

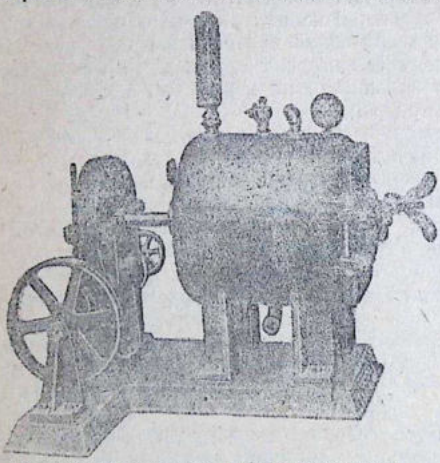


Рис. 78. Стерилизатор лабораторного типа.

Приготовление раствора. Прибавляют фосфат или цитрат в виде раствора. Крепость раствора должна быть такова, чтобы одна десятая к. с. раствора была эквивалентна добавлению 28 *г* сухой соли на 454 *кг* выпаренного молока. Для этого требуется раствор, содержащий 10,63 *г* цитрата или фосфата, растворенных в достаточном количестве воды для получения 100 к. с. раствора. Вследствие более низкой

стоимости двуфосфорнокислого натрия дальнейшее обсуждение ограничится только применением последнего.

Приготовление пробных банок. Берут пипетку емкостью 1 $см^3$, градуированную до одной десятой куб. см. Кончик этой пипетки должен быть достаточно тонким для того, чтобы его можно было легко вставить в узкое отверстие обыкновенной банки выпаренного молока. Для того, чтобы воспрепятствовать потере раствора вследствие того, что некоторое его количество выдувается воздухом, который выходит из кончика пипетки, лучше всего наливать раствор в банки прежде, чем их наполнят молоком.

Компенсирование влияния разбавления образца. Вливание раствора соли разбавляет выпаренное молоко. Один этот фактор оказывает ничтожное влияние на температуру коагуляции молока. Для устранения этого фактора рекомендуется уравнять разбавление во всех образцах данной серии. Точная методика показана на таблице 24, придуманной Соммером.

Таблица 24

Способ приготовления образцов

168 г нестерилизов. выпаренного молока плюс	к. с. 10,63%-ного раствора двуфосфорно-кислого натрия	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
	к. с. дистиллир. воды	0,0	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
Потребная норма добавления, выраженная в виде грамм-сухого двуфосфорно-кислого натрия на 454 *г* нестерилизованного выпаренного молока		0	0	2	4	6	8	10

В вышеприведенной таблице первый образец представляет выпаренное молоко без добавления чего-либо. Второй образец не содержит фосфата, но представляет собою молоко в разбавленном виде, причем степень разбавления такая же, как и у всех других образцов. Остальные образцы показывают добавление фосфата в разных количествах, но разбавленных во всех случаях точно так же, как и второй образец. Таким путем возможно определить, до какой степени улучшение в коагуляции можно приписать разбавлению и фосфату соответственно.

Методика испытания. Приготовленные таким образом пробные жестянки помещают в стерилизатор лабораторного типа, где они подвергаются полностью действию температуры и выдерживаются столько времени, сколько, как известно, необходимо для надежной стерилизации с точки зрения эффективности уничтожения зародышей. После стерилизации и охлаждения образцы исследуются на коагуляцию, вязкость и цвет и отмечается образец, в котором проявляются желательные свойства, учитывая некоторое влияние, разбавления. Посмотрев на запись добавленного двуфосфорно-кислого натрия, работник знает количество добавленного раствора фосфата, содержащегося в этой жестянке, и, помножив к. с. раствора на 10, он может затем определить вес сухого двуфосфорно-кислого натрия в граммах на 454 *г* выпаренного молока, который необходимо прибавить ко всей партии.

Добавление двуфосфорно-кислого натрия к партии выпаренного молока. На каждую одну десятую куб. см. раствора фосфата, содержащегося в пробной банке, содержимое

которой лучше всего реагировало на процесс стерилизации в стерилизаторе лабораторного типа, надо добавлять по 28 *г* сухого двуфосфорнокислого натрия на 454 *кг* выпаренного молока к заводской партии.

Важно, чтобы фосфат был тщательно размешан и распространился бы по всей партии или всему баку, наполненному выпаренным молоком.

Так как влияние соли натрия на стабилизацию казеина проявляется сильнее всего, когда добавленный фосфат находится в молоке во время процесса подогревания и сгущения, было найдено полезным добавлять к молоку по крайней мере часть потребного количества в подогревателе и затем добавить остальное количество к выпаренному молоку в баке для хранения. С этой целью работник может использовать результаты работы за предыдущий день как основу, на которой он определяет приблизительное количество фосфата, которое возможно безопасно добавить. Хотя баланс солей может несколько расходиться в молоке отдельных партий, эти расхождения между отдельными партиями и между продукцией ближайших дней обычно недостаточны для того, чтобы вызвать существенные изменения в количестве необходимого фосфата. Там, где все партии, выработанные в течение одного и того же дня, смешаны, эти колебания еще менее выражены. Подробнее см. в главе XIV «О факторах, влияющих на температуру коагуляции молока».

Этика прибавления минеральных солей к выпаренному молоку. Принципиально добавление посторонних веществ к пищевому продукту, каким является выпаренное молоко, нежелательно. Наши указания о добавлении некоторых веществ не следует истолковывать, как означающие, что эта книга защищает неразборчивое применение минеральных солей в производстве выпаренного молока при попытке превратить продукт, изготовленный из плохого в санитарном отношении, частично перебродившего или непригодного для здоровья сырья в приемлемый для сбыта товар.

Однако обширные и тщательные научные изыскания и широкий опыт в промышленном производстве определенно показали, что прибавление небольших количеств таких минеральных солей, как двууглекислый натрий, лимонно-кислый натрий и двуфосфорно-кислый натрий, никоим образом не служат в ущерб полезности для здоровья и питательной ценности выпаренного молока. Они, кроме того, показали, что разумное и правильное применение этих солей, где нужно, оказало определенную пользу для промышленности, уменьшив случаи неприемлемых для потребителя, хотя во всех остальных отношениях совершенно хороших, партий выпаренного молока, сведя количество таких случаев до ничтожного минимума и тем самым устранив ненужные экономические потери, которые дорого обходятся и которых можно избегнуть.

Практика облегчения процесса стерилизации посредством применения двууглекислой соды уже не нова и за последние годы в результате научных исследований на американских государственных опытных станциях лимонно-кислый натрий и двуфосфорно-кислый натрий получили широкое применение для этой цели. Этот обычай довольно хорошо обосновался, принят промышленностью и одобрен научными авторитетами. Однако беспорядочное пользование им при отсутствии систематического, научно-регулируемого, правильного метода, как показано в этой книге, может повлечь к злоупотреблению и это нужно решительно осудить.

ГЛАВА XVI

Стерилизация выпаренного молока посредством непрерывного процесса

Описание стерилизаторов и рассмотрение процессов стерилизации до сих пор касались прерывно действующих стерилизаторов различных конструкций и емкости и прерывной стерилизации в них. В самом деле еще примерно два года тому назад и ранее прерывная стерилизация была единственной формой стерилизации, применявшейся для выпаренного молока.

Еще в 1885 г. Джон Мейнберг открыл, что если банки слегка помешивать во время нагревания, то содержимое их быстрее воспринимает теплоту и более равномерно с минимальным развитием неприятного пригорелого вкуса, потемнения цвета и изменения в консистенции.

Как объяснено под заголовком «Прерывная стерилизация», это помешивание производилось в прерывном стерилизаторе посредством вращающегося барабана, но трудность правильного распределения теплоты во всех частях прерывного стерилизатора являлась и все еще является постоянным препятствием для получения однородного продукта, в котором не было бы перестерилизованных и недостерилизованных банок и повышенного количества негерметичных банок. Однако эти трудности теперь удалось с успехом преодолеть с помощью непрерывного стерилизатора. Непрерывный стерилизатор, изобретенный, сконструированный и сделанный промышленной фирмой Андерсон Барнграувер в Сан-Джозе, Калифорния, представляет результат многолетних усилий устранить препятствия, свойственные прерывной стерилизации, как указано выше. Эта машина появилась в результате примерно 15-летнего постепенного развития процессов консервирования фруктов и овощей. Более ранние конструкции, возникшие в результате этих усилий, состояли из непрерывного открытого стерилизатора, снабженного внутри точно таким же спиральным конвейерным механизмом, какой применяется в разработанном позднее стерилизаторе, работающем под давлением. Стерилизатор работающий под давлением, появился около восьми лет тому назад, и он теперь признан стандартным, пригодным для всякого рода консервированных продуктов питания, требующих нагревания до температуры выше точки кипения воды.

При усовершенствовании непрерывного стерилизатора одна из наиболее важных проблем механического характера заключалась в том чтобы защитить банку от слишком сильного напряжения вследствие разницы в давлении между внутренностью банки и снаружи. Это успешно разрешили, сконструировав стерилизатор таким образом, что банки постепенно подогревались до температуры на несколько градусов ниже точки кипения и затем, пройдя собственно стерилизатор, переводились в холодильник, где охлаждались под давлением воздуха, причем приспособления

для подачи в стерилизатор и выпуск из него были оборудованы ротационными непроницаемыми для пара клапанами, а холодильники снабжены ротационными непроницаемыми для воздуха клапанами. Затем было изобретено приспособление для автоматического отделения негерметичных банок как при входе в стерилизатор, так и при выходе из холодильника. Это механическое приспособление для испытания банок является неотъемлемой частью непрерывного стерилизатора.

Непрерывный стерилизатор достиг своего теперешнего состояния совершенства только в течение последних 5 лет и в то время как им с успехом пользовались в фруктово-овощной промышленности в течение многих лет, его введение в производство выпаренного молока в заводском масштабе является совершенно новым событием.

Описание непрерывного стерилизатора

Непрерывный стерилизатор состоит из трех главных частей: подогревателя, собственно стерилизатора и холодильника. Каждая из этих единиц состоит из горизонтального цилиндрического стального барабана, снабженного внутри вращающимся конвейером, который заставляет банки катиться от входа до выхода по спиральному рельсовому пути вокруг внутренней периферии барабана. Вся смонтированная установка из трех барабанов занимает пространство пола приблизительно 4,57 *м* на 16,76 *м* и требуется 5 лош. сил для приведения в действие всей машины.

Подогреватель. Подогреватель—это первая часть машины, в которую поступают банки. В нем имеется восемь отделений, разделенных одно от другого переборками. Эти переборки постепенно повышают температуру в подогревателе от 60° Ц или более при входе до 99° Ц при выходе. Машина работает без давления. Банки нагревают, пропуская их через нагретую паром воду. Температура молока по выходе его из подогревателя достигает от 96,5 до 97,5° Ц.

Подогреватель имеет емкость в 1 656 банок и действует со скоростью 100 банок или более в минуту, причем для того чтобы пропустить каждую банку, требуется $16^1/_2$ минут. Спиральный конвейер проталкивает каждую банку 46 раз вокруг окружности подогревателя. В течение $16^1/_2$ минутного путешествия от входа до выхода каждая банка делает 264 оборота вокруг своей собственной оси или 16 оборотов в минуту и меняет свое направление справа налево и снова назад 92 раза. Из подогревателя банки выпускают в стерилизатор через приспособление для обнаружения течи (рис. 79).

Стерилизатор. Все банки, которые протекают, автоматически отбрасываются в этом месте машины, между тем как все герметичные банки поступают в собственно стерилизатор через вращающийся, непроницаемый для пара клапан, где они подвергаются действию пара под давлением. Применяемое давление необязательно и колеблется в зависимости от температуры стерилизации, которой стремятся достигнуть, и продолжительности периода, в течение которого банки остаются в стерилизаторе. При пропускании через стерилизатор в продолжение $17^1/_2$ минут рекомендуется давление при стерилизации от 0,91 до 0,98 *кг* на 1 кв. *см* или температуре 117,5° Ц. Однако опыт применения непрерывного стерилизатора может дать предпочтение более высоким температурам и более короткому периоду выдержки.

Стерилизатор успешно работает при пропускной способности 100 или более банок в минуту. Каждая банка проталкивается вокруг его

окружности 40 раз, делает 280 оборотов вокруг своей собственной оси и меняет свое направление слева направо и обратно 80 раз. Такое ее вращение служит для того, чтобы воспрепятствовать пригоранию и приставанию молока к внутренним частям банки. Этим также устраняется

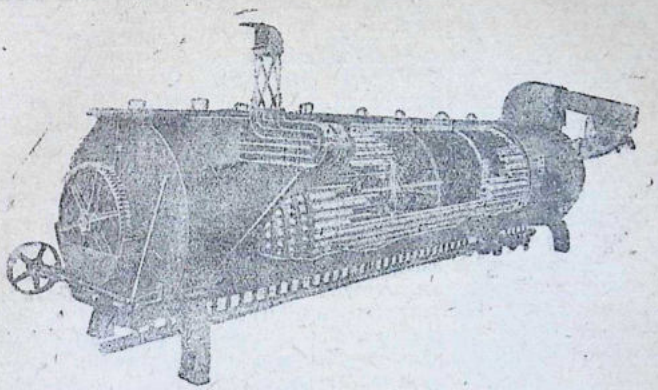


Рис. 79. Подогреватель стерилизатора.

необходимость встряхивать банку после стерилизации для того, чтобы разбить частицы сгустка (рис. 80).

Другая важная черта стерилизатора заключается в том, что банки не поворачиваются в течение всего полного оборота спирали вращающейся каретки. В верхней половине каретки они находятся в состоянии покоя, гарантируя тем самым желательную вязкость выпаренного мо-

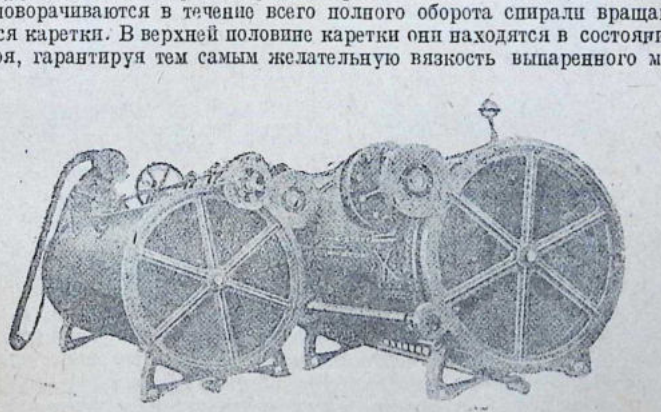


Рис. 80. Непрерывный стерилизатор и холодильник.

лока. По мере того, как каждый «карман» для банки во вращающейся каретке во время своего движения вниз приближается к центру, банка, удерживаемая в «кармане», начинает катиться вокруг своей собственной оси до тех пор, пока каретка не повернется достаточно для того, чтобы банка могла достигнуть противоположной стороны центра. Банка катится в продолжение около 40% каждого оборота спирали каретки

и находится в состоянии покоя в течение остальных 60% каждого оборота каретки. Последовательное скатывание и останавливание банки с каждым оборотом каретки оказывает такое же влияние на молоко, как и перемещающаяся остановка барабана в прерывном стерилизаторе. Это дает возможность выпаренному молоку образовывать нечто вроде мягкого желе, когда банка находится в состоянии покоя, и такая реакция в свою очередь повышает его вязкость и сообщает молоку желательную консистенцию

Если однако желательно в какое-либо время года при некоторых особых обстоятельствах еще больше ослабить вращение в барабане стерилизатора, то можно установить регуляторы Боди с таким расчетом, чтобы не давать банкам скатываться на дно машины, пропустив столько оборотов корпуса машины, сколько желательно для того, кто работает.

Холодильник. Холодильник—это третья и последняя часть непрерывного стерилизатора. Банки выходят из стерилизатора через вращающийся, неподдающийся давлению клапан, который связан с таким же клапаном на холодильнике посредством короткого прохода. Цель этого клапана заключается в том, чтобы подвергнуть банки сильному внешнему давлению во время перехода их из стерилизатора в холодильник и главным образом оказать противодействие сильному внутреннему давлению вследствие расширения банки от действия температуры. Это способствует устранению чрезмерного давления для банок и опасности утечки по швам.

Холодильник обеспечен постоянной струей холодной воды, и давление поддерживается 0,56 *кг* или более на 1 кв. *см* посредством сжатого воздуха. Пропускная способность холодильника выражается 100 или более банок в минуту, причем для прохождения каждой банки требуется около 13 минут. Банки выходят из холодильника при температуре около 29° Ц через вращающийся, неподдающийся давлению клапан, скатывая вниз по проходу через второй аппарат для обнаружения текучих банок, который выбрасывает все дефективные банки и пропускает исправные к машинам, которые их полируют, наклеивают этикетки и укладывают в ящики.

Там, где желательно оставить молоко на хранении прежде, чем наклеить этикетки, звеньевой ленточный конвейер подымает банки на крутой скат и опрокидывает их, превращая мягкий сгусток, если он в банках содержится, в однородную консистенцию. С крутого ската они складываются в ящик для банок, где и лежат на боку, пока не потребуются для упаковки. По мере надобности банки направляют на другой конвейер, который подает их к машине, наклеивающей этикетки, и пропускает через нее. Складывание банок в ящик таким способом устраняет пользование деревянными подносами или ящиками, упрощает задачи, связанные с хранением и последующее обращение с продуктом. Складывание банок на бок сводит до минимума опасность отстаивания жира (рис. 81).

Приспособление для обнаружения текучих банок. Непрерывный стерилизатор оборудован двумя аппаратами для обнаружения текучих банок: один между подогревателем и стерилизатором, а другой при выходе из холодильника. Этот аппарат представляет собой в высшей степени остроумное приспособление, действующее по принципу определения размера каждой банки. Он буквально обмеривает каждую банку. Банки, имеющие правильную меру, проходят, между тем как те, которые не совпадают с правильным обмером, выпадают.

В процессе стерилизации точный размер каждой банки зависит от того, является ли она непроницаемой для воздуха или текучей. В подогреватель банка поступает с молоком, имеющим температуру от 5 до 18° Ц. Когда банка выходит из подогревателя, ее содержимое имеет температуру несколько выше 96° Ц. Повышение температуры вызывает

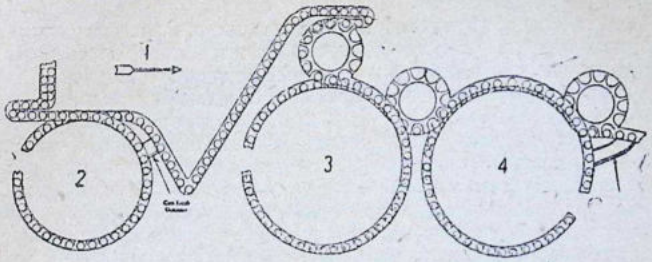


Рис. 81. Схема работы непрерывного стерилизатора.

1—подогреватель; *2*—стерилизатор, действующий под давлением; *3*—холодильник, действующий под давлением. Каждая банка делает 669 оборотов и переворачивается справа налево и слева направо 210 раз в промежуток времени 42½ минуты.

расширение молока и воздуха в банке. Если банка прочная, то вследствие этого расширения выпучиваются концы, увеличивая длину банок приблизительно на 0,8 *см*. Если банка дефективная, то независимо от значительности утечки концы остаются плоскими, они не выпучиваются, потому что давление, происходящее вследствие расширения молока и воздуха, исчезает так же быстро, как возникает. Если банка в этом месте плоская, аппарат автоматически открывает боковую дверку и выбрасывает ее.

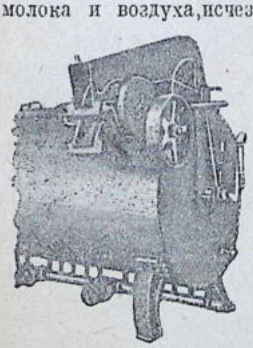


Рис. 82.

Прибор для обнаружения неплотно закупоренных банок.

Когда исправные банки из стерилизатора попадают в холодильник, они бывают расширенные. По мере того, как содержимое банок охлаждается, давление в них понижается, и сжатый воздух в холодильнике толкает выпучившиеся концы обратно, делая их плоскими и нормальными. Но если имеется хотя бы малейшая трещина, воздух под давлением будет туда проникать, создавая равновесие между внутренней и наружной частью, и банка останется расширенной, концы останутся выпученными. Когда выпучившаяся или расширившаяся банка выходит из холодильника, аппарат для обнаружения течи открывает боковую дверку и выбрасывает ее (рис. 82 и 83).

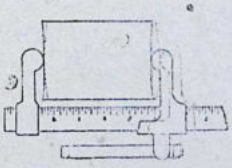


Рис. 83.

Достоинства непрерывного стерилизатора. Непрерывным стерилизатором пользуются в практической работе в течение многих лет на заводах, консервирующих фрукты и овощи. Его механическая эффектив-

ность и практичность давно уже прошли экспериментальную стадию и доказали его успешность.

Его применение в промышленном производстве выпаренного молока имеет слишком незначительную давность для того, чтобы можно было вполне определенно заявить о его достоинствах, основываясь на его работе в настоящее время.

Его более распространенное применение на заводах, изготовляющих сгущенное молоко, повидимому, может выявить потребность во второстепенных видоизменениях со стороны характера работы. Однако, непрерывный стерилизатор вследствие своих многообещающих и в основном правильных принципов теперь установлен на многих наиболее крупных заводах выпаренного молока, и заводской опыт в отношении его работы оказывается весьма удовлетворительным с точки зрения качества молока, отсутствия перебоев в работе и экономии труда и топлива. Его широкие возможности требуют признания. Они указывают на новую эру процессов переработки молока и можно с уверенностью сказать, что непрерывный стерилизатор будет играть важную роль в будущем развитии промышленности, изготовляющей выпаренное молоко.

Непрерывный стерилизатор превращает систему стерилизационного процесса из такой, в которой партия является единицей, в такую, в которой единицей служит банка. Он использует естественные очертания банки, которая имеет цилиндрическую форму, заставляя банку выполнять работу вместо мышцы человека. Он покончил с примитивным кропотливым и отнимающим время способом работы вручную с тяжелыми подносами, с нагрузкой и разгрузкой вагонеток, с нагрузкой и разгрузкой прерывных стерилизаторов, с укладыванием, снниманием для осмотра и с укладыванием снова тяжелых подносов. Он подвергает каждую пропускаемую банку действию одинаковой, автоматически регулируемой температуры стерилизации, механически обнаруживает текучие банки и освобождается от них, гарантируя тем самым отсутствие недостерилизованного и перестерилизованного молока и дефективных банок. Он устраняет необходимость выдерживания банок в горячей камере и сокращает промежуток времени между стерилизатором и потребителем. Он сберегает топливо, упразднив неизбежную потерю пара и воды, свойственную начальной и конечной стадиям процессов по прерывной системе. Его работа во всей полноте, включая время, температуру, помешивание и осмотр, автоматически регулируется и поэтому являя тся еще одним крупным шагом вперед в сторону освобождения процессов переработки молока от неуверенности и ненадежности человеческого фактора.

ГЛАВА XVII

Простое сгущенное молоко

Определение. Это—сгущенное молоко без сахара. Его приготовляют из цельного молока, частично снятого молока или обрата. Его состав в отношении жира и сухого вещества колеблется и его регулируют в соответствии с желательным промышленным стандартом. Простое сгущенное молоко сгущают в вакууме в отношении около трех или четырех частей цельного молока к одной части сгущенки. Его обыкновенно перегревают для того, чтобы оно загустело и имело консистенцию жирных сливок. Его продают в 38-литровых молочных флягах на заводы, вырабатывающие мороженое, и в молочных бутылках прямо потребителю. Простое сгущенное молоко нестерильно, и его не консервируют посредством свекловичного сахара. Его прочность сходна с прочностью пастеризованного молока хорошего качества.

Качество свежего молока. Чем лучше качество свежего молока или обрата, тем лучше будет качество законченного продукта при всех прочих равных условиях. Молоко или обрат, в котором развилось много молочной кислоты, имеет тенденцию к образованию комков или хлопьев казеина при перегревании молока.

Принципы, применяемые к регулированию температуры коагуляции выпаренного молока, относятся также и к успешному производству простого сгущенного молока, хотя в несколько ином направлении. Задача здесь заключается в том, чтобы получить максимальную вязкость в совершенно однородном продукте. Вопрос не в том, чтобы повысить температуру коагуляции, а в том, чтобы сохранить низкую температуру коагуляции в высококонцентрированном продукте без образования сгустков. Для этого требуется, чтобы молоко было свежим, не содержащим излишка развившейся молочной кислоты.

Подогревание. Подогревание совершается при помощи того же самого оборудования и способа, как и в отношении выпаренного молока, но молоко не нагревают до столь высокой температуры.

В главе XI о выпаренном молоке было показано, что подогревание при высоких температурах от 87 до 99° Ц понижает вязкость и повышает температуру коагуляции, тогда как низкие температуры подогревания повышают вязкость и понижают температуру коагуляции. В простом сгущенном молоке желательна высокая конечная вязкость, поэтому предпочитают низкие температуры подогревания.

Рекомендуется подогревание молока при температурах, колеблющихся от 60 до 71° Ц, для того чтобы получить хороший сгусток при перегревании сгущенного молока. При высоких температурах подогревания сгущенное молоко не так удовлетворительно реагирует на последующее перегревание.

Сгущение. Сгущение молока производится в вакууме методом, описанным в отношении сгущенного молока с сахаром и выпаренного мо-

лока, за исключением того, что выпаривание продолжается дальше. См. также «Процесс Кампбелля» и «Сгущение молока непрерывным процессом».

Отношение концентрации. Этот продукт сгущают до концентрации, отношение которой колеблется в широких пределах, в зависимости от требований промышленности и от желательного отношения жира к обезжиренному сухому веществу. Товар приготовляется на заказ, поэтому концентрация подгоняется так, чтобы она соответствовала спецификации каждого заказа. В простом сгущенном обрате обычный предел концентрации бывает между 3 и 4 : 1 или показание по Боме при 49° Ц равняется от 14 до 18°. В исключительных случаях могут потребовать товар с такой низкой концентрацией, как 2,3 : 1, или со столь высокой концентрацией, как 4,5 : 1.

Концентрация простого сгущенного молока, изготовленного из цельного молока или части обрата, обыкновенно бывает несколько ниже, колеблясь приблизительно между 2 и 3 : 1. Показание Боме здесь колеблется не только в зависимости от отношения концентрации, но так же и в зависимости от отношения жира к обезжиренному сухому веществу. Грубо говоря, оно лежит примерно между 8 и 11° Боме при 49° Ц.

Взятие пробы на плотность. Пробу на плотность обычно берут при помощи ареометра Боме наподобие того, как это описано в главе XI о выпаренном молоке. Так как простое сгущенное молоко перегревают, прежде чем его удалить из вакуума, то принято его сгущать несколько выше желательной плотности. Это делается для того, чтобы содержание сухого вещества в законченном продукте не спустилось бы ниже желательного стандарта вследствие разбавления продукта сжатым паром во время перегревания.

Там, где не практикуется стандартизация для общего сухого вещества посредством добавления воды после того, как слегка пересгущенное молоко выходит из вакуума, его принято перегревать в самом вакуум-аппарате, если проба покажет приблизительно желательную плотность, и затем заканчивать сгущение после перегревания до требуемой плотности. В таком случае вновь берут пробу партии после перегревания. Главный недостаток этого метода заключается в том, что взять точную пробу на плотность перегретого молока труднее, так как ареометр медленнее реагирует на изменения в разбухшем перегретом молоке. Поэтому предпочитают брать пробу на плотность на несколько градусов выше, чем требуется для желательного стандарта общего сухого вещества, и затем после перегревания вновь стандартизовать до требуемой плотности посредством прибавления вычисленного количества воды, как объяснено в главе VIII.

Перегревание. Перегревание производится посредством введения острого пара в молоко в вакууме. Вакуум-аппарат снабжен для этой цели прямым паропроводом без дросильного клапана, оканчивающимся в вакууме близ дна пораспределительным приспособлением. Обычная температура при работе вакуума от 57 до 60° Ц поддерживается вплоть до начала перегревания. Затем открывают пар в паровую рубашку и змеевики. Закрывают водопровод в конденсатор, останавливают вакуум-насос и широко открывают кран в паропроводе перегревателя, пропуская пар в молоко и сквозь него под полным давлением. Это немедленно понижает вакуум и повышает температуру в вакуум-аппарате. Перегревание продолжают до тех пор, пока температура не повысится до 82 — 93° Ц и пока вакуум не понизится приблизительно до 35—40 *см*. Темпе-

ратуру перегревания поддерживают до тех пор, пока молоко не сделается достаточно густым. Это узнается по поведению молока в вакуум-аппарате, что можно видеть через наблюдательное стекло, а также посредством взятия образца на пробу. Как только в образце молока становится заметным слегка хлопьеобразное его состояние, цель перегревания достигнута. Если продолжать перегревание сверх этой точки, можно подвергнуть продукт опасности «расщепления». В таком случае температура коагуляции вызывает появление комков казеина, что является нежелательным. Продукт утрачивает свой однородный вид и консистенцию. Этот порок можно исправить, как показано в главе XXV «О пороках сгущенного молока без сахара», пропуская простое сгущенное молоко, имеющее комки, через гомогенизатор, что однако сопряжено с излишней затратой труда и времени.

Правильное перегревание требует опыта и критического подхода со стороны работника. Нельзя дать определенного правила в отношении температуры и времени, которые были бы приемлемы при всех условиях. Характер и концентрация молока оказывают влияние на температуру коагуляции. Для молока с низкой температурой коагуляции температура 82° Ц обыкновенно бывает вполне достаточна. Молоко с высокой температурой коагуляции можно подогревать даже до 93° Ц. По аналогичным причинам продолжительность перегревания необходимо регулировать в соответствии с поведением молока по отношению к температуре. Очевидно, молоко с высокой кислотностью или молоко с чрезмерным содержанием альбумина или сильно загрязненное бактериями, выделяющими сыгучугообразные энзимы, или молоко, в котором баланс солей ненормален, или имеющее какое-либо иное условие, вызывающее низкую температуру коагуляции, образует плотный сгусток при более низкой температуре перегревания и «растрескивается» быстрее, чем совершенно свежее молоко и молоко, которое нормально во всех отношениях. По той же самой причине старое молоко, как напр. остатки или возвращаемое на заводы, перерабатывающее молоко для рынка, которое обыкновенно сбывают в виде простого сгущенного молока, имеет тенденцию к образованию комков во время перегревания, если температура и длительность процесса не приурочить как следует к неустойчивости казеина в таком молоке. Отношение концентрации также затрагивает температуру коагуляции. Чем выше концентрация, тем ниже температура, при которой образуется сгусток.

Как только перегреванием достигнута желательная вязкость, закрывают вентиль в паропроводе перегревателя, пускают в ход вакуумнасос, впускают воду в конденсатор, и вакуум-аппарат работает до тех пор, пока вакуум не достигнет опять от 63,5 до 66 *см* и пока температура не понизится до 60° Ц или менее. В это время продукт готов для выливания из вакуума и для охлаждения (рис. 84).

Для того чтобы быстро понизить температуру и повысить вакуум в аппарате после перегревания, найдено полезным пускать некоторое количество холодной воды прямо во всасывающую трубу вакуум-насоса. Для этого требуется соединение воды с помощью вентиля с всасывающей трубой вакуум-насоса.

Охлаждение. Когда простое сгущенное молоко выйдет из вакуум-аппарата, его необходимо быстро охладить до низкой температуры, не допуская чрезмерного проникновения воздуха. Этот продукт не стерилен и он не содержит свекловичного сахара в качестве консервирующего средства. Чтобы не было скисания и других видов брожения, его сле-

дует охладить до температуры достаточно низкой, которая бы задержала или подавила активность бактерий. Его надо охладить до 5° Ц или ниже. Высокая вязкость этого продукта способствует удержанию воздуха, который может проникнуть туда во время охлаждения, что нежелательно, так как воздух ускоряет порчу и подвергает риску качество продукта. Проникновение воздуха нежелательно также потому, что он вызывает уплотнение продукта при хранении, оставляя банки частично пустыми, когда они готовы для сбыта,

По этим причинам охлаждение следует производить при помощи оборудования, сконструированного таким образом, чтобы оно могло справиться с этими задачами. Охлаждение в 38-литровых флягах, вращающихся в холодной воде и снабженных неподвижными лопаточками, как описано под заголовком «Охлаждение сгущенного молока с сахаром», слишком медленно, способствует загрязнению и делает охлаждение до низкой температуры затруднительным. Применение плоского холодильника со змеевиком непрактично для столь вязкого продукта, так как при более низких температурах он не обладает достаточной текучестью и пристает к охлаждающей поверхности. Нагнетание его под давлением через холодильники со змеевиками, погруженными в воду, или холодильники с двойными трубами имеет тенденцию засорять их, и такие холодильники приходится опоражнивать и прочищать после каждого употребления, чтобы не дать им загрязниться. Продукт легко можно охладить в баках, оборудованных вращающимися дисками, или в холодильниках с горизонтальными змеевиками, специально сконструированными для этой цели, в нижней части которых имеется сужение. Змеевик установлен очень низко в этой суженной части с той целью, чтобы энергично помешивать молоко и в то же время не допускать проникновения воздуха, так как он полностью погружен в молоко. Охлаждение возможно в круглых баках, имеющих вертикально подвешенный змеевик. Преимущество бака с вертикальным змеевиком еще заключается в том, что у него подшипники и шарниры не находятся в молоке, и он способствует удалению воздуха из выпаренного молока.

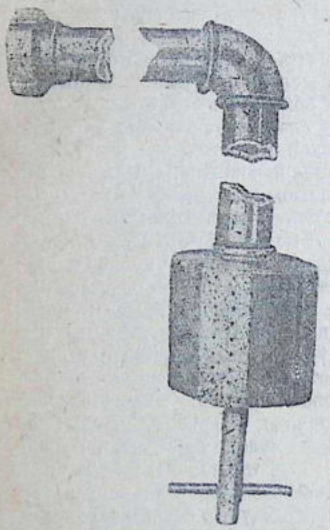


Рис. 84. Перегреватель.

После охлаждения сгущенное молоко готово для сбыта. Если его держать на заводе, то надо поместить в холодную камеру или каким-либо иным способом защитить от действия температуры, достаточно высокой для того, чтобы вызвать скисание. Когда выдерживают при 5°Ц или ниже, то опасность скисания в значительной мере исключается. При перевозке на дальние расстояния в теплую погоду его надо отгружать в вагонах-ледниках.

Сгущенная пахта

Определение. Этот продукт, известный под промышленным наименованием «сгущенной пахты», представляет собою заводскую пахту, сгущенную при отношении приблизительно от 3 до $3^1/_2$ *кг* неразбавленной жидкой пахты на 1 *кг* сгущенного продукта.

Снабжение жидкой пахтой и ее состав. Ценность пахты как части кормового рациона для цыплят, несущихся кур и свиней давно признана и ее применение для целей кормления быстро возрастает. Пахта содержит не только высококачественные и легко переваримые белок и углеводы, но она обладает биологическими свойствами, которые стимулируют рост и увеличение веса, и проявляет физиологическое действие, способствующее здоровому состоянию кишечника вследствие содержания в ней молочной кислоты.

Птицеводы нашли ее неоценимой в своих усилиях достигнуть максимального роста и увеличения в весе растущих цыплят; кроме того, мясо домашней птицы, откармливаемой пахтой, бывает высшего качества. Многочисленные опыты с несущимися курами определенно показали, что пахта способствует повышению яйценоскости.

Вместе с тем при надлежащем балансировании с другим кормом пахта является наиболее ценным кормом для свиней. В самом деле, она служит основой для питания свиньи и становится все более и более необходимой частью рациона для подрастающих и откармливаемых на убой свиней.

Таблица 25

Состав пахты (в %)

Составные части пахты	Из созревших сливок				Из сладких сливок		
	Ван-Слайк	Вайэт.	Снайдер	Шторх	Флейшманн	Шторх	Ричмонд
Вода	90,6	90,93	90,5	90,39	91,30	89,74	90,98
Жир	0,1	0,31	0,2	0,50	0,50	1,21	0,35
Казеин	2,8	3,37	3,3	3,60	3,50	3,28	3,51
Альбумин	0,8						
Молочный сахар	4,4	4,53	5,3	4,06	4,0	4,98	4,42
Молочная кислота	0,6	—	—	0,75			0,01
Зола	0,7	0,81	0,7	0,80	0,70	0,79	0,73

Удельный вес пахты из сладких сливок — 1,0331.

Удельный вес пахты из кислых сливок — 1,0314.

Калорийность — 165.

Вычислено, что на каждый килограмм вырабатываемого масла получается 1,56 *кг* пахты. В 1924 г. общая продукция заводского масла в САСШ составляла 615 660 320 *кг*.

Так как главная масса масла вырабатывается в течение летнего сезона, то основное снабжение пахтой ограничивается летними месяцами. Летом производство пахты значительно превышает спрос на этот продукт и большое количество ее идет в отбросы за отсутствием подходящего рынка для сбыта. С другой стороны, зимою производство пахты бывает невелико и недостаточно для удовлетворения спроса.

Для того чтобы прекратить эту потерю пахты летом, чтобы использовать ее экономично и с выгодой и сделать снабжение ею равномерным

в течение круглого года, некоторые из крупных маслодельных заводов в САСШ нашли практичным и выгодным сгущать излишек пахты. Сведения от птицеводов и свиноводов говорят о том, что когда сгущенную пахту разбавляют до консистенции первоначальной пахты, то она дает такие же удовлетворительные результаты, как и свежая пахта.

До мировой войны продажная ценность жидкой и сгущенной пахты считалась слишком ограниченной для того, чтобы оправдать относительно высокие расходы производства, сопряженные со сгущением пахты посредством выпаривания из нее большей части содержащейся в ней воды. Но недостаток продуктов питания и корма совместно с высокими ценами, вызванными войной и после войны, вызвали необходимость более широкого употребления отходов.

Общее производство сгущенной пахты в САСШ в 1923 г. достигло 30 343 998 *кг*. Предположив, что пахту сгущали при отношении 3 : 1, вышеуказанная продукция сгущенной пахты представляет использование 91 031 994 *кг* или 9,48% от общего количества жидкой пахты, выработанной маслодельными заводами в САСШ.

Производство. Существует несколько способов, при помощи которых можно в промышленном масштабе уменьшить и уменьшают объем пахты. Наиболее обычными из них являются удаление воды либо отстаиванием, либо посредством центробежного сепарирования, либо выпариванием в вакууме или под атмосферным давлением.

Удаление сыворотки отстаиванием. Часть так называемой сгущенной пахты, которая поступает к потребителю, является результатом не выпаривания воды, содержащейся в пахте, а отстаивания большей части белка на дне ванны с последующим сливанием сыворотки.

Для этого жидкую пахту накачивают в деревянный чан, сделанный из горизонтально или вертикально расположенной клепки. Этот чан обыкновенно имеет несколько выходных отверстий с кранами, помещающихся на разной высоте для облегчения удаления сыворотки. Чан может быть оборудован паровыми трубами для нагревания. Пахту в таких чанах нагревают до точки кипения или, вводя непосредственно острый пар или посредством пропускания пара по трубам, установленным в чане. Такая температура поддерживается в ней в течение нескольких часов. Это заставляет казеин сжиматься и оседать на дно в виде мельчайших частиц белка, оставляя наверху прозрачную сыворотку. Сыворотку сливают через краны, расположенные выше слоя белка. Остаток, состоящий главным образом из казеина, воды и некоторого количества молочной кислоты и молочного сахара, представляет сгущенную пахту. Концентрация, или, правильнее, уменьшение объема, произведенное таким способом, колеблется в отношении от 4 до 5 частей жидкой пахты на одну часть сгущенной пахты. Ясно, что при концентрации такого рода не все ценные питательные составные части пахты остаются в ней. Большая часть молочного сахара и значительное количество молочной кислоты уходят вместе с сывороткой и пропадают. Оборудование, требующееся для этого процесса, очень простое и недорогое, а самый процесс не требует особых знаний со стороны обслуживающего персонала завода.

Концентрирование посредством центрофугирования. В течение многих лет делались попытки удалить воду из пахты посредством центробежного сепарирования. В настоящее время имеются машины, в которых белок пахты собирается на стенках вра-

щающейся центрофуги, между тем как сыворотка выводится наружу с помощью центробежной силы. Принцип, по которому устроены эти машины, сходен с принципом хорошо известной прачечной центрофуги. Эти машины с успехом применялись на маслодельных заводах, где налажено производство сыра из пахты. Однако их работа прерывная. Когда центрофуга наполнится творогом, машину надо остановить и творог удалить.

Для ежедневной переработки большого количества пахты эти машины, очевидно, плохо приспособлены. Они также ограничены в своей пропускной способности и скорости работы. Усилия сконструировать центрофугу для непрерывного действия, наподобие сепараторов для сливок, пока что не увенчались успехом. Удельный вес белка в пахте до такой степени приближается к сыворотке, что центробежный сепаратор не в состоянии выпускать одну жидкость, богатую белком, а другую—в виде практически чистой сыворотки. Опыты, поставленные автором, показали, что как бы ни были установлены выходные отверстия, обе жидкости имеют в сущности одинаковый состав.

Выпаривание в вакууме. Этот способ сгущения пахты быстро завоевывает себе успех, и в настоящее время огромные количества пахты сгущаются таким путем. Оборудование здесь в принципе то же самое, что и в производстве сгущенного и выпаренного молока. Пахту сгущают в вакуум-аппарате. О большей экономии потребления пара см. «Многокорпусные вакуум-аппараты» в главе VII.

Оборудование, необходимое для сгущения от 2 000 до 3 000 *кг* пахты в час:

Два деревянных чана вместимостью по 5 000 *кг* каждый для созревания и хранения пахты.

Один 200-сантиметровый вакуум-аппарат с конденсатором.

Один вакуум-насос, вакуум-цилиндр 45 *см* диаметром и 50 *см* в длину; если приводится в действие паром, то паровой цилиндр с 30-*см* диаметром и 30-*см* ходом.

Два подогревателя 1,5 *м* диаметром и 1,5 *м* в глубину с 76-*мм* выходным отверстием на дне, оборудованные медным приспособлением для нагревания.

Котел мощностью в 150 л. с.

Водоснабжение из расчета по 475 литров в минуту.

Работа

Созревание пахты. Пахта должна быть кислой и чем кислее, тем она лучше, потому что:

1. Высокое содержание кислоты необходимо для того, чтобы пахта была прочной. Законченный продукт не является стерильным, и температура, при которой его хранят на складе, недостаточно низка для подавления действия бактерий и для предотвращения разложения. Высокая кислотность имеет существенное значение для консервирования этого продукта.

2. Высокая кислотность выгодна для целей кормления. Кислота в пахте поддерживает домашнюю птицу и свиней в здоровом состоянии и возбуждает у них жажду. Они пьют больше воды, что является положительной стороной для достижения лучших результатов.

Для достижения этих целей жидкая пахта перед сгущением должна иметь кислотность около 1—1,5%, вычисленную как молочная кислота.

Огромное большинство промышленной заводской пахты имеет гораздо более низкую кислотность и поэтому надо, чтобы она скисала или созрела до сгущения. Для этой цели ее нагревают приблизительно до 30—35° Ц и выдерживают в течение 24 часов или дольше в деревянных чанах для созревания. Созревание ускоряется с помощью молочнокислой закваски. В промышленной практике это обыкновенно достигается оставлением остатка около 380 литров скисшей пахты от предыдущей партии в каждом чане для хранения. Этот остаток служит в качестве закваски для следующей партии, которая выдерживается в этом чане для хранения.

Чаны для хранения, в которых скисает пахта, обыкновенно бывают также снабжены трубой для подачи воздуха с целью вызвать волнообразное движение пахты прежде, чем ее перекачают в подогреватель. Белок имеет тенденцию к оседанию на дно во время периода созревания и при этом может отделяться сыворотка. Продувая предварительно воздух через пахту, прежде чем перевести ее в подогреватель, достигаем, что продукт смешивается и становится нормально однородным и это облегчает обращение с ним в вакуум-аппарате.

Подогревание пахты. Из чанов для хранения созревшую пахту перемещают в подогреватели, где ее нагревают почти до точки кипения. Нагревание производится в простых подогревателях посредством впуска острого пара в пахту. Как объяснено в главе IV, эта система подогревания очень примитивна с точки зрения экономии пара, так как пар сгущаясь увеличивает объем пахты приблизительно на одну шестую своего первоначального объема и, следовательно, при этом увеличивается количество воды, подлежащей выпариванию в вакуум-аппарате.

Однако нагревание пахты острым паром имеет то преимущество, что поддерживает ее в сильном волнении, предотвращая тем самым оседание белка и обеспечивая подачу в вакуум-аппарат продукта нормально однородного состава. Этому способствует полуоткрытый паровой кран у подогревателя в то время, когда нагретая пахта втягивается в вакуум-аппарат.

Сгущение пахты. Горячая пахта засасывается в вакуум-аппарат. Работа последнего сходна с той, которая описана в главе VIII. Вследствие высокой кислотности созревшей пахты луженые или выложенные внутри стеклом вакуум-аппараты были бы предпочтительнее аппаратов с простой медной поверхностью, соприкасающейся с молоком, так как совместное влияние высокой температуры и высокой кислотности усиливает взаимодействие молока с медью. Тем не менее лужение медных вакуум-аппаратов было оставлено вследствие недолговечности оловянной полуды в вакуум-аппаратах, которыми пользуются для сгущения пахты, а вакуум-аппараты, выложенные внутри стеклом, пока что не применяются в сколько-нибудь широких размерах для этой цели.

В начале процесса сгущения пахта кипит и ведет себя в вакуум-аппарате наподобие молока. По мере продолжения процесса и повышения концентрации пахты она становится менее текучей, циркулирует не так быстро и кипит не столь бурно.

Пахту обыкновенно не перегревают в вакуум-аппарате, так как ее вязкость достаточно высока без этого. Если желательно перегревать пахту, то рекомендуется нагревать ее в подогревателе только до 65° Ц и во всяком случае поддерживать температуру подогревания ниже 80° Ц.

Пахту сгущают до содержания в ней приблизительно от 27 до 28% всего сухого вещества. Неразбавленная пахта содержит от 8,7

до 9% всего сухого вещества. Следовательно, исходя из неразбавленной пахты, отношение концентрации было бы как 3 : 1. Однако средняя пахта с маслодельного завода содержит значительное количество прибавленной к ней воды. В ней содержится только около 7,3 до 7,5% всего сухого вещества, так что фактическое отношение концентрации составляет приблизительно 4 : 1.

Проба и плотность. Определить готовность сгущения пахты до желательного процента сухого вещества несколько затруднительно. Это отчасти происходит вследствие колебания в составе первоначальной пахты и вязкости сгущенного продукта при приближении к желательной степени концентрации. Он бывает слишком густым и вязким для того, чтобы реагировать на показания ареометра Бомэ.

Обычно определение надлежащей степени концентрации производится «на-глазок» опытным работником, обслуживающим вакуум-аппарат. Если работник сгущает одинаковые в количественном отношении партии, то высота поверхности сгущенной пахты в вакуум-аппарате дает приблизительные указания о готовности варки. Отмечается также поведение кипящей сгущенной пахты по достижении надлежащей степени концентрации. Образцы, взятые из вакуум-аппарата и исследованные на плотность, вязкость и прозрачность или непрозрачность, как описано в разделе «Способы взятия пробы на плотность для сгущенного молока с сахаром», глава VIII, дают возможность работнику подойти к довольно точному определению требуемой готовности продукта данной партии.

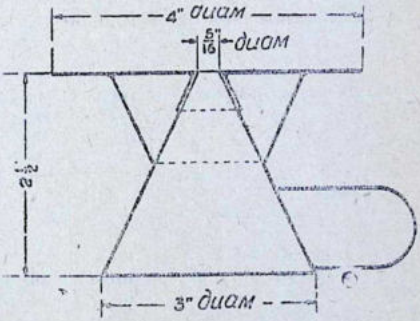


Рис. 85. Прибор для взятия пробы на плотность.

Когда пахта сгущается в пропорции 4 : 1 при температуре вакуум-аппарата около 49° Ц, она бывает достаточно густа, так что если взять пробу в чашку и оттуда поддеть сгущенку ложкой или стеклянной палочкой и затем спустить обратно в чашку с высоты приблизительно 15 *см*, то она не сразу распускается, а «торчит» на поверхности пробы в чашке.

Для более точной работы плотность можно определить посредством взвешивания точно измеренного объема продукта при данной температуре. Для этой цели можно с успехом пользоваться конусообразной формы чашкой, какая была сконструирована А. О. Дальбергом и усовершенствована Ф. Р. Эвансом, с целью определения удельного веса сгущенного молока с сахаром (рис. 85).

Это приспособление показано на рис. 88. Оно состоит из конусообразной медной чашки, вмещающей 100 $см^3$. Для того чтобы можно было довольно быстро наполнить ее, не проливая мимо чашки, она снабжена снимающимся верхом, который состоит из диска с круглым отверстием посредине, соответственно верхней части чашки. На нижней стороне имеется кольцо, плотно обхватывающее шейку чашки по всей

окружности и поддерживающее верхнюю часть диска на уровне с узкой частью чашки. Диск плотно прилегает к чашке. Он бывает достаточного размера для того, чтобы молоко, вытекая через край, попадало прямо на диск.

Приготовившись взять пробу, снимающийся верх ставят на чашку и наполняют ее прямо из вакуум-аппарата, пока молоко не перельется через край на диск. Затем излишнее молоко удаляют ножом или лопаточкой, верх снимают и ставят чашку на весы, обладающие чувствительностью до 0,1 *г*. С помощью такого приспособления, вывесив порожнюю чашку, можно быстро и точно определить вес 100 *см*³ сгущенной пахты. В случае пенистости молока пену можно легко слить через верх.

По определенному таким образом весу содержимого чашки можно найти процент всего сухого вещества в сгущенной пахте при температурах, колеблющихся от 38° Ц до 60° Ц, руководствуясь таблицей 26.

Таблица 26

Вес 100 *см*³ сгущенной пахты с различными процентными соотношениями всего сухого вещества

Процент всего сухого вещества	Вес 100 *см*³ сгущенной пахты				
	38°Ц	43°Ц	49°Ц	54°Ц	60°Ц
25% сухого вещества	107,5	107,2	106,9	106,5	106,2
26% » »	107,8	107,4	107,1	106,7	106,4
27% » »	108,0	107,6	107,4	106,9	106,5
28% » »	108,3	107,9	107,6	107,1	106,5
29% » »	108,6	108,1	107,8	107,4	106,9
30% » »	108,8	108,4	108,0	107,6	107,1
31% » »	109,0	108,6	108,3	107,8	107,3
32% » »	109,3	108,8	108,5	108,0	107,5

Сгущение пахты посредством «пленочного» процесса. Сгущение пахты можно произвести и производят также посредством пленочного выпаривания, пользуясь «Непрерывным концентратором» и «Конденсирующим выпаривателем Раффа», как объяснено в главе XVIII. Эти выпариватели под атмосферным давлением полезны для заводов с ограниченной выработкой, количество пахты на которых слишком незначительно, чтобы оправдать установку вакуум-аппарата и расходы по его эксплоатации. То обстоятельство, что выпариватели под атмосферным давлением не требуют воды для сгущения, является дополнительным преимуществом. Водоснабжение среднего маслодельного завода бывает слишком ограниченным, чтобы удовлетворить потребности вакуум-аппарата.

Осаждение извести в сгущенной пахте. В бочках, в которых хранилась сгущенная пахта, часто обнаруживают большие количества соединений извести, напоминающие по виду сталактиты. Эти отложения бывают обыкновенно более всего заметными, когда пахта приготовлена из очень кислых слоев нейтрализованных известью. Пока что не найдено удовлетворительного средства для того, чтобы помешать процессу осаждения, разве если только устранить известь в качестве нейтрализатора сливок в маслоделии.

Использование обрата в производстве сгущенной пахты. При нормальных условиях сбыта производство ничего не выигрывает, превращая свежий обрат в сгущенную пахту, так как свежий обрат можно легко переработать на продукты, ценные для человеческого потребления, в каком виде их продажная стоимость обычно бывает значительно выше.

Тем не менее иногда обстоятельства складываются так, что целесообразно свежий обрат обратить в сгущенный кислый продукт. Это можно легко сделать посредством сквашивания обрата при помощи закваски с молочнокислыми бактериями или пахты, если она имеется под руками.

Однородность законченного продукта можно существенно улучшить, пользуясь особыми культурами микроорганизмов, которые образуют очень кислый и мягкий сгусток, как напр. Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bifidus и т. п. виды. При созревании обрата с культурами вышеуказанного типа обрат надо выдерживать при температуре около 36° Ц. Подогревание до относительно низких температур, как напр. 62° Ц, содействует, кроме того, максимальному уменьшению образования плотного сгустка.

Когда пользуются свежим обратом, то процесс скисания следует доводить до такой же высокой степени кислотности (около 166° Тернера) как и в отношении пахты, для того чтобы предупредить вызывающее гниение изменение законченного продукта.

Упаковка. Сгущенную пахту не охлаждают перед упаковкой. Ее наливают в бочки прямо из вакуум-аппарата или из иного выпаривателя. Бочки вмещают приблизительно 190 или 215 *кг* сгущенной пахты. Для этой цели обычно пользуются поддержанными бочками из-под глюкозы или копры. Пахту, предназначенную для пекарен, кондитерских и других мест общественного питания, наливают в новые бочки. Перед тем как наполнить бочки, их следует тщательно прополоскать и пропарить и кроме того обработать изнутри силикатом натрия.

Ограниченное количество сгущенной пахты также упаковывают в герметически закупоренные жестянки для домашних целей. Жестянки бывают разного размера—от 450 *г* до 3,8 *л*. Упакованная таким образом сгущенная пахта хорошо сохраняется, и найдено, что она очень полезна для различных кулинарных целей. Она содержит все ценные питательные составные части молока, за исключением молочного жира, а высокое содержание в ней молочной кислоты повышает ее ценность для здоровья.

Хранение. Бочки и жестянки сгущенной пахты хранятся при обыкновенной температуре. Если этот продукт приготовлен из надлежащим образом скисшейся пахты, сгущен в пропорции 4 : 1 и если тара наполнена доверху и плотно упакована, то он не будет портиться. Он должен содержать не менее 3,5% и предпочтительнее 5% кислоты, вычисленной как молочная кислота. Такая высокая кислотность необходима для предупреждения порчи и плесневения.

В остатках бочек или в бочках, из которых часть содержимого удалена, пахта быстро плесневеет на поверхности и портится от соприкосновения с воздухом. Этого можно в значительной мере избегнуть, положив кусок оберточной бумаги, достаточно большой для покрытия всей обнаженной поверхности остатка содержимого. Сгущенная пахта, будучи пастообразной консистенции, образует вместе с бумагой плотную укупорку, не пропускающую воздуха и задерживающую плесневение и разложение.

Сделанные указания по поводу прочности сгущенной пахты относятся только к продукту, получающемуся в результате выпаривания части воды, как напр. путем сгущения в вакуум-аппарате или при посредстве непрерывных концентраторов и выпаривателей. Там, где уменьшение объема достигается удалением части сыворотки либо отстаиванием, либо центробежным сепарированием, законченный продукт хуже сохраняется, и если его хранить при комнатных температурах, то он испортится через несколько недель после производства. Причина этого заключается в том, что с удалением сыворотки законченный продукт лишается большей части молочной кислоты и в нем не останется достаточного процента последней для консервирования.

Таблица 27

Состав промышленной сгущенной пихты в (%)

	Образец №		
	1	2	3
Вода	69,10	73,50	70,80
Жир	2,30	1,00	1,30
Белок	10,80	9,00	9,90
Молочный сахар	12,00	9,80	11,70
Зола	2,20	1,70	2,00
Молочная кислота	4,50	5,00	4,30
Все сухое вещество	31,80	26,50	29,20
Кислотность в градусах Тернера	500°	555°	477°

Выход сгущенной пахты. Выход сгущенной пахты, очевидно, колеблется в зависимости от процента всего сухого вещества в жидком и в законченном продукте. Все сухое вещество в законченном продукте колеблется примерно между 25 и 33%. Сгущенная пахта, как ее теперь вырабатывают, содержит около 27—28% всего сухого вещества.

В сухое вещество в жидкой пахте, которая не подверглась разбавлению водой, составляет приблизительно от 8,7 до 9,0%. Исходя из вышеприведенных цифр и предположив полное отсутствие механических потерь, 100 *кг* жидкой пахты дали бы от 30 до 33 *кг* сгущенной пахты.

Однако в заводском масштабе работы столь высокого выхода не получается. Это происходит главным образом потому, что процент сухого вещества в основной массе заводской пахты бывает значительно ниже из-за разбавления водой. Неизбежна, кроме того, некоторая примесь воды к сливкам между сепаратором и маслобойкой.

Промывание водой сепаратора создает первое разбавление, и количество воды, добавленной таким путем, иногда бывает весьма значительным. Споласкивание фляг из-под сливок на заводе служит вторым источником разбавления. Это становится важным фактором в особенности в отношении заводов, собирающих сливки. Здесь сливки из фляг поставщиков переливаются во фляги, в которых производится перевозка. Фляги поставщиков споласкиваются водой, а фляги, в которых производится перевозка, снова споласкиваются на заводе. В заводской работе ополоски из различного оборудования, как-то: подогревателей, пастеризаторов, ванн для созревания и т. д. еще более увеличивают неизбежное разбавление, а зачастую количество добавленной воды резко вырастает вследствие небрежности со стороны работника.

Нашли, что в исключительных случаях заводская пахта содержит только 6,5% всего сухого вещества. При обыкновенных условиях работы заводская пахта содержит в среднем около 7,25 и до 7,75% всего сухого вещества, и выход сгущенной пахты составляет приблизительно 25 *кг* на 100 *кг* жидкой пахты.

Сбыт сгущенной пахты. По линии общественного питания через пекарни, кондитерские и продуктовые магазины сбывается ограниченное количество сгущенной пахты. Основным местом сбыта для этого продукта в заводском масштабе является спрос на него в сельском хозяйстве для кормления скота. Главная масса пахты идет на заводы, приготовляющие корм для скота, к свиноводам и птицеводам. Применение сгущенной пахты для этих целей показало ее ценность в качестве корма для скота.

Животные пахту весьма охотно поедают, и она легко переваривается. Она питательна, а высокое содержание в ней молочной кислоты действует в качестве тонического (укрепляющего) средства и способствует поддержанию животного и птицы в здоровом состоянии. Пахта повышает способность к усвоению других кормов в рационе, увеличивая тем самым их перевариваемость и экономичность, как кормов, и делая животное способным потреблять большее количество корма и воды.

Цена сгущенной пахты бывает неодинаковой в зависимости от сезона, местности, предложения и спроса, колеблясь приблизительно от 13 до 22 копеек (6,5—11 центов) за килограмм для целей кормления животных. Цена же за продукт, который поставляют в пекарни и для производства других видов готовых продуктов питания, колеблется приблизительно от 26 до 40 копеек (13—20 центов) за килограмм.

Быстрый рост производства сгущенной пахты в САСШ показан в следующей таблице:

Таблица 28

Годовая продукция сгущенной пахты в САСШ за годы с 1918 по 1924 (в тыс. килограмм)

Год	Общее количество жидкой пахты	Общее производство сгущенной пахты	Пахта, использованная для сгущенного продукта (в %)
1918	548 886	2 966	1,6
1919	602 902	10 230	5,0
1920	611 620	14 773	7,2
1921	747 149	13 308	5,6
1922	816 945	20 832	7,4
1923	886 868	24 894	8,4
1924	960 430	30 344	9,5

Сгущенная сыворотка

Сгущенная сыворотка вначале вошла в заводскую практику в Скандинавии. Первоначальный процесс состоял в процеживании сыворотки в котелок или в большой открытый чан над огнем. Альбумин, который коагулирует, подымался на поверхность и его снимали шумовкой (172). Сыворотку выпаривали по возможности быстрее при непрерывном и энергичном помешивании. Когда она достигала около одной четверти своего первоначального объема, альбумин, который был до этого снят шумовкой,

вносили обратно и тщательно размешивали для того, чтобы разбить все комочки, которые могли получиться. Когда сыворотка достигала консистенции загустевшего молока, ее быстро выливали в деревянный бак и помешивали лопаточкой до тех пор, пока она не остывала, для того чтобы предупредить образование крупных кристаллов сахара. Затем придавали ей желательную для потребителя форму.

Более быстрый способ изготовления сгущенной сыворотки заключается в выпаривании сыворотки в вакуум-аппарате. Когда сироп достигнет желательной плотности, его выливают, давая остынуть, и затем прессуют в плитки. Продукт имеет желтовато-бурый цвет, «песчанистую» структуру и сладковатый вкус. Выпаривание сыворотки в вакууме пока еще явление редкое, а требование на готовый продукт очень ограничено.

Опыты с «Непрерывным концентратором» показали, что при помощи этой машины можно легко приготовить высококачественную сгущенную сыворотку. Концентрацию можно довести даже до 15:1; сгущенная до такой степени сыворотка выходит из концентратора все еще в жидком виде, но по охлаждении превращается в твердое тело, причем молочный сахар в таком перенасыщенном растворе полностью кристаллизуется. Если полученный таким образом продукт приготовлен из кислых сливок, то он имеет великолепный чистый и острокислый вкус. Этот продукт, надо полагать, обладает превосходными диэтическими свойствами и, возможно, будет весьма пригодным для кулинарных целей.

ГЛАВА XVIII

Сгущение путем непрерывного процесса

Цель. Непрерывная система сгущения молока имеет ряд преимуществ над прерывной системой. Она увеличивает пропускную способность оборудования, уменьшает количество потребного оборудования, устраняет значительную часть работы, отнимающей время, труд и топливо в начале и при окончании переработки партии, и потерю времени между варками. Она облегчает выработку однородного продукта.

В связи с уклоном промышленности к меньшему числу, но более крупных заводов и к увеличению объема работы каждого из них наблюдается тяготение от прерывного принципа производства к принципу непрерывной системы. Когда приходится иметь дело с массовым производством, непрерывная система оказывается наиболее выгодной.

Аппараты непрерывного действия. Вплоть до последнего времени непрерывная система сгущения молока ограничивалась главным образом лишь применением аппаратов непрерывного действия, как изображено на рис. 88. Жидкое молоко поступает в машину, сгущается и выходит сгущенным молоком в порядке одной непрерывной операции. Эта машина работает под атмосферным давлением.

Непрерывная операция сгущения в вакууме несколько сложнее. Необходимо озаботиться средством для удаления молока из вакуум-аппарата, не нарушая вакуума. Также должна быть предоставлена возможность брать пробу и регулировать плотность выпускаемого сгущенного молока. Отсутствие удовлетворительных приспособлений для выполнения этих потребностей послужило в значительной мере причиной замедления более широкого применения системы непрерывного сгущения с помощью вакуум-аппарата.

Непрерывный выпуск из вакуум-аппарата. При отсутствии специальных насосов непрерывный выпуск сгущенного молока производится путем соединения выходного отверстия вакуум-аппарата с одним или более баками, имеющими такое же разрежение, какое имеется в вакуум-аппарате. Для этого требуются баки с непроницаемыми для воздуха крышками.

Кроме того сгущенное молоко можно непрерывно накачивать из вакуум-аппарата специальными насосами под низким давлением, сконструированными для выкачивания его из вакуума и для перевода в среду с атмосферным давлением. То же самое можно сделать также с помощью вращающегося непроницаемого для воздуха крана, прикрепленного к выходному отверстию вакуум-аппарата.

Соединения при непрерывном выпуске. Выпускное соединение вакуум-аппарата показано на рис. 58 и описано в гл. XI под заголовком «Общее описание оборудования, необходимого для выпаренного молока». Аналогичным устройством с успехом пользуются на заводе Фреда Манс-

фильда в Джонсон Крик в штате Висконсин. Пользуются насосом Бургама, размером 5×5×6. Наконечник выходного отверстия вакуум-аппарата имеет боковое соединение (11) для периодического выпуска, если это желательно. При непрерывном опоражнивании вентиль в боковом соединении закрывают. Молоко течет к насосу, поступая в цилиндр насоса около дна, и выходит сверху в бак для хранения.

Труба, ведущая от вакуум-аппарата к насосу, снабжена отводной трубой, которая связана своим верхним концом со стенкой вакуум-аппарата. Между отводным соединением и насосом труба, подающая молоко, имеет контрольный клапан качающегося типа. Насос необходимо установить ниже вакуум-аппарата и чем ниже, тем лучше, так как более сильное падение способствует преодолению разрежения в вакуум-аппарате и облегчает вытекание молока из вакуума к насосу. Однако нескольких метров падения достаточно для удовлетворительной работы.

Отводная труба служит для того, чтобы уравновесить давление и содействовать тому, чтобы всасывающая труба насоса была все время наполнена сгущенным молоком. Она может оказать некоторую помощь в начале работы, но в других отношениях ее полезность проблематична. Возражение против нее заключается в том, что она представляет опасность в смысле загрязнения вследствие неполной очистки и стерилизации после дневной работы, но ее можно содержать в надлежащем санитарном состоянии посредством тщательного прополаскивания горячей водой и пропаривания. Это облегчается путем оборудования сети соединениями с водой и паром.

Регулирование плотности при непрерывной работе вакуум-аппарата. Для успешной работы вакуум-аппарата при непрерывной системе требуется, чтобы непрерывный выпуск сгущенного молока был желательной плотности, которая должна быть однородной. Необходимо так регулировать приток жидкого молока и выпуск сгущенного молока, чтобы молоко в вакуум-аппарате все время оставалось при определенной однородной плотности. Этого достигают, часто извлекая образцы из вакуум-аппарата, пока не будет получена желательная концентрация. Затем закрывают трубу, втягивающую молоко в вакуум-аппарат, оставив лишь отверстие, достаточное для пуска молока по мере того, как оно сгущается. Потом начинают непрерывный выпуск и регулируют поступление и выход таким образом, чтобы поддерживать одинаковую концентрацию, как она определяется пробой на плотность через частые промежутки времени. Непрерывное сгущение было бы значительно облегчено наличием и применением автоматического прибора для определения плотности, который показывает концентрацию молока в вакуум-аппарате непрерывно от начала до конца работы вакуум-аппарата и без необходимости извлекать образцы из последнего.

За последнее десятилетие были сделаны многочисленные попытки сконструировать такие приборы для определения плотности. В результате этих попыток изобретены два прибора для определения плотности известные как «Ю-Си» (U-su) аппарат и «автоматический регулятор плотности Салича».

Ю-Си (U-Su) аппарат. Этот прибор был изобретен Германом Штайром в Чикаго. Он показан на рис. 30 и 86. Он прикрепляется сбоку вакуум-аппарату (*1*) наподобие обыкновенной пробной чашки. Внутр вакуум-аппарата нижнее соединение этого прибора оканчивается в ви воронки (*2*). Сгущенное молоко в вакуум-аппарате заставляет вытека в эту воронку посредством особого приспособления, как напр. насос

приводимого в действие мотором снаружи. Это особое приспособление не показано на рисунке. Молоко спускается вниз по вертикальной трубе, поддерживающей воронку, подымается в цилиндр (*3*) и переливается (*4*), возвращаясь назад в вакуум-аппарат через верхнее соединение. Цилиндр (*3*) снабжен ареометром Бомэ и плотно закрыт сверху непроницаемым для воздуха стеклянным колпаком, в который подымается градуированный ареометр, и через этот колпак работник следит за показаниями Бомэ. Вентиль на дне цилиндра служит для втягивания образцов всякий раз по желанию. Автор не знает о каких-либо затруднениях, встретившихся в работе этого остроумно придуманного прибора. Принцип, на основании которого он устроен, открывает широкие возможности для практического применения. Его конструкция показывает, что удовлетворительная работа должна зависеть в значительной мере от удовлетворительного приспособления подачи в воронку молока и от возможности предотвратить отпотевание стеклянного колпака.

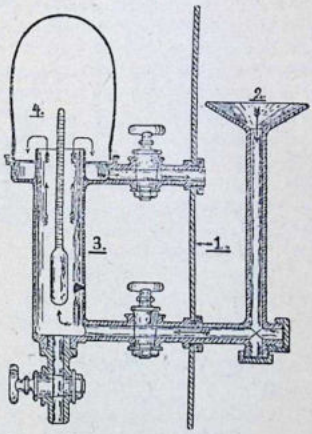


Рис. 86. Автоматический прибор Ю-Си (U-su) для взятия пробы на плотность.

Автоматический регулятор плотности Салича. Это остроумное приспособление было изобретено Саличем в Чикаго. Как показано на рис. 87, оно в основном является весами «коромыслового» типа. Один конец коромысла весов (*S*) поддерживает прибор с постоянным объемом или «волюметр» (*V*), причем жидкость, подлежащая испытанию, непрерывно течет к этому прибору и через него. Другой конец коромысла весов (*S*) поддерживает подлающийся регулированию противовес (*W*) для того, чтобы точно сбалансировать полный волюметр желательной плотности или удельного веса.

Сгущенное молоко вытягивают из вакуум-аппарата (*E*) через главную трубу (*P*) и через отводную трубу (*У*) при помощи непрерывнодействующего насоса (*P*) и выпускают в приемный чан (*Г*), из которого оно идет самотеком в виде равномерной струи по подающей трубе (*F*), ударяясь о стенку волюметра, который прикреплен к чашке весов.

Сгущенное молоко устремляется вверх, наполняя волюметр до краев, и, переливаясь через них (*Д*), стекает в бак для хранения законченного продукта.

Вытекание сгущенного молока регулируется при помощи напоминающего диафрагму регулирующего клапана (*R*). Рис. 87 показывает это приспособление, которое приводится в действие сжатым воздухом, являющимся стимулирующей средой по отношению к регулирующему клапану. Изобретатель также рекомендует применение электричества посредством контактного регулятора (*C*) и регулирующего клапана (*R*).

Перед тем, как начать работу, определяют приблизительно вес волюметра и его содержимого, желательно удельного веса, исходя из данных, предоставленных этим оборудованием. Подвижную гирьку (*X*) устанавливают в центре шкалы, прибавляют противовесы с таким расчетом, чтобы слегка перетянуть вычисленный конец с волюметром. Это опу-

скает конец коромысла с противовесами и открывает регулирующий клапан, благодаря чему при спуске в ход насоса течет полная струя из вакуум-аппарата в волюметр. Когда последний будет почти наполнен, он перетянет конец с противовесами и к нему прибавляют гири пока не установится полное равновесие, причем молоко будет переливаться через край волюметра. Затем узнают плотность, вставив ареометр в волюметр. Если плотность сгущенного смолока слишком высока, то противовес увеличивают до тех пор, пока проба ареометром не покажет желательной плотности, причем коромысло весов будет находиться в состоянии равновесия.

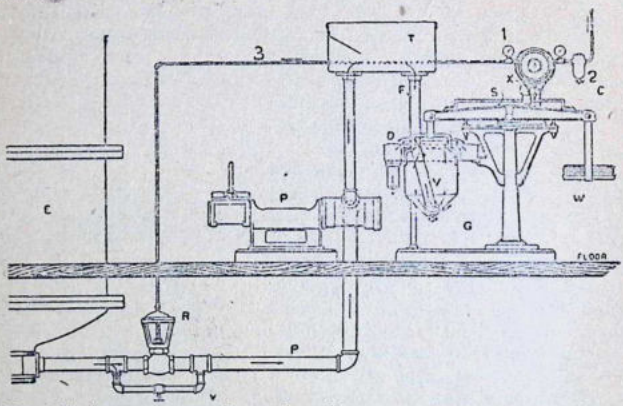


Рис. 87. Автоматический прибор Салича для взятия пробы на плотность. *1*—воздушный клапан; *2*—воздушный фильтр; *3*—труба для воздуха; *T*—приемный бак; *F*—подающая труба; *V*—волюметр; *G*—головка, о которую ударяется струя молока; *S*—коромысло весов; *X*—передвижная гирька; *C*—контрольный прибор; *W*—противовес; *P*—насос; *R*—регулирующий кран; *I*—отводная труба; *P*—подающая труба; *E*—вакуум-аппарат.

Вышеописанная установка требуется только один раз для каждого вида вырабатываемого сгущенного молока. После первой варки не требуется дальнейшей установки. Если временно желательна другая плотность, то ее легко получить, передвинув подвижную гирьку. Возвращение подвижной гирьки на прежнее место восстанавливает прежнюю плотность.

Как можно заметить из этого описания, такое приспособление делает возможным непрерывное сгущение. Поскольку молоко имеет правильную плотность, оно проходит дальше в бак для хранения. Оно не может проходить туда, пока не достигнет правильной плотности, так как действие коромысла весов автоматически закрывает регулирующий клапан, задерживая молоко в вакуум-аппарате до тех пор, пока небольшая струя из отводной трубы не будет иметь достаточной плотности для того, чтобы привести в движение коромысло весов. Это вновь автоматически открывает регулирующий клапан.

Автоматический регулятор плотности Салича был первоначально сконструирован для нужд промышленности, занятой производством сахарного сиропа, так как Салич в течение многих лет был связан с этой промышленностью в качестве технического руководителя. Его применение для опре-

деления и регулирования плотности сгущенного молока обещает сыграть важную роль в успешном разрешении задачи сгущения молока с помощью непрерывного процесса.

Приспособление непрерывного процесса сгущения к различным видам сгущенного молока. Процесс непрерывного сгущения применим к сгущенному молоку без сахара без видоизменения какой-либо стадии производства. Это относится и к выпаренному молоку, и к простому сгущенному молоку, и к сгущенной пахте. «Непрерывный» принцип может распространяться даже вплоть до подогревания молока. Подогревание можно производить непрерывным способом, причем молоко течет в подогреватель и оттуда к вакуум-аппарату в виде правильно регулируемой непрерывной струи. Это не может быть желательным при всяких условиях, как напр. в отношении выпаренного молока, где характер жидкого молока вызывает необходимость продлить период подогревания для достаточного повышения точки коагуляции при нагревании с целью обезопасить себя от серьезных затруднений во время стерилизации.

В отношении сгущенного молока с сахаром задача добавления тростникового или свекловичного сахара требует рассмотрения. Важно, когда сгущенное смолоко выходит из вакуум-аппарата, чтобы содержащаяся в нем сахароза была равномерно распределена во всей партии. При прерывной системе сгущения вообще принято прибавлять сахар во время последней стадии процесса. Если бы так поступать при применении непрерывного процесса, то регулирование плотности посредством какого-либо теперь известного способа было бы практически невозможным.

Следовательно при сгущении молока с сахаром непрерывным процессом пришлось бы прибавлять равномерное количество сахарозы в каждый наполненный молоком подогреватель. Осуществимо или нет охлаждение сгущенного молока с сахаром непрерывным методом, является проблемой, разрешение которой требует дальнейшего практического изучения. Рассмотрение ее указывает на возможность упразднения бака для стандартизации и выпускания сгущенного молока с сахаром непосредственно из вакуум-аппарата через холодильник с внутрилежащими змеевиками и внутренний трубчатый холодильник. Влияние такого метода на регулирование кристаллов молочного сахара и однородность законченного продукта потребовало бы тщательного опытного изучения. Однако, исходя из нашего совершенного знания поведения насыщенных и пересыщенных растворов молочного сахара в применении к сгущенному молоку с сахаром, такой метод обещает широкие возможности.

Сгущение под атмосферным давлением

Главная масса вырабатываемого сгущенного молока сгущается в вакууме. Фактически промышленное наименование «сгущенное молоко» и «выпаренное молоко» означает по установившемуся заводскому обычаю, что молоко сгущалось в вакууме.

Однако ограниченное количество молока сгущается без применения вакуума, и сгущение производится под атмосферным давлением. Продукт, вырабатываемый при помощи конденсатора под атмосферным давлением, теперь известен под торговым наименованием «концентрированного молока». Существуют три различных способа, при помощи которых сгущают молоко в заводском масштабе под атмосферным давлением, а именно: процесс Кампбелля, процесс непрерывной концентрации и процесс сгущения по методу Раффа.

Процесс Кампбелля. Молоко сгущают в открытых котлах посредством нагревания и пропускания через него струи горячего воздуха. Выпаривание продолжают до концентрации от трех до четырех частей жидкого молока на одну часть концентрированного молока. Пользуются цельным молоком и частично снятым молоком (обратом). Концентрированное молоко, изготовленное при помощи процесса Кампбелля, продают в бутылках емкостью главным образом 0,5 *л* или 1,0 *л* для непосредственного потребления. Оно не стерильно и поэтому сохраняется лишь в течение ограниченного времени. Его прочность сходна с прочностью высокосортного надлежащим образом пастеризованного молока. Процесс, при помощи которого вырабатывается концентрированное молоко, известен как «процесс Кампбелля». Этот процесс открыт Дж. Х. Кампбеллем в Нью-Йорке в 1900 г. и запатентован в 1901 г.

Необходимая аппаратура. Основные части состоят из выпаривательного котла, снабженного паровой рубашкой для горячей воды и змеевиками и форсунками для пропускания струи воздуха, воздушного насоса, который дает струю воздуха, калорифера, через который проходит струя воздуха и из которого нагретый воздух проводится в молоко, насоса для циркуляции горячей воды через паровую рубашку и змеевики, вспомогательного выпаривательного чана для заканчивания выпаривания, и разбрызгивающего насоса, который разбрасывает брызги молока, вытягиваемого со дна главного выпаривательного чана во вспомогательный чан и для перевода частично сгущенного молока из первого чана во второй.

Процесс Кампбелля в действии. Молоко нагревают приблизительно до 40° Ц и пускают его в выпаривательный чан № 1. Через змеевики и паровую рубашку пускают сильную струю воды при температурах, колеблющихся от 40 до 50° Ц. Затем пропускают через молоко горячий воздух, температуру которого регулируют таким образом, чтобы поддерживать температуру выпариваемого молока до 50° Ц в начале и закончить выпаривание при 32—38° Ц. Струю воздуха вводят с таким расчетом, чтобы поддерживать циркуляцию молока вдоль поверхности нагрева паровой рубашки и змеевиков и, следовательно, в значительной мере предотвратить пригорание молока к поверхности нагрева. После того как выпарят молоко до известной степени концентрации, примерно 2:1, его переводят во вспомогательный выпаривательный чан, где и заканчивается сгущение. Этот перевод не является необходимостью, но к нему прибегают исключительно ради удобства с тем, чтобы продолжать переработку уменьшившейся массы материала в чане меньшего размера и оставить большой чан свободным для переработки свежей партии молока и, кроме того, еще потому, что во вспомогательном чане нет мешающих работе змеевиков, препятствующих вытягиванию законченного и густого сгущенного молока. Во время этого процесса, как им теперь пользуются, молоко обыкновенно сначала сепарируют и сгущают только обрат. Сливки впоследствии добавляются к сгущенному обрату.

Преимущества и недостатки процесса Кампбелля. Первоначальная стоимость установки необходимых машин гораздо ниже, чем там, где практикуется выпаривание в вакууме. Применяемая низкая температура дает возможность законченному продукту удерживать свойства сырого молока, оставляя белок и соли извести в их первоначальной и легко перевариваемой форме и сохраняя противоцынготные витамины в их активной форме.

Этот процесс применим только к производству сгущенного молока без сахара. Если продукт не стерилизовать, то он сохраняется лишь в течение коротного срока. Этот процесс в настоящее время имеет лишь весьма ограниченное применение и его вряд ли можно рассматривать, как важную отрасль промышленности, занятой производством сгущенного молока.

Непрерывный концентратор. Поступление жидкого молока и выход сгущенного молока бывает непрерывным. Молоко сгущают под атмосферным давлением при 100° Ц. Быстро вращающая мешалка разбрасывает молоко в виде тонкого слоя о нагретую паровую рубашку медного барабана. Благодаря тому, что поверхность нагрева содержится в чистом и блестящем состоянии и вследствие быстрого движения молока, его способность поглощать и использовать тепло значительно усиливается и быстрота выпаривания увеличивается.

Описание непрерывного концентратора. Непрерывный концентратор состоит из полого медного барабана. Медная обшивка окружена изолированной паровой рубашкой. Пространство между внутренней обшивкой и паровой рубашкой составляет около 2,5 *см*.

Этот барабан имеет внутри вращающееся било с четырьмя или более лопастями, в соответствии с размерами машины, наподобие фрезера для мороженого или быстрого пастеризатора. Край этих лопастей, приходя в непосредственное соприкасание с молоком, отбрасывает его к внутренней поверхности паровой рубашки, которая является поверхностью нагрева, т. е. во время вращения каждая лопасть все время удаляет с поверхности нагрева молоко, которое к ней пристает.

Лопасти прижимаются к поверхности нагрева центробежной силой, развевающейся, когда машина приходит в действие. Ось с прикрепленными к ней лопастями снабжена задержками, которые регулируют давление лопастей к поверхности нагрева таким образом, чтобы оно было непрерывным и равномерным. Ось, которая имеет било, проходит через переднюю и заднюю часть концентратора и несет на себе шкив позади задней части, на который и передается энергия.

Задняя часть концентратора заканчивается камерой эксгаустора для паров сгущенного молока, которые выходят наружу через оцинкованную железную трубу. Пары не сгущаются водой, а удаляются в атмосферу. В задней стенке имеется входное отверстие для поступающего жидкого молока. Для того чтобы обеспечить подачу молока в концентратор самотеком, без необходимости в установке подогревателя в слишком высоком неудобном месте, входное отверстие помещается на дне.

В передней части, в непосредственной близости к периферии концентратора, расположено выходное отверстие для сгущения молока. Его расстояние от внутренней стенки концентратора обусловливает толщину слоя сгущенного молока, которому дают образоваться на поверхности нагрева, и количества молока, которое удерживается в концентраторе. В соответствии с намеченной продолжительностью перегревания этот слой может колебаться от 0,3 до 1,2 *см* в толщину и количество молока, удерживаемого в машине, может колебаться от 6 до 12 *л*.

Передняя часть снабжена крышкой, которая прикреплена к краю болтами и имеет наблюдательное стекло, через которое работник может следить за процессом. При окончании работы эту крышку удаляют и вынимают било и лопасти, так что и стенки и било можно легко промывать. Над верхом концентратора проходит паропровод, состоящий из 7,5 *см*, трубы с 4 *см* ответвлением, который подает пар в паровую рубаш-

ку и обеспечивает равномерное распределение тепла. Паропровод также снабжен регулятором и манометром. На дне концентратора помещается выпускной и регулирующий клапан (рис. 88).

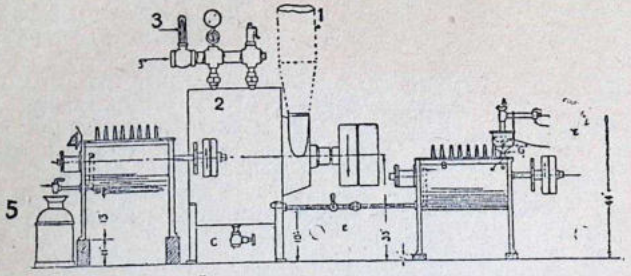


Рис. 88. Непрерывный концентратор с подогревателем и холодильником. *A*—молоко из приемного бака в подогреватель; *B*—подогреватель с разборным коленом; *C*—выпуск конденсационной воды; *D*—отверстие для впуска пара; *E*—часы для регулирования процесса; *G*—поплавок для регулирования подачи; *1*—выходное отверстие для паров; *2*—конденсатор; *3*—дроссельный клапан; *4*—холодильник с разборным коленом; *5*—сгущенный продукт в флягу вместимостью 38 литров.

Непрерывный концентратор конструируют различных размеров и с разной пропускной способностью, причем наиболее общепринятыми из этих размеров являются следующие:

Диаметр	Длина	Пропускная способность в час при отношении концентрации 3 : 1	Требующаяся мощность котла
91,4 *см*	121,9 *см*	3 178 *кг*	100 л. с.
91,4 »	91,4 »	2 270 »	80 » »
91,4 »	60,9 »	908 »	40 » »

Скорость мешалки. Правильная скорость непрерывного концентратора выражается «краевой скоростью», т. е. расстоянием, покрываемым лопастями в минуту. Было найдено, что для того чтобы продвинуть слой молока в машине надлежащим образом, достаточно около 762 *м* в минуту. Для того чтобы обеспечить осевую скорость в 762 *м* в минуту, лопасти в машине с 92-*см* диаметром должны вращаться $\frac{762}{0{,}92 \times 3{,}14} = 265$ раз в минуту. В колесе с 183-*см* диаметром точно такая же скорость потребовала бы $\frac{762}{1{,}83 \times 3{,}14} = 133$ оборота колеса в минуту.

Кроме того, было найдено, что лопасти не должны находиться на расстоянии более примерно 76 *см*. Следовательно, для концентратора с 92-*см* диаметром требуются четыре лопасти, тогда как концентраторы с большим диаметром требуют большего числа лопастей для того, чтобы выдержать расстояние между лопастями в пределах 76 *см*.

Управление непрерывным концентратором. Управление непрерывным концентратором простое и отношение концентрации продукта можно регулировать по желанию.

Нагревание молока. Подобно тому как бывает при выпаривании в вакууме, желательно, если не обязательно, нагревать молоко прежде чем оно поступит в концентратор. Это не только увеличивает пропускную способность машины, но также подготовляет казеин молока к перегреванию, которому молоко подвергается в концентраторе. Для этой цели можно пользоваться любым способом подогревания, но так как молоко течет к концентратору и через него непрерывной струей, то предпочтительно также пользоваться подогревателем непрерывного типа. Молоко следует нагревать приблизительно до 85—93° Ц и подогревание необходимо приурочить таким образом, чтобы молоко подвергалось действию такой температуры в продолжение от 5 до 10 минут, прежде чем оно поступит в концентратор.

Сгущение. Концентратор пропаривают, производят сборку частей мешалки и устанавливают их на своем месте, крепко завинчивают крышку над отверстием в передней части, и машина готова к действию. Перед тем как пустить в ход мешалку, в концентратор пускают небольшое количество молока, для того чтобы не дать лезвием ходить по сухой поверхности нагрева, срезая медь. Одновременно с пуском в ход мешалки в рубашку пускают пар и открывают входной клапан для молока.

Давление пара в паровой рубашке поддерживают равномерным, предпочтительно от 2,8 до 3,5 *кг* пара на 1 кв. *см*. Эта машина выпаривает молоко при атмосферном давлении. Следовательно температура молока в концентраторе бывает в сущности такая же, как и кипящей воды, т. е. 100° Ц на уровне моря и колеблется только от высоты местности над уровнем моря. Отношение концентрации регулируется скоростью поступления молока. По мере того как подача молока увеличивается, отношение концентрации уменьшается, потому что степень выпаривания является постоянной, и от молока отнимается меньшее количество воды.

Плотность определяют при помощи ареометра Бомэ. Если плотность выше желательной, то в машину пускают больше молока. Если плотность ниже желательной, то уменьшают подачу молока.

Охлаждение сгущенного молока. Из выходного отверстия сгущенное молоко пропускают через непрерывный холодильник, из которого оно выходит готовым для упаковки в той форме, в какой намечено его упаковать. Дисковой непрерывный холодильник оказался весьма пригодным для этой цели.

Нет надобности в последующем перегревании концентрированного молока. Этот продукт можно приготовить любой желательной консистенции, не считаясь с концентрацией, в соответствии с толщиной пленки, которой дают образоваться в концентраторе, и это в свою очередь зависит от удаленности выходного отверстия от периферии машины.

Конденсирующий выпариватель Раффа. В конденсирующем выпаривателе Раффа, подобно тому как и в непрерывном концентраторе, сгущение производится по пленочному принципу, но в машине Раффа поверхность нагрева состоит из одного или более нагреваемых паром вращающихся барабанов, а атмосферный воздух продувают сквозь молоко. Эта машина применима и для непрерывного выпаривания и для прерывного сгущения.

Конструкция. Конденсирующий выпариватель Раффа состоит из следующих трех главных частей:

1) бака с крышкой для молока, подлежащего сгущению. Корпус этого бака состоит из стального футляра, выложенного внутри медью, покрытой оловом. Крышка или верхняя часть снабжена люками;

2) одного или более нагреваемых паром полых цилиндров, которые вращаются в баке в горизонтальном положении. Эти цилиндры делаются из особой, хорошо отполированной стали. Они оборудованы луженными бронзовыми скребками, которые удаляют пленку молока с поверхности нагрева. Цилиндры снабжены приспособлением для автоматического удаления сжатого пара, облегчая непрерывное нагревание сухим паром и тем самым усиливая скорость выпаривания и увеличивая пропускную способность машины;

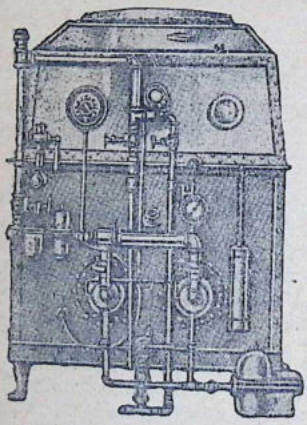


Рис 89.. Конденсирующий выпариватель Раффа.

3) приспособления для вдувания атмосферного воздуха в нижнюю часть бака, заставляя его подыматься вверх через молоко и выходить из бака;

4) принадлежностей. Кроме того аппарат заключает в себе такие принадлежности, как термометр, насос для вдувания под высоким давлением с соединениями в виде труб от вентилятора к выпаривателю и автоматический насос для обратной подачи в котел (рис. 89).

Работа. Молоко подогревают до 74° Ц. Горячее молоко поступает в бак самотеком или его накачивают. При непрерывном выпаривании молоко поддерживают на постоянном уровне, причем нижняя часть вращающихся цилиндров погружается в него и набирает пленку, которая автоматически соскабливается с каждым оборотом цилиндров. Одновременно с этим через горячее молоко продувают воздух, который еще более способствует выпариванию, а также удалению газов и других летучих веществ из молока.

Во время работы вращающиеся цилиндры имеют давление 2,8 *кг* на 1 кв. *см* пара и температура молока поддерживается около 74° Ц.

Процесс сгущения можно довести почти до любой степени концентрации и желательную степень плотности определяют подобно тому, как в отношении выпаренного молока и простого сгущенного молока.

Пропускная способность. Эту машину конструируют различных размеров, причем пропускная способность колеблется от 410 до 3 630 *кг* жидкого молока в час, основываясь на отношении концентрации двух к одному, как показано в нижеследующей спецификации:

Модель № 1920	Число паровых цилиндров	Приблизительная площадь пола	Вместимость бака в литрах	Пропускная способность сгущения жидкого молока в час/кг	Дополнительные л. с., потребные для воздушного насоса и цилиндров выпаривателя	Требуемая мощность котла (в л. с.)
2	2	8×13 см	662	460	4	15
4	2	8×25 »	1 152	818	7	30
6	2	10×36 »	1 892	1 226	10	40
7	4	13×36 »	2 271	2 451	20	80
8	6	18×36 »	3 785	3 632	30	120

ГЛАВА XIX

Упаковка сгущенного молока в вакууме

Всякое сгущенное молоко к тому времени, когда оно поступит в жестянки, содержит значительные количества воздуха и газов. Существует много причин, по которым присутствие воздуха в молоке нежелательно, и его удаление было бы полезно.

За последнее время занял видное положение новый процесс укупорки сгущенного молока в банки, известный под наименованием «Термокепт процесс». Связанный с ним принцип состоит в том, чтобы удалить из молока воздух и газы и закупорить продукт в несодержащей воздух посуде.

В настоящей стадии своего развития этот процесс не вызывает необходимости в изменении способа, применяемого нагревания, сгущения и охлаждения сгущенного молока. Из холодильников или баков для хранения сгущенное молоко вытягивают посредством вакуума в Термокепт разрежающий бак, где оно подвергается энергичному помешиванию в вакууме (при разрежении 69 *см* или выше). Для этой цели пользуются баком, который выложен внутри стеклом и имеет общую вместимость в 2 650 *л* и рабочую вместимость в 2 175 *л*. Бак снабжен специально устроенной мешалкой, как показано на рис. 90, которая работает со скоростью 275 оборотов в минуту. Изобретатели утверждают, что такого помешивания достаточно для освобождения всего удерживаемого в молоке воздуха и газов в течение от 5 до 20 минут, причем точное время колеблется в зависимости от сорта сгущенного молока, его вязкости и количества содержащегося в нем воздуха. После вакуумизации молоко пускают в разливочные машины, а наполненные банки затем запаивают при помощи закаточной или запаивающей в вакууме машины. Укупоривающая в вакууме машина удаляет воздух из верхней части банок и герметически закатывает их со скоростью от 50 до 60 штук в минуту. Рекомендуется пользоваться баком для хранения между баком для вакуумизации и разливочными машинами,

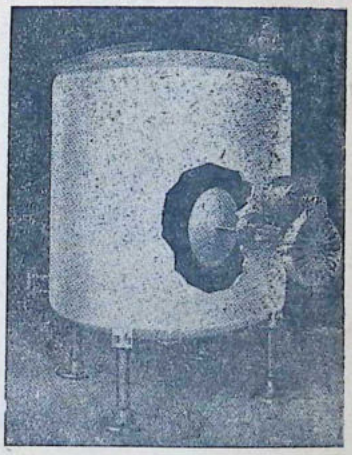


Рис. 90. Бак для вакуумизации.

для того чтобы достигнуть непрерывности процесса укупорки. Подача в разливочные машины производится из бака для хранения. Один сухой вакуум-насос применяется для вакуумизации молока и один в связи с работой укупорочной машины.

Упаковка в вакууме сгущенного молока с сахаром. Преимущества удаления воздуха из сгущенного молока с сахаром очевидны. Местные уплотнения, которые склонны развиться в сгущенном молоке с сахаром в ущерб его вкусу, внешнему виду и торговой стоимости, получаются в результате роста некоторых плесеней, которые нуждаются в воздухе. При отсутствии же воздуха их рост подавляется. Роджерс Дальберг и Эванс (44) доказали, что укупоркой банок в вакууме 51 *см* или более можно совершенно предотвратить образование местных уплотнений в сгущенном молоке с сахаром. Этот факт указывает на то, что «Термокепт-процесс» является весьма эфективным средством для предотвращения этого обычного порока.



Рис. 91. Машина для укупорки в вакууме.

Некоторые из наиболее нежелательных видов газообразования в сгущенном молоке с сахаром, вызывающие выпучивание банок и порчу содержимого, происходит вследствие роста некоторых видов дрожжей. Дрожжи, подобно плесени, нуждаются в воздухе для своего развития; при отсутствии же воздуха они перестают расти. Поэтому вполне основательно ожидать, что сгущенное молоко, укупоренное в вакууме, не поддается этому виду брожения (рис. 91).

Бактерии, способные вызвать со временем загустевание сгущенного молока с сахаром, согласно Райсу и Даунсу (15), принадлежат к аэробным видам кокков. Эти микроорганизмы могут расти и вызывать загустевание молока только в присутствии воздуха, при отсутствии же воздуха они становятся неактивными. Хотя хорошо известно, что бактерии не являются единственной причиной, ни даже главной причиной загустевания сгущенного молока с сахаром с течением времени, однако если укупорка в вакууме препятствует загустеванию от одной только причины, то она предоставляет важное звено в изменении условий, которые способствуют прочности продукта.

Изобретатели «Термокепт-процесса» утверждают, что укупоренное в вакууме сгущенное молоко не так темнеет при хранении при одинаковых температурных условиях, как молоко, укупоренное обыкновенным путем.

Вакуумизированное сгущенное молоко всегда бывает более жидким по своей консистенции, чем невакуумизированное. Известно, что проникновение воздуха в вязкие продукты имеет тенденцию делать их более густыми. Поэтому естественно, что удаление воздуха из сгущенного молока способствует получению более жидкой консистенции. Какое влияние это изменение может оказать на самопроизвольное загустевание с

течением времени, определенно неизвестно. Однако если в вакуумизированном молоке загустевание прогрессирует с такой же скоростью, как в невакуумизированном, сохраняемом при тех же условиях, то более жидкий вакуумизированный продукт должен иметь преимущество над обыкновенным продуктом, по крайней мере в течение ограниченного периода хранения.

Интересно здесь отметить, что Роджерс, Дейшер и Эванс (8) нашли, что влияние содержащегося воздуха на вязкость сгущенного молока с сахаром весьма незначительно. Молоко сохранялось при 30° температуре, которая считается благоприятной для прогрессивного загустевания. Они сообщают: «Мы не в состоянии были найти, что он (воздух) оказывает сколько-нибудь заметное влияние на вязкость». При рассмотрении этих результатов следует иметь в виду, что молоко при этом опыте подогревали при 63° Ц в продолжение 30 минут. Если бы его подогревали при обычной температуре от 87 до 99° Ц, то, возможно, влияние было бы более заметным. В действительности все образцы после 4-хдневного хранения имели одинаковую вязкость и после 116 дней хранения вязкость контрольных образцов была только на 0,8° выше по вискозиметру Можонье, чем в вакуумизированных образцах.

Банки, закупоренные в вакууме, имеют вогнутые концы (крышки и донья), причем если ящик уронить, то вес молока не вызовет выпячивания, придавая им разбухший вид. По тем же причинам у молока, упакованного в низкой по сравнению с уровнем моря местности, не окажется разбухания при перемещении его на высокий уровень, что часто случается с невакуумизированным молоком.

Вопрос о влиянии энергичного дополнительного помешивания сгущенного молока с сахаром в баке для вакуумизации на однородность продукта имеет важное значение, но данных об этом под руками не имеется. Можно предполагать, что такое дополнительное и сильное помешивание может заставить некоторые из более мелких кристаллов снова раствориться. Если бы это случалось, то раствор молочного сахара сделался бы перенасыщенным, что могло бы впоследствии вызвать рост более крупных кристаллов и развитие песчанности. Это было бы серьезным затруднением. Возможно, что до такого положения далеко, поскольку молоко не подогрето и дополнительное помешивание производится при температуре, до которой молоко было первоначально охлаждено.

Упаковка выпаренного молока в вакууме. Вследствие большей текучести и меньшей вязкости этот продукт гораздо охотнее отдает содержащийся в нем воздух, нежели вязкое молоко с сахаром. Следовательно вакуумизация выпаренного молока отнимает меньше времени.

Главные преимущества укупорки выпаренного молока к вакууме заключаются в ослабленном действии на внутреннюю часть жестянки и в более быстрой теплопередаче в стерилизаторе.

Внутренняя часть жестяных банок с выпаренным молоком после стерилизации оказывается более или менее потускневшей. Это происходит вследствие разъедающего действия кислоты и минеральных солей молока на белую жесть при температуре стерилизации. Степень потускнения значительно колеблется в зависимости от характера молока, качества белой жести и процесса стерилизации. Потускнение проявляется сильнее по мере того, как молоко дольше хранится, и раз оно началось (вследствие высокой температуры стерилизации), то будет продолжаться даже после стерилизации. Так как это потускнение должно сопровождаться образованием металлических солей, молоко имеет тенденцию,

в особенности с течением времени, принимать заметный металлический привкус.

Действие на металл усиливается из-за присутствия воздуха. Поэтому, если воздух предварительно удален из молока и упаковка последнего производилась в вакууме, потемнения внутренней поверхности не заметно и металлического вкуса в молоке не отмечается.

Утверждают, что этого можно достигнуть в отношении выпаренного молока, укупоренного с помощью «Термокепт-процесса». В пробных банках, из которых половина была укупорена в вакууме, а остальные обычным способом, действительно, внутренняя часть укупоренных в вакууме банок оказалось более светлой. Автор не мог заметить разницы в отношении вкуса. Между тем требуется одинаковое время и температура для стерилизации молока, упакованного как в вакууме, так и не в вакууме. Было найдено, что в первом случае банки остывали скорее. Так как воздух плохой проводник тепла и холода, то естественно, что упаковка в вакууме должна ускорить процесс охлаждения. Если скорость охлаждения существенно увеличивается, то это было бы определенным преимуществом, так как не только сэкономило бы время, но и способствовало бы регулированию вязкости и свертываемости продукта.

Утверждают, что упаковка в вакууме уменьшает напряжение банок в стерилизаторе, когда они освобождаются от давления, и возможно, что в отношении молока, упакованного в вакууме, необходимость в применении сжатого воздуха в процессе охлаждения может отпасть. Так как концы банок молока, упакованного в вакууме, всегда вогнуты внутрь, то обнаружить текучие банки можно значительно легче.

Другие преимущества, на которые претендует «Термокепт-процесс» упаковки выпаренного молока—это более светлый цвет, более мягкий сгусток и сохранение свойств витаминов.

Если и бывает разница в цвете, то она весьма ничтожна. Осмотр образцов вакуумизированных и невакуумизированных партий не обнаружил какой-либо видимой разницы между ними. Знание реакции в упакованном в вакууме молоке в отношении образования пока еще слишком ограничено для того, чтобы оправдать ее трактование. Указание на то, что упаковка в вакууме сохраняет витамины, является еще недостаточным; экспериментальных данных по этому вопросу не имеется. Это указание, повидимому, основано на хорошо установленном факте, что некоторые из витаминов весьма чувствительны по отношению к температуре в присутствии воздуха. Это в особенности верно в отношении противоцинготного витамина С. Однако, если и осталось в молоке немного этого витамина, то в процессе подогревания он сделался неактивным, и никакая последующая обработка не в состоянии его оживить. Известно, что другие более важные витамины, находящиеся в молоке—растворимый в жире А и растворимый в воде В,—способны выдерживать температуру стерилизации. Поэтому предполагаемая способность процесса вакуумизации сохранять витамины, если он обладает такой способностью, не имеет какого-либо особого преимущества в отношении выпаренного молока.

Относительные достоинства молока, укупоренного в вакууме. Что присутствие воздуха в продуктах питания, как напр. в сгущенном молоке, нежелательно—является общепризнанным. Воздух нежелателен по двум основным причинам: он делает возможной и усиливает активность дрожжей, плесеней и многих видов бактерий, которые производят брожение нежелательного характера и вызывают порчу продукта, и стимулирует или ускоряет прогрессивное окисление, вызывая изменения хи-

мического порядка, которые ухудшают вкус и понижают прочность продукта.

Следовательно, удаление воздуха из продукта и укупорка в вакууме помогает устранению пороков, в развитии которых воздух служит решающим фактором. Поэтому упаковку в вакууме можно рассматривать, как имеющую многообещающие возможности для сохранения вкуса и повышения прочности сгущенного молока.

Преимущества, полученные при укупорке в вакууме, оказываются наибольшими с точки зрения контроля над микробами. Исходя из нашего современного ограниченного знания, преимущества, полученные с точки зрения контроля над химическими и физическими свойствами, являются второстепенными и, повидимому, ничтожными; однако в настоящей стадии необходимо дальнейшее исследование и промышленный опыт, которые может быть и откроют дополнительные преимущества, теперь неизвестные.

Упаковка в вакууме при помощи «Термокепт-процесса» требует установки бака, выложенного внутри стеклом, и вакуум-насоса для удаления воздуха из молока; это делается после того, как молоко охлаждено. Молоко вытягивают из холодильника или стандартизационного бака посредством вакуума в бак для вакуумизации и после удаления воздуха молоко идет самотеком в разливочную машину или в бак для хранения, который питает разливочные машины. Это добавочное оборудование создает возможности для загрязнения. Поэтому в его работе существенно, чтобы оно поддерживалось в надлежащем санитарном состоянии для обеспечения желательных результатов.

Казалось бы, что упаковка в вакууме предоставляет величайшие преимущества в отношении сгущенного молока с сахаром в жестянках. Однако полное осуществление этих преимуществ требует отсутствия какого-либо загрязнения между холодильником и разливочной машиной и однородности продукта.

Те, кто пользуется «Термокепт-процессом», также упаковывают свои продукты в бочках таким же способом, вакуумизируя сгущенное молоко предварительно до разливания его в бочки. Они утверждают, что таким путем молоко остается более однородным, обладает лучшим вкусом и дольше сохраняет свой естественный цвет. Результатов экспериментальных сравнительных испытаний, которые бы поддерживали эти утверждения, пока еще не имеется.

Часть IV

МЕСТА СБЫТА ДЛЯ СГУЩЕННОГО МОЛОКА, ЕГО СОСТАВ И СВОЙСТВА

ГЛАВА XX

Приготовление для сбыта

аркировка. Каждый хорошо поставленный завод сгущенного молока, продающий свою продукцию в герметически закупоренных жестяных банках, пользуется какой-нибудь системой маркирования банок, что имеет важное значение для справок в будущем.

Если сгущенное молоко, имеющее пороки, возвращают обратно на завод, пометки на банках говорят заводу о дате производства, а собственный учет показывает условия, при каких порочное молоко было изготовлено. Таким путем обыкновенно бывает возможно проследить пороки вплоть до причины их возникновения и избегнуть их повторения.

На некоторых заводах варки сгущенного молока нумеруются очередным порядковым номером, а банки маркируются номером соответствующей варки. Но большинство американских заводов пользуются шифром, состоящим из букв и цифр для обозначения завода, даты и номера варки за каждый день.

Банки обычно маркируются на дне. На заводах с небольшим производством маркирование производится вручную. Пользуются небольшими переставляющимися резиновыми буквами и цифрами. Краска для маркирования должна просушиваться и быть в состоянии противостоять действию воды. На больших заводах к разливочной, укупорочной и наклеивающей этикетки машине придается автоматический прибор для маркирования, и банки автоматически маркируются во время их наполнения, запаивания или наклеивания на них этикеток. Вместо маркирования банок можно пробивать этикетки номером варки.

Осмотр. Запаянные и маркированные банки помещают крышками вниз на деревянном подносе, на котором помещается двадцать четыре банки среднего размера. Все подносы одной партии ставятся вместе. Карточка, показывающая номер и дату варки и количество банок в партии, прикрепляется к штабелю, а копия оставляется в делах конторы.

Банки помещаются крышками вниз для обнаружения текучих банок (с неплотным запаиванием). Перед тем как наклеить этикетки, подносы необходимо снять, банки перевернуть и осмотреть, нет ли утечки через запаянные места. Если завод не отстает с выполнением заказов, то банки остаются на складе по крайней мере в течение суток, а часто—и дольше. Если укупорка каких-либо банок сгущенного молока с сахаром недоброкачественна, то к этому времени просочится немного сгущенного

молока. Неопытные паяльщики склонны выпускать большой процент «текучих» банок. Осторожный паяльщик может довести число «текучих» банок до 0,1%.

В отношении выпаренного молока (без сахара, стерилизованного) все банки, выходящие из термостатного помещения, необходимо по отдельности встряхивать рукою. Все банки, которые не обнаруживают признаков выпучивания и содержимое которых встряхивается с характерным звуком и поведением жидкости, пропускаются осмотром. Если же концы банок выпучиваются или их содержимое не реагирует на встряхивание с характерным звуком нормального молока, они бракуются, так как выпаренное молоко в них или подвергается газовому брожению или свернулось и испортилось.

Наклеивание этикеток

Машины для наклеивания этикеток. В ранней стадии развития промышленности сгущенного молока наклеивание этикеток на банки производилось вручную, поглощая много времени и вызывая значительные издержки. В настоящее время для этой цели пользуются специальными этикеточными машинами, производительность и качество работы которых таковы, что они сделались постоянной принадлежностью каждого завода сгущенного молока, который продает свой товар в банках. Этикеточные машины можно приспособить для банок различных размеров и их можно приводить в действие ручным способом, с помощью мотора непосредственного действия или трансмиссии.

Принцип устройства этикеточных машин. Банки помещают на конвейер, из которого они сами скатываются в машину. Здесь банки подхватываются двумя бесконечными ремнями, которые пропускают их через машину. Сначала они проходят через вращающиеся металлические диски, которые касаются каждой банки полоской клеящего вещества. Отсюда банка катится по столу с этикетами, на котором помещается груда этикеток лицевой стороной вниз. Прикосновение клеящего вещества на банках заставляет каждую банку подцепить одну этикетку, которая автоматически обертывается вокруг банки по мере того, как та продолжает катиться. Бесконечный ремень, проходящий через ящик с пастой, накладывает небольшую полоску пасты на края этикетки, а завертывающий прут туго натягивает этикетку и дает ее краю внутренний загиб, так чтобы она соответствовала форме банки и обеспечила бы идеальное приклеивание.

Стол с этикетками оборудован автоматическим приспособлением для их подачи, которое подталкивает этикетки вверх по мере их расходования.

Рис. 92 показывает этикеточную машину Берта с автоматическим контролем исправности наклеивания этикеток. Помимо общего принципа, являющегося теперь общепринятым для большинства этикеточных машин, как объяснено выше, эта машина Берта оборудована многими дополнительными деталями. Она до такой степени усовершенствована, что на ней можно непрерывно работать весь день без всякой остановки.

Так напр., горшок с клеем имеет внешний резервуар, из которого запас клея можно пополнять во всякое время. Этот резервуар подает клей автоматически по мере его расходования.

Для пополнения запаса этикеток, не останавливая машины, существует приспособление для безостановочной подачи этикеток, при по-

мощи которого на стол можно поместить новую пачку этикеток. В то время как машина находится в действии, этикетки в ней продолжают подбираться банками, даже если бы столик с этикетками и был опущен таким образом, что на него можно поместить новую пачку. Когда столик с этикетками надо опустить, раздается звонок и простым опусканием рычага книзу этикетки удерживаются в правильном для подачи положении, в то время как дополнительные кладутся на место, и после того, как это сделано, одного движения рычага достаточно для того, чтобы приспособление для безостановочной подачи пачек этикеток остановилось, пока снова не раздастся звонок.

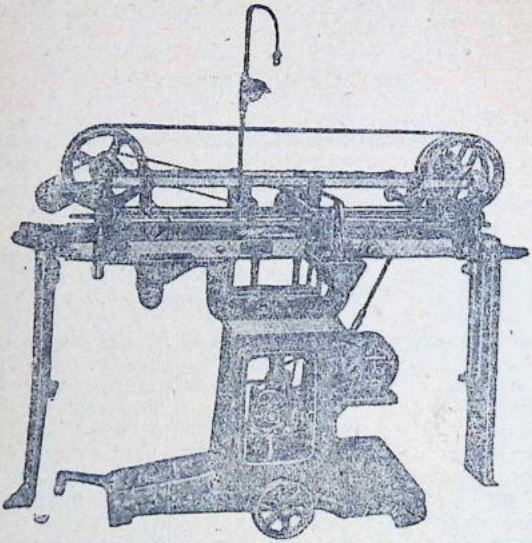


Рис. 92. Машина Берта для наклеивания этикеток.

Другим новым приспособлением, дополняющим вышеописанное, является «механический осмотрщик», который автоматически отделяет все банки, не имеющие этикеток, от таких, которые их имеют, предотвращая таким образом возможность попадания первых в ящики и упраздняя вместе с тем специальное лицо для осмотра и наклеивания этикеток.

Несмотря на то, что сравнительно немного банок при обычных условиях оказывается без этикеток, большинство пользующихся машиною считали желательным содержать специального осмотрщика.

«Осмотрщик» Берта, приводимый в действие электричеством, не пропускает ни одной банки без этикетки. Когда «светлая» банка (т. е. без этикетки) коснется «пальцев» с электрическим зарядом, последние освобождают защелчки на всех воротцах, лежащих на пути банки. Как только банка без этикетки покатится через них, воротца открываются и заставляют ее падать на нижний конвейер. Затем эти воротца немедленно возвращаются на место и запираются защелчками, препровождая таким образом следующую банку с этикеткой по верхнему конвейеру.

Этот механический осмотрщик в особенности полезен, когда им пользуются между машиной для наклеивания этикеток и машиной для упаковки ящиков.

Морщины и ржавые пятна на этикетках. В самых современных моделях машин для наклеивания этикеток паста не касается собственно банок. Употребляемый на банках клеевой цемент не поддается действию влаги и применяется горячим. Это большое преимущество с точки зрения гарантии от ржавых пятен на этикетках. Цемент, применяемый горячим, немедленно высыхает, не оказывая разъедающего действия на банку, что является надежным предохранительным средством против морщин и ржавых пятен, которые так склонны появляться там, где пользуются исключительно пастой. Банки, снабженные этикетками, наклеенными описанным способом, можно тотчас же без риска упаковывать в ящики. Пользование столиками и вентиляторами для просушки этикеток, которые раньше считались необходимыми при механически накладываемой пасте, теперь сделалось излишним, и получается экономия времени, труда и пространства.

Пропускная способность машин, наклеивающих этикетки. Пропускная способность этикеточных машин последних конструкций значительно увеличилась по сравнению с более старыми моделями. Теперь одна машина, приводимая в действие рукою, при правильном ее использовании наклеит этикетки в среднем от 4 000 до 5 000 банок в час, а машина с силовым приводом в среднем пропустит от 6 000 до 7 000 банок в 1 час.

Упаковка в ящики

Снабженные этикетками банки упаковываются в ящики, содержащие от 6 до 96 банок, в соответствии с их размером (один ящик вмещает шесть 3,8-литровых банок, сорок восемь банок по 400, 420, 450 и 560 *г* или же от 72 до 96 банок по двести тридцать грамм каждая).

У забиваемых гвоздями деревянных ящиков бока, дно и верх должны быть из материала около девяти и до тринадцати миллиметров толщиною, а торцы от восемнадцати до двадцати одного миллиметра толщиною. Ящики обычно покупаются в разобранном виде и сколачиваются на заводе. Проволочные покрытые цементом гвозди являются наиболее подходящими для этой цели. Экономичнее всего сколачивать ящики при помощи гвоздезабивочной машины, которая одновременно сколачивает одну сторону целиком или же одну сторону и один торец. Банки обыкновенно укладывают в ящики непосредственно с машины для наклеивания этикеток. На некоторых заводах пользуются упаковочными машинами, которые пакуют двадцать четыре банки среднего размера за один прием. Прежде банки со сгущенным молоком упаковывали исключительно в деревянные ящики, заколачиваемые гвоздями. За последние несколько лет на многих заводах получили распространение складные обтянутые проволокой ящики, а также картонные и фибровые ящики. Эти ящики вполне отвечают своему назначению и дают возможность сократить расходы на упаковку (рис. 93).

Машины для упаковки банок в ящики выгодны и в настоящее время на многих заводах ими пользуются. Машина для упаковки банок в ящики, изображенная на рис. 93, принимает снабженные этикетками банки с машины для их наклеивания, укладывает их рядами, помещает ряды банок в ящик и автоматически отталкивает наполненный ящик, в то время как новый ряд банок проталкивается вперед. Ясно, что упако-

вочная машина облегчает и ускоряет работу по упаковке банок, ее применение дает экономию на одного человека. Она устраняет опасность сбивания с места этикеток, что часто случается при ручной упаковке, когда приходится хватать руками за только что наклеенные края этикеток, при снимании банки с конвейера машины для наклеивания этикеток. Этикетки не пачкаются грязными пальцами и таким образом сохраняется их опрятный вид. Усовершенствования, показанные на самой последней модели упаковочной машины, изображенной на рис. 93, также предохраняют этикетки от царапания.

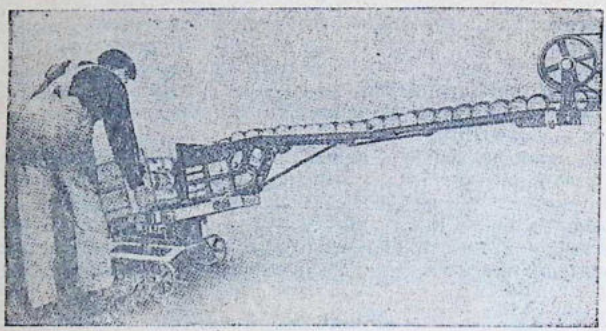


Рис. 93. Машина Берта для укладки банок в ящики и для упаковки последних.

Маркировка ящиков. На одном конце каждого ящика отмечается трафаретом номер партии; на другой конец наклеивается ящичная этикетка, изображающая в увеличенном виде маркировку банок, находящихся внутри. Вместо ящичной этикетки соответствующая марка может быть напечатана или же выжжена на дереве. Выжигание обыкновенно производится заводом, поставляющим тару. Одна сторона каждого ящика обычно помечается: «Сгущенное молоко» или «Выпаренное молоко», в зависимости от применяемого метода, а другая сторона со словами: «Держать в прохладном сухом месте». Если сгущенное молоко с сахаром подвергается действию высокой температуры в течение продолжительного времени, что часто случается на складах или в трюме пароходов, где ящики могут быть сложены напротив котельного помещения, оно становится бурым, быстро густеет и в нем развивается затхлый привкус. Выпаренное молоко под действием высокой температуры также темнеет, и его вкус ухудшается. Поэтому его необходимо держать в прохладном месте. Влажность камеры хранения не оказывает влияния собственно на сгущенное молоко при условии, если банки герметически закупорены. Однако от повышенной влажности этикетки отсыревают и морщатся, банки ржавеют и появляются пятна ржавчины и плесени.

Упаковка сгущенного молока на экспорт. В случае, если сгущенное молоко покупается правительством САСШ, банки погружаются в раствор шеллака перед тем, как на них наклеить этикетки, либо листовая жесть или порожние банки покупаются заводом уже покрытые лаком.

Банки для экспортной торговли и во многих случаях для внутреннего рынка обертываются в тяжелую мягкую бумагу, имеющую снаружи копию соответствующей торговой марки. Эта оберточная бумага занимает пространство между банками и предохраняет их от порчи во время продолжительного путешествия и грубого обращения. Такое обертывание обыкновенно производится вручную. Однако некоторые системы машин для наклеивания этикеток имеют приспособление для обертывания банок, так что по выходе из машины они бывают снабжены этикетками и обернуты. Ящики скрепляются лентой из полосового железа вокруг каждого торца. Там, где ящики приходится нагружать и разгружать по нескольку раз, как напр. при отгрузках на экспорт, они подвергаются опасности быть раздавленными на части, если не принять такие особые меры предосторожности.

Хранение

Цель хранения. Цель хранения сгущенного молока та же самая, что и хранения сливочного масла и других продуктов, а именно: устранить сезонность в предложении и потреблении, обеспечив равномерное поступление товара к месту его потребления.

В САСШ в летнее время рынок по всей стране обыкновенно бывает переполнен сгущенным молоком, а спрос на него—незначителен и цены бывают низкие. Зимой обычно ощущается большой недостаток сгущенного молока, спрос значительно превышает предложение, и цены держатся высоко. Хранение летнего молока может быть также вызвано необходимостью дать возможность производству выполнить контракты и располагать товаром для торговли в зимнее время. Это в особенности относится к заводам, расположенным на новых территориях, где поставщики сдают в зимнее время чрезвычайно малое количество молока.

Простое сгущенное молоко нестерильное и не содержащее сахарозы для своего консервирования при обыкновенных температурах сохраняется лишь в продолжение нескольких дней, вследствие чего его необходимо потреблять по возможности тотчас же после изготовления. Если же его хранение неизбежно, то его следует выдерживать при температуре, по возможности приближающейся к точке замерзания. Для продолжительного хранения может быть выгодным замораживать это молоко. Однако недостает надежных данных по поводу этого метода в промышленности.

Предполагается, что выпаренное молоко, продающееся в герметически закупоренных банках, совершенно стерильно, и если оно надлежащим образом приготовлено, то будет сохраняться в течение неопределенного долгого времени. Однако существует постоянная тенденция к отстаиванию молочного жира, которая, естественно, усиливается при продолжительном хранении. При некоторых условиях осаждение лимоннокислого кальция может стать очень заметным, причем на дне банки образуется зернистый осадок. Продолжительное хранение увеличивает возможности, которые стимулируют этот порок. Кислотность по Тернеру также повышается с течением времени, особенно во время хранения при более высоких температурах. Молочная кислота в выпаренном молоке постепенно действует на банку, вызывая потускнение жести и способствуя получению неприятного, металлического привкуса. При хранении в течение продолжительного времени такое химическое

действие может быть достаточным для того, чтобы вызвать образование значительных количеств газа—водорода, распирающего банки.

Сгущенное молоко с сахаром, которое законсервировано 40 процентами сахарозы, в своем составе сохраняется без изменения в течение значительного промежутка времени. Однако оно бывает лучше всего в свежем виде. Бактериологические исследования показали, что в то время как короткий срок хранения такого сгущенного молока не меняет его внешнего вида, бактерии в нем постепенно размножаются и в молоке постепенно развивается затхлый привкус. Белые и желтые местные уплотнения, комочки с сырной структурой и запахом вследствие роста дрожжей также имеют склонность проявляться в сгущенном молоке. Длительное хранение также вызывает потемнение цвета. Эти пороки в особенности заметны в старом молоке, которое не сохранялось при низкой температуре.

Сгущенное молоко с сахаром, приготовленное в мае и июне, имеет сильную тенденцию к загустеванию с течением времени и становится совершенно плотным.

В некоторых случаях часть сгущенного молока с сахаром, выработанного во время летних месяцев, сохраняется в больших цилиндрических деревянных или железных чанах, вделанных в землю или же в нижнем этаже завода, где сгущенное молоко хранится при низкой температуре.

По мере того как спрос на продукт увеличивается, а предложение свежего молока уменьшается, сгущенное молоко берут из этих чанов для выполнения заказов.

Влияние температуры хранения. Изменения сгущенного молока замедляются, если не предотвращаются полностью во время хранения при правильной температуре.

Теперь известно, что высокая температура хранения повышает кислотность как в выпаренном, так и в сгущенном с сахаром молоке.

Роджерс и его сотрудники (23) доказали, что даже непродолжительное действие высокой температуры в стерилизаторе существенно повышает истинную кислотность или концентрацию водородных ионов в выпаренном молоке. Они нашли это повышение совершенно равномерным, дающим в среднем повышение pH около 0,25. Можоннье и Трой (17) сообщают об увеличении кислотности во время стерилизации на 7,7° по Тернеру. Кроме того, они показывают, что в то время как при низкой температуре хранения (7°Ц) не было заметно увеличения кислотности, кислотность определенно увеличивается при комнатной температуре после длительного хранения, и чем выше температура, тем заметнее было это изменение. В отношении сгущенного молока с сахаром порча, вызываемая высокой температурой хранения, проявляется еще сильнее. Что сгущенное молоко с сахаром с течением времени загустевает быстрее при высокой, нежели при низкой температуре от иных причин, помимо деятельности бактерий,—это хорошо известный и признанный промышленностью факт. Это было продемонстрировано совсем недавно Роджерсом, Дейшером и Эвансом (8) и Мийяваки (43). Когда загустевание бывает бактериологического происхождения, оно также усиливается при более высокой температуре и обыкновенно сопровождается нарастанием как титруемой, так и истинной кислотности, как показано Райсом и Дауном (15). Роджерс, Дальберг и Эванс (44) установили, что развитие местных уплотнений в сгущенном молоке с сахаром бывает

наибольшим при температурах выше комнатной и оно существенно замедляется, если не предотвращается полностью во время хранения при температуре 20° Ц или ниже. Дрожжевое брожение, которое служит обычной причиной газообразования и вздутий, значительно ускоряется хранением при высоких температурах. Нежелательный затхлый вкус и темный цвет также развиваются быстрее при комнатной температуре и сильнее, чем при более низких температурах.

Если выпаренное или сгущенное с сахаром молоко предназначается для быстрого потребления, то его можно выдерживать при обыкновенной температуре, но когда оно остается на хранение в течение продолжительного времени, как напр. от трех месяцев до одного года и больше, то температуру хранения необходимо понизить, приблизив ее к точке замерзания воды (около 5° Ц).

Температуры ниже точки замерзания воды также нежелательны. Выпаренное молоко замерзает и одновременно расширяется в достаточной мере для того, чтобы раздуть банки. Хотя это разбухание исчезает, когда содержимое банок вновь растворяется, однако действие разбухания склонно ослабить банки и может способствовать повышению течи.

Кроме того растаявшее выпаренное молоко склонно быть зернистым в результате замерзания. Это происходит вследствие того, что во время замерзания водная часть отделяется от казеина и последний сжимается. Когда молоко оттаивает, то белок остается сжатым и он не в состоянии образовать однородной эмульсии с остальной частью молока.

Сгущенное молоко с сахаром не замерзает, так как оно содержит настолько концентрированный раствор сахара, что его точка замерзания обыкновенно лежит гораздо ниже температуры холодильника. Если оно упаковано в запаянных припоем банках, то обычно не бывает плохих последствий от хранения на холодильнике. Однако, если оно упаковано в банки с притертой крышкой или с накладывающейся крышкой, то могут возникнуть затруднения. Такая закупорка не является непроницаемой для воздуха. Чрезмерно низкие температуры хранения вызывают заметное уменьшение содержимого банки. Получается всасывание, и воздух втягивается через щель между крышкой и банкой. Когда эти банки вновь нагреваются, то содержащееся в них вязкое молоко закупоривает микроскопические отверстия, воздух и жидкость расширяются, причем воздух не находит себе выхода. Это вызывает расширение банок. Хотя качество молока в этих банках нисколько не пострадало, вспученные банки наводят на мысль о газовом брожении, что означает испорченное молоко, которое неизбежно бракуется на местах его сбыта.

Перевозка

Простое сгущенное молоко в бочках и концентрированное молоко являются весьма скоропортящимися продуктами. Если его отгружают на дальние расстояния, то его необходимо помещать в вагоны-холодильники.

Выпаренное молоко и сгущенное молоко с сахаром в герметически закупоренных банках, а последние также и в бочках можно безопасно отгружать в обыкновенных крытых вагонах. Ящики весят от 22 до 29 *кг*, а бочки—от 136 до 317 *кг*. Необходимо следить за тем, чтобы вагоны,

которыми пользуются для этой цели, не были из-под товаров с сильным и неприятным запахом, как напр. удобрения, так как эти запахи склонны последовать за сгущенным молоком до места назначения. Следует пользоваться только крепкими крытыми вагонами, находящимися в полной исправности. Даже в лучшем случае ящики и банки во время перевозки подвергаются в большей или меньшей степени повреждениям. Вагоны с протекающей крышей следует отвергнуть, так как перевозка в них может попортить внешний вид упаковки.

При отгрузке на пароходах необходимо обусловить, чтобы ящики складывались подальше от котельного помещения, так как продолжительное действие высоких температур влечет за собой порчу сгущенного молока.

ГЛАВА XXI

Места сбыта сгущенного молока

Большое количество сгущенного молока в банках, как с сахаром, так и без сахара, поступает в такие местности, территории и страны, где молочная промышленность пока что слабо развита или где географические и климатические условия мешают выгодному ведению сельского хозяйства, ориентирующегося на молочную корову. Таким образом мы находим одни из лучших мест сбыта для сгущенного молока под тропиками, в арктических областях, в армии и флоте, на больших океанских пароходах и на горных и лесных разработках. В этих местах сбыта сгущенное молоко во многих случаях сделалось столь же необходимым, как и свежее молоко для жителей умеренной зоны. Вызванное войною повышенное расходование и уменьшение производства различных продуктов питания открыло новые обширные рынки и повлекло за собой очень быстрый рост спроса и потребления сгущенного молока. Потребление сгущенного молока в банках на американских внутренних рынках за последние годы также быстро увеличивается и в настоящее время принимает значительные размеры. Это увеличение произошло, по крайней мере частично, за счет потребления жидкого молока.

Кроме того быстрый рост промышленности по производству мороженого повлек за собой развитие вполне удовлетворительного и все расширяющегося места сбыта для сгущенного молока в бочках. Дополнительный импульс был дан этому развитию с момента введения САСШ запрещения производства и торговли спиртными напитками, что вызвало огромное увеличение потребления мороженого и легких напитков. Производители сгущенного молока считают, что это дало в результате увеличение на 15—20% производства простого сгущенного молока в бочках.

Продажная цена американского сгущенного молока. Продажная цена американского сгущенного молока обусловливается такими факторами, как спрос и предложение на внутренних и внешних рынках, состояние международного денежного курса, пошлины на импорт, цены на рыночное молоко, масло и сыр и торговая марка (известная ли премированная марка или разнородные марки).

За истекшие 12 лет цены на сгущенное молоко в САСШ колебались в широких пределах—отчасти вследствие снятия, а позднее—установления вновь пошлины на импортный товар и отчасти вследствие чрезвычайного потрясения финансовых, экономических, промышленных и рыночных условий во время и после мировой войны.

В вышеуказанный период сгущенное молоко с сахаром продавали по ценам, колеблющимся от $2^1/_2$ долларов до 9 долларов 25 центов за ящик из 48 банок по 390 *г* каждая, и цены выпаренного молока колебались от 1 доллара 40 центов до 6 долларов 50 центов за ящик из 48 банок по 450 *г* каждая.

В 1913 г. САСШ по закону, принятому конгрессом, сняли импортные пошлины, включив сгущенное молоко в перечень свободно импортируемых товаров. Этот закон возымел свое действие осенью того же года. Его влияние выразилось в быстром увеличении импорта европейского сгущенного молока, которое предлагалось к продаже по относительно низким ценам, и соответствующем уменьшении продажи товара американского производства, что вызвало накопление больших запасов сгущенного молока. Цены на сгущенное молоко быстро понижались на протяжении всего 1914 г. и достигли своей низшей точки осенью этого года, когда финансовые затруднения вынудили многие фирмы сбывать свой товар по какой угодно цене. В это время самые низкие цены сгущенного молока были приблизительно таковы: сгущенное молоко с сахаром за ящик—2 доллара 50 центов, выпаренное молоко за ящик—1 доллар 90 центов.

Потери, понесенные вследствие такого внезапного резкого падения цен, причиненного наплывом дешевого европейского товара при отсутствии охранительных пошлин, были велики и повлекли за собой банкротство многих располагающих ограниченными финансами фирм. Перспективы на будущее промышленности САСШ казались весьма непривлекательными, но положение было спасено и рыночные условия повернулись в лучшую сторону благодаря срочным требованиям со стороны союзных держав во время мировой войны и после вступления в войну САСШ—вследствие крупных заказов для американских армии и флота.

Необычайное и весьма срочное требование на сгущенное молоко со стороны правительства САСШ и его союзников во время войны и огромный спрос на экспорт в Европу после перемирия взвинтили цены на этот продукт до уровня, который еще не был достигнут со времени гражданской войны. Хотя правительственные мероприятия стремились удержать поступательное движение цен вверх в нормальных пределах, а недостаток транспортных средств и другие факторы вызвали временные колебания цен вниз, тем не менее повышение цен вообще продолжалось до весны 1919 г. и достигло следующих максимальных цифр: сгущенное молоко с сахаром за ящик—9 долларов 25 центов, выпаренное молоко за ящик—6 долларов 50 центов.

С 1920 г. и дальше цены начали быстро понижаться в результате уменьшения спроса на экспорт, что вызвало быстрое накопление запасов в САСШ. В военное время промышленность выросла очень быстрыми темпами. В 1919 г. САСШ экспортировали сгущенное молоко больше, чем была вся ее продукция в 1914 г. Когда внешний рынок оказался внезапно закрытым (в 1920 г.), сильно увеличившееся производство создало скопление крупных излишков, которые внутренний рынок не мог разместить. Кроме того положение ухудшилось прибытием импортного товара, привлеченного благоприятным обменным курсом и отсутствием импортных пошлин.

Такое положение вызвало сильное понижение цен на внутреннем рынке. С постепенным улучшением биржевого курса и экономических условий вообще и с восстановлением пошлины на импортный товар, которая поощряла экспорт и способствовала уменьшению импорта, заметно улучшив состояние торговли внутри страны, этот излишек был постепенно размещен, так что к 1924 г. рыночные цены стали относительно нормальными. В 1925 г. летнее сгущенное молоко с сахаром продавали по ценам от 5 долларов 75 центов до 6 долларов за ящик

из 48 банок по 392 *г* каждая и выпаренное молоко—от 3 долларов 75 центов до 4 долларов 40 центов за ящик из 48 банок по 450 *г* каждая.

Молоко в бочках как с сахаром, так и без сахара поступает непосредственно от производителя к потребителю, который покупает его по ценам, согласованным договаривающимися сторонами. Сгущенное молоко с сахаром в САСШ продается в бочках, содержащих от 135 до 315 *кг* (обычно около 270 *кг*), конфетным и карамельным фабрикам, булочным и кондитерским. Цена колеблется от 9 центов до 22 центов за один килограмм в соответствии с процентом жира, спросом и предложением.

Простое или сгущенное молоко без сахара в САСШ продается в банках, вмещающих от 3,8 до 37,8 *л*, фабрикам мороженого, причем цена колеблется от 65 центов до 23,5 цента за один литр, в соответствии с процентом жира, концентрацией и рыночными условиями. Рынок в САСШ достигает самого низкого уровня цен зимою, когда спрос на мороженое бывает мал. Ограниченные количества простого сгущенного молока также продаются в бутылках из-под молока и сливок—для непосредственного потребления. Концентрированное молоко находит те же рынки, что и простое сгущенное молоко, продающееся в бочках.

Экспорт и импорт. Здесь приходится рассматривать только сгущенное молоко, продающееся в банках.

Бюро статистики САСШ сообщает нижеследующие данные относительно импорта и экспорта сгущенного молока за годы с 1911 по 1924 включительно.

Таблица 29

Экспорт и импорт сгущенного и выпаренного молока САСШ за годы с 1911 по 1924 включительно [1]) (в тыс. *кг*).

Годы	Экспорт	Импорт
1911	5129,7	286,0
1912	8971,9	316,9
1913	6503,8	8[illegible]7,2
1914	6359,9	5627,9
1915	15608,3	8265,3
1916	65458,4	62[illegible]1,4
1917	107642,3	7142,7
1918	236271,8	12236,9
1919	366937,8	7695,1
1920	180[illegible]45,4	11685,2
1921	122 45,1	3[illegible]95,3
1922	68123,6	2513,5
1923	67187,7	2901,7
1924	92530,3	2865,4

До 1914 г. САСШ экспортировали сгущенное молоко главным образом в Канаду, Австралию и Азию, причем небольшие количества его вывозились также в Южную Америку, Африку и Европу. Около 60% всего экспорта сгущенного молока шло в страны Северо-Американского материка, причем Канада и Па ама были главными рынками. За последние несколько лет, как раз предшествовавших мировой войне, американский экспорт в Канаду очень быстро снизился. В 1911 г. экспорт в Канаду достигал только около 15% по отношению ко всему количеству сгущенного молока, вывезенного в эту страну в 1908 г. Быстрое развитие промышленности сгущенного молока в Канаде за последнее деся-

[1]) Бюро статистики департамента торговли и труда САСШ за время с 1911 по 1925 г.

тилетие послужило в значительной степени причиной такого положения вещей. С 1907 г. по 1911 г. наблюдалось ежегодное уменьшение суммы экспорта САСШ. В 1911 г. он составлял 936 105 долларов (1872210 руб. золотом) против 2191000 долларов (4382000 руб. золотом) в 1907 г.

До 1913 г. импорт сгущенного молока в САСШ был также очень ограничен. Причиной этого служили главным образом защитные пошлины на импортируемый товар, что оказалось эфективным средством для вытеснения заграничных торговых марок с американских рынков (табл. 30).

Таблица 30

Международная торговля сгущенным и выпаренным молоком (в тыс. кг.)

Страны	1920 г.		1921 г.		1922 г.		1923 г.		1924 г.	
	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт
1. Аргентина..	378	нет	280	нет	372	нет	461	нет	*	*
2. Австралия .	488	16 148 [3])	274	16 971 [2])	59	16 664	189	9 640	*	*
3. Канада	38	23 624	67	16 428	105	12 832	80	20 915	*	*
4. Чили .....,	392	1	247	10	127	12	*	*	*	*
5. Чехо-Словакия.....	нет	нет	2 040	нет	503	нет	1 055	нет	*	*
6. Дания	нет	6 262	нет	17 036	нет	22 833	нет	31 341	*	*
7. Франция...	37 938	8 433	17 036	5 323	14 952	3 337	14 212	3 308	*	*
8. Германия [1]).	4 168	238	3 037 [3])	1 312	4 219	464	4 028	264	*	*
9. Англия и Ирландия [1])...	100 398	13 014	110 707	5 704	96 096	9 158	114 860	7 476	*	*
10. Италия ..,.	741	184	513	131	301	473	448	3 084	*	*
11. Япония	2 823	нет	3 607	нет	4 506	нет	5 562	нет	*	*
12. Голландия..	нет	52 576	нет	75 773	нет	86 525	нет	103 238	*	*
13. Ново-Зеландия [1]	369	6 396 [2])	19	8 491	22	5 209	4	7 367	*	*
14. Норвегия ..	1 678	4 446 [2])	550	3 226 [2])	377	7 015 [2])	447	7 298 [2])	*	*
15. СССР	нет	нет	6 919	нет	45 202	нет	*	*	*	*
16. Швеция....	995	430	43	212	73	3	86	9	*	*
17. Швейцария.	2 800	21 117	650	21 258	2	20 652	80	25 345	*	*
18. Союз Южно-Африканской республики .	5 019	260 [2])	3 306	217 [2])	3 146	151 [2])	4 865	69 [2])	*	*
19. САСШ.....	10 398	186 629	3 522	132 ,43	769	85 124	2 771	88 196	2 725	93 530

Осенью 1913 г. сгущенное молоко было включено в список свободно импортируемых товаров. В результате это немедленно дало быстрый наплыв сгущенного молока из европейских стран, как напр. из Швейцарии, Дании, Голландии, Швеции, Норвегии, Германии и Англии. Сначала главная масса ввоза состояла из сгущенного молока с сахаром, а позднее выпаренное молоко также прибывало в больших количествах, вызвав на американских внутренних рынках почти не имевшую прецедента депрессию в американской промышленности осенью 1914 г. Кроме того одновременно с этим экспорт уменьшился и почти совершенно прекратился.

[1] Сгущенное или сухое молоко.
[2]) Включая реэкспорт
[3]) С 1 мая по 31 декабря.
*) Статистических данных не имеется.

В 1915 г. недостаток продуктов питания в союзных странах и их потребность в сгущенном молоке для своих армий и флотов начали нейтрализовать влияние снятия оградительных пошлин. Импорт понизился, в то время как крупные и повторяющиеся поставки на экспорт для союзников повлекли небывалый рост американской экспортной торговли при повышенных ценах. Кроме того, американский экспорт еще увеличился олагодаря тому обстоятельству, что война лишила нейтральные страны в Южной Америке, Азии и Африке обычного импорта этого товара из стран, находившихся в состоянии войны, открыв САСШ мировые рынки.

Экспорт продолжал увеличиваться и после того, как было объявлено перемирие, причем его размеры были ограничены преимущественно только недостатком трансатлантических транспортных средств. По истечении первых шести месяцев 1919 г. все увеличивавшийся неблагоприятный курс обмена иностранной валюты начал давать себя знать, и с тех пор происходило постепенное уменьшение экспорта. В начале 1920 г. начали прибывать в САСШ отдельные партии сгущенного молока, завозимые иностранными заводами, привлеченными высоким биржевым курсом американского доллара, а также и высокими внутренними ценами и отсутствием пошлины на импорт сгущенного молока в САСШ.

Размер пошлины на импортное сгущенное молоко, установленной с 1922 г. В 1922 г. САСШ провели через конгресс закон, по которому была вновь введена пошлина на импортируемое сгущенное молоко. Ставки этой новой пошлины за 1 *кг* таковы:

Сгущенное молоко с сахаром в герметически закупоренных жестянках	3 цента с 1 *кг*
Сгущенное молоко без сахара в герметически закупоренных жестянках, как выпаренное молоко .	2 » с 1 *кг*
Все другие виды сгущенного молока	3 » с 1 *кг*

ГЛАВА XXII

Химический состав и физические свойства сгущенного молока

Сгущенное молоко содержит те же самые составные части, что и сырое молоко, а отдельные составные части сухого вещества имеют точно такое же процентное соотношение между собою, как и в сыром молоке. Это относится ко всем тем случаям, где не практикуется стандартизация. Очевидно, процент общего сухого вещества в молоке колеблется в зависимости от отношений концентрации, а в части сгущенного молока с сахаром также от процента добавленной сахарозы.

В сгущенном молоке, которое не стандартизовано на жир и сухое вещество, отношение жира к обезжиренному сухому веществу колеблется в широких пределах. Эти колебания бывают в сборном молоке, каковое и представляет собою сгущенное молоко, и объясняются главным образом породой и лактационным периодом и до некоторой степени кормом. Исходя из цифровых данных Эккельса (45), касающихся процента жира и общего сухого вещества по породам, отношение обезжиренного сухого вещества к жиру показывает широкие пределы колебаний. Следующая таблица дает общее представление об этих колебаниях.

Таблица 31

Отношение обезжиренного сухого вещества к жиру в среднем молоке различных пород

Порода	Процент всего сухого вещества	Процент жира	Процент обезжиренного сухого вещества	Отношение обезжиренного сухого вещества к жиру
Голландская	12,29	3,45	8,84	1 : 390
Швицы (бурые и швейцарские)	12,46	3,68	8,78	1 : 419
Айрширская	12,98	3,85	9,13	1 : 420
Шортгорн	12,50	3,80	8,70	1 : 437
Девон	14,50	4,60	9,90	1 : 465
Джерзейская	14,90	5,14	9,76	1 : 527
Гернзейская	14,20	4,98	9,22	1 : 540

Так напр., в среднем молоке от голландских коров на каждые 100 *кг* обезжиренного сухого вещества содержится 39 *кг* жира, между тем как в среднем молоке от Джерзейских коров на каждые 100 *кг* обезжиренного сухого вещества содержится 54 *кг* жира.

Таблицы 32 и 33 показывают анализы сгущенного молока с сахаром и выпаренного молока различных фирм. Широкие пределы колебаний состава характерны для сгущенного молока, приготовленного из нестандартизованного молока. Европейские марки сгущенного молока

Таблица 32

Химические анализы сгущенного молока с сахаром восемнадцати различных торговых марок

Торговая марка	Процент сухого вещества	Процент воды	Процент жира	Процент белка	Процент молочного сахара	Процент золы	Процент сахарозы
«Серебряная ложка» [1] Комп. сгущенного молока Хайра .	31,90	28,68	8,40	9,12	12,56	1,91	40,38
«Орел» [1] Комп. сгущенного молока Бордена.	31,08	25,99	6,72	8,15	12,35	1,88	42,93
«Северный олень» [2] Комп. сгущенного молока Труро .	31,23	27,33	9,56	8,32	13,42	1,80	41,44
«Тип-топ» [1] Комп. сгущенного молока Бордена	36,57	21,67	10,07	9,35	15,00	2,15	41,76
«Вызов» [3] Комп. сгущенного молока Бордена	31,74	24,84	8,23	8,57	13,02	1,92	43,42
«Сладкий клевер» [3] Комп. сгущенного молока Могок.	32,84	24,07	9,31	8,71	12,95	1,87	43,09
«Стрела» [3] Висконсинская комп. сгущенного молока	31,15	26,83	8,00	8,49	12,87	1,79	42,02
«Синий колокольчик» [3] Американская комп. сгущенного молока	35,56	26,50	9,31	9,50	14,80	1,95	37,94
«Красный крест» [3] Комп. сгущенного молока Могок .	34,78	27,14	11,07	7,92	14,03	1,76	38,56
«Роза» [3] Комп. сгущенного молока Бордена	30,82	24,76	8,88	8,06	12,07	1,81	42,97
«Магнолия» [3] Комп. сгущенного молока Бордена	31,98	26,32	8,64	7,84	13,50	2,00	42,00
«Крестьянское» [3] Мичиганской комп. сгущенного молока	30,00	27,63	8,60	7,07	12,60	1,73	41,00
«Молочница» [3] Англо-швейцарская комп. сгущенного молока	35,60	25,65	9,65	8,78	15,17	2,09	38,66
«Юбилей» [2] Манитобская молочная комп. . .	29,40	32,15	9,62	8,61	11,30	1,85	38,45
«Экспорт» [2] Комп. сгущенного молока Болдуина	32,24	26,69	11,50	8,50	12,35	1,80	41,07
«Сова» [2] Канадская комп. сгущенного молока	31,61	30,84	10,61	8,47	12,40	1,81	37,55
«Нестле» [2] Генри Нестле	32,91	28,04	8,06	7,68	15,23	1,94	39,05
«Верхняя десятка» [2] Комп. сгущенного молока САСШ.	33,65	27,88	8,80	8,34	14,66	1,85	38,47

[1]) Шпитцер. Сел.-хоз. опытная станция в Индиане, 1910 г.
[2]) Мак-Гилл. Департамент внутренних доходов. Оттава, бюллетень № 144, за 1908 г.
[3]) Кокран. Особый доклад об анализах сгущенного молока и продуктах питания для детей, Департамент сельского хозяйства Пенсильвании, 1905 г.

Таблица 33

Химические анализы двадцати четырех различных марок выпаренного молока[1]) (в %)

Торговая марка	Сухое вещество	Вода	Жир	Белок	Молочный сахар	Зола	Всего
«Золотое молоко»	29,25	70,75	9,42	8,44	9,75	1,54	99,90
«Колумбина»	24,63	75,37	7,45	7,41	8,56	1,36	99,98
«Каждый день»	26,20	73,80	8,07	7,54	9,10	1,47	100,15
«Золотое молоко»	27,18	72,82	9,07	7,39	9,23	1,49	100,00
«Звезда»	29,04	70,90	8,35	7,86	10,37	1,62	99,16
«Утренняя слава»	31,08	68,92	10,48	8,26	10,47	1,67	99,82
«Красная гвоздика»	23,81	76,19	8,05	6,49	7,55	1,24	99,49
«Красота»	28,33	71,62	8,47	8,39	9,94	1,56	99,98
«Ван-Камп»	27,89	72,11	8,69	7,52	9,06	1,54	99,52
«Вильсона»	25,23	74,77	8,70	6,53	8,68	1,37	100,05
«Монарх»	25,70	73,30	8,09	6,77	10,35	1,44	99,95
«Диадема»	24,96	75,04	8,16	7,06	7,92	1,33	99,51
«Олень»	26,66	73,34	8,08	6,88	10,21	1,45	99,96
«Дунди»	27,04	72,96	8,73	7,21	9,36	1,48	99,74
Разные образцы №№: 1	28,02	71,98	8,93	7,68	9,88	1,61	100,06
2	31,99	68,01	9,68	8,49	11,88	1,69	99,75
3	26,01	73,99	8,18	6,77	9,24	1,46	99,64
4	27,33	72,67	9,04	6,93	9,42	1,51	99,57
5	29,37	70,63	9,71	7,34	10,52	1,56	99,76
6	21,12	78,88	7,30	5,78	6,78	1,12	99,86
7	23,25	76,75	7,98	6,19	7,96	1,25	100,13
8	25,48	74,52	8,67	6,34	8,67	1,35	99,56
9	26,62	73,38	9,20	7,00	9,18	1,37	100,13

в среднем несколько выше по содержанию общего сухого вещества и ниже по содержанию воды, чем американские марки. Это в особенности выдерживается с тех пор, когда стандартизация для жира и обезжиренного сухого вещества, согласно требованиям федерального стандарта, сделалось общим правилом в САСШ. Федеральный стандарт предназначался не в смысле идеального, ни даже среднего состава, но для того, чтобы показать минимальный предел жира и общего сухого вещества, ниже которого нельзя продавать продукт под торговым названием «сгущенного молока».

Установление и вступление в силу федерального стандарта оказалс существенную помощь промышленности, избавив ее от мошеннических проделок, выражавшихся в подснимании сливок и неполном сгущении, и защитив потребителя, который не располагает средствами для того, чтобы удостовериться в подлинной питательной ценности продукта, снабженного этикеткой сгущенного или выпаренного молока.

С другой стороны, в то время как эти стандарты предназначались для установления минимального предела жира и сухих веществ допускаемого законом сгущенного молока, они были приняты производителем как идеальный стандарт его состава. Следовательно, при существующих условиях конкуренции в САСШ установился торговый обычай стандартизовать продукт таким образом, чтобы он соответст

[1]) Ханзикер и Шпитцер, Сел.-хоз. опытная станция в Индиане, Бюлл. № 134, 1909 г.

федеральному стандарту. Но так как федеральный стандарт установил только минимальный предел, то обычай стандартизации оказал несомненное влияние в смысле понижения процента жира и обезжиренных сухих веществ в среднем американском продукте.

Для сгущенного молока с сахаром федеральный стандарт предписывает не менее 8% жира и 28% общего количества сухого вещества. Для выпаренного молока существующий федеральный стандарт составляет не менее 7,8% жира и 25,5% общего количества сухого вещества.

В действительности эти цифры весьма близки к процентному составу главной массы сгущенного молока, которое поступает на рынок в жестянках под названием сгущенного и выпаренного молока соответственно. Сгущенное молоко, продающееся в бочках, с сахаром или без сахара, имеет непостоянный состав. Процент жира и обезжиренного сухого вещества колеблется в зависимости от требований потребителя.

Свойства отдельных составных частей молока. Процентный состав и свойства отдельных составных частей свежего молока подвержены многим изменениям. Эти изменения происходят главным образом в зависимости от породы, индивидуальности, здоровья и состояния новотельных коров лактационного периода, промежутков между дойками, от молока выдоенного в начале и в конце дойки, от корма, от перемен, связанных с временами года, и от ухода за молоком после того, как оно выдоено.

Таблица 34

Средний максимальный и минимальный состав коровьего молока

Составные части молока	Максимум	Минимум	Средн. состав у разных исследователей				
			Фаррингтон и Уолл [1])	Ван-Слайк (1915 анализов [2])	Экельс [3])	Бабкокк [4])	Флейшман [5])
Вода	90,00	82,0	87,4	87,1	87,1	87,17	87,75
Жир	7,8	2,3	3,7	3,9	3,9	3,69	3,40
Казеин	4,5	1,5	3,2	2,5	3,4	3,02	2,80
Альбумин		0,5		0,7		0,53	0,70
Молочный сахар	6,0	3,5	5,0	5,1	4,75	4,88	4,60
Зола	0,9	0,6	0,7	0,7	0,75	0,71	0,75
Всего сухого вещества.	—	—	12,6	12,9	12,80	12,83	12,25
Обезжиренного сухого вещества	—	—	8,9	9,0	8,90	9,14	8,85

Удельный вес при 15°Ц 1,029—1,034, в среднем 1,032.

Удельная теплоемкость при 16—17°Ц 0,9406—0,9523 (Шано и Вайян). При 14—16°Ц—0,9457, при 27°Ц—0,9351 (Флейшман—5).

Точка замерзания —0,54 до —0,57°Ц. В среднем —0,555°Ц (Гриммер—[6]).

Целью этой книги не является подробное рассмотрение изменений процентном соотношении состава и свойств составных частей

[1]) Фаррингтон и Уолл. Проба молока и молочных продуктов.
[2]) Ван-Слайк. Современные методы взятия пробы молока и молочных продуктов.
[3]) Экельс. Молочный скот и производство молока, 1923.
[4]) Бабкокк. Молоко и его продукты, 1909.
[5]) Флейшман Молоко и молочное дело, 1901.
[6]) Гриммер Химия и физиология молока.

молока. Рассмотрение в настоящей главе преимущественно ограничивается кратким описанием таких свойств составных частей молока, относительно которых было найдено, что они влияют на поведение молока во время производства сгущенного и выпаренного молока, с указанием причин для изменений этих свойств и их влияния, когда молоко подвергается производственному процессу. Вследствие неоднородности состава коровьего молока, полученного из различных источников и при различных условиях, анализы молока, сделанные разными исследователями, показывают широкие пределы колебаний в процентном соотношении его составных частей. Таблица 34 показывает найденные максимальные, минимальные и средние процентные соотношения составных частей молока.

Молочный жир

Химический состав. Молочный жир является естественной смесью нескольких различных жиров, которые отличаются по своим свойствам, Главные из этих жиров—олеин, пальмитин, миристин, стеарин, лаурин. бутирин, капроин, каприлин и каприн. Химически эти жиры составлены из глицерина как основания и жирных кислот, как напр. олеиновая, пальмитиновая, миристиновая, стеариновая, лауриновая, масляная, капрониновая, каприлиновая и каприновая. Пока все еще нет уверенности в отношении точного структурного сочетания молочного жира.

Об этих жирах говорят как о глицеридах. Соотношение, в котором находятся в смешанном молоке глицериды различных жирных кислот, колеблется в зависимости от таких условий, как порода, лактационный период и корм коров. Поэтому анализы молочного жира, взятого у молока, полученного из различных источников, несколько отличаются один от другого. Ричмонд (46) показывает нижеследующий состав молочного жира.

Таблица 35

Состав молочного жира (в %)

Наименование жиров (глицеридов)	Жиры (глицериды)	Жирные кислоты этих глицеридов	Глицерин этих глицеридов
Бутирин	3,85	3,43	1,17
Капроин	3,10	3,25	0,86
Каприлин	0,35	0,51	0,10
Каприн	1,10	1,77	0,31
Лаурин	7,40	6,94	1,07
Стеарин	1,80	1,72	0,19
Миристин	20,2	19,14	2,53
Пальмитин	27	25,48	2,91
Олеин	35,0	33,60	3,93
Итого	100,0	—	—

Неизвестно, чтобы химический состав молочного жира и изменения в нем оказывали влияние на процессы сгущения и стерилизации или же сами бы подвергались влиянию этих процессов. Анализы констант молочного жира в выпаренном молоке показывают, что жир в этом протукте совершенно нормален и содержит летучие жирные кислоты в соотношении, подобном тому, какое бывает в среднем свежем молоке.

Таблица 36

Состав молочных жиров в выпаренном молоке [1])

Дата производства	Число Рейхерт-Мейссля	Иодное число	Точка плавления смешанных жиров	Точка плавления нерастворимых жирных кислот
Август 1908 г.	28,48	33,64	33,3° Ц	41,0° Ц
Ноябрь 1908 г.	29,52	33,60	33,4° Ц	41,2° Ц

Физическая структура молочного жира. Наше современное знание поведения молочного жира во время производства сгущенного молока указывает на то, что главное значение имеют скорее физические свойства, чем изменения в сложном химическом составе молочного жира. Склонность жира к отстаиванию в законченном продукте, а отсюда трудность установления устойчивой эмульсии жира в сгущенном молоке представляет собою главную проблему, поскольку речь идет о молочном жире. Эта склонность к отстаиванию основана на том факте, что жир легче обрата. Удельный вес молочного жира при 15,5°Ц лежит между 0,93 и 0,94, тогда как удельный вес обрата при одинаковой температуре в среднем бывает приблизительно 1,035. Поэтому, когда молоко находится в состоянии покоя, жир реагирует на силу тяготения, поднимаясь на поверхность, если ему не противодействует наличие других сил.

Молочный жир находится в молоке в виде мельчайших жидких капелек, диаметр которых колеблется в соответствии с такими факторами, как порода, индивидуальность коров и их лактационный период. Жировые шарики в одном и том же образце молока не бывают одинаковыми по размеру. Крайние колебания простираются приблизительно между 0,001 *мм* до 0,0174 *мм*, а средний размер жирового шарика от 0,003 до 0,005 *мм* в диаметре.

Молоко-эмульсия. Когда молоко выдоено, жировые шарики бывают рассеянными по всей его массе, хотя они бывают более многочисленными в молоке, выдоенном в конце, нежели в начале доения. Таким образом свежевыдоенное (парное) молоко представляет собою эмульсию жира в обрате. В этой эмульсии обрат или гидратный коллоид представляет собою постоянную фазу, а жировые шарики представляют рассеянную (дисперсную) фазу.

Силы, которые дают возможность мельчайшим жировым шарикам сохранять свою обособленность, в качестве отдельных единиц, и мешают им сливаться вместе—это разница в поверхностном натяжении между молочным жиром и обратом, адсорбция и вязкость молока.

Поверхностное натяжение. Жировые шарики остаются порознь, они сохраняют свою обособленность и не сливаются вместе главным образом вследствие закона поверхностного натяжения. Под поверхностным натяжением подразумевается притяжение, которое испытывают молекулы одного и того же вещества по отношению друг к другу. Молекулы, расположенные на поверхности, притягиваются по направлению к внутренней части жидкости находящимися там молекулами, но не существует подобного притяжения по направлению наружу, вследствие

[1]) Хэнзикер и Шпитцер. Бюллетень № 134 Сельскохозяйственной опытной станции в Индиане.

того, что молекулы, находящиеся во внутренней части жидкости, подвергаются притяжению со всех сторон. Производимое таким образом на поверхности этим молекулярным притяжением напряжение называется поверхностным натяжением. Оно, очевидно, придает поверхности склонность к уменьшению до самых, по возможности, мельчайших размеров. Поэтому, если жидкость находится в таком положении, в котором она не подвергается воздействию силы тяготения, форма жидкости изменяется до тех пор, пока она не примет самой малой поверхности, какая только возможна для данного объема. А такой формой является шар. В молоке, во время выделения которого жир размещен в виде чрезвычайно измельченных частиц, последний обладает большим поверхностным напряжением, чем окружающий обрат. Поэтому мельчайшие единицы жира сохраняют свою целостность и обособленность и вследствие поверхностного натяжения они находятся в виде круглых шариков.

Адсорбция. Кроме того способности жировых шариков в молоке и сливках сохранять свою обособленность содействует закон адсорбции и вязкость молока. Под адсорбцией в том смысле слова, в каком оно здесь употребляется, подразумевается несколько большая концентрация обрата на поверхностном слое жировых шариков, нежели концентрация остального окружающего их обрата. Эта концентрация обрата на поверхностном слое жировых шариков способствует поддержанию их внутренней связи и уменьшению силы сцепления между жировыми шариками. Она имеет склонность сообщить большую устойчивость отдельным жировым шарикам.

Вязкость. В конечном итоге постоянство эмульсии жировых шариков в молоке усиливается естественной вязкостью обрата, обусловливаемой наличием таких коллоидов, как альбумин и казеин, и молочного сахара.

Слой сливок. Когда молоко находится в состоянии покоя, жировые шарики поднимаются на поверхность, образуя слой молока более богатый жиром, т. е. сливки. В бутылке с молоком это составляет отстой сливок. Сливки представляют собою эмульсию жира в обрате. Толщина слоя сливок зависит главным образом от трех факторов: процента жира в первоначальном молоке, полноты отстаивания жира и от количества обрата, перенесенного в слой сливок жировыми шариками. Обрат в молочном жире составляет приблизительно две трети всего слоя сливок. Следовательно, в любом данном образце молока толщина слоя сливок обусловливается прежде всего количеством обезжиренного вещества или обрата, которое в нем содержится.

Эмульсия жира в сгущенном молоке. В отношении сгущенного молока промышленность требует, чтобы эмульсия жира в обрате была полной и постоянной. Успешное производство должно предотвратить последующее отстаивание жира. С точки зрения влияния силы тяготения склонность к отстаиванию жира в сгущенном молоке усиливается вследствие большей вязкости сгущенного продукта. Сгущенное молоко с сахаром имеет удельный вес около 1,30 и выпаренное молоко—1,06—1,07.

Весьма высокая вязкость сгущенного молока с сахаром исключает возможность отстаивания жира вопреки большой разнице между удельным весом молочного жира и концентрированного до степени сиропа обрата. Только в крайне ненормальных случаях бывает опасность отстаивания жира в этом продукте. Как объяснено в главе XXIV «Пороки сгущенного молока с сахаром», недостаточное сгущение или применение настолько низкой температуры подогревания, что значительно пони-

жается вязкость законченного продукта, может заставить жир в сгущенном молоке с сахаром подниматься на поверхность во время хранения на складе, в особенности при относительно высоких температурах хранения. Эти условия являются ненормальными, и отстаивание жира в сгущенном молоке с сахаром является чрезвычайно редким пороком.

Но с выпаренным молоком дело обстоит иначе. Прежде, когда еще не пользовались гомогенизатором, предотвращение отстаивания жира было настоящей проблемой. В то время наиболее успешный способ для предохранения от отстаивания заключался в повышении вязкости молока посредством перегревания и медленного повышения температуры в стерилизаторе. Но даже и эти меры предосторожности не давали абсолютной гарантии против отстаивания в конце концов молочного жира.

С введением гомогенизатора отстаивание жира в выпаренном молоке не является уже серьезной проблемой. Как объяснено в главе XII «О гомогенизации», гомогенизатор, когда им пользуются при давлениях от 900 *кг* до 1 362 *кг*, размельчает жировые шарики на такие мелкие единицы (около $^1/_{10}$ их первоначального диаметра), что они отдают значительную долю своей первоначальной силы тяготения. Увеличение их поверхности бывает настолько велико, что встречаемое таким образом сопротивление лишь с трудом преодолевается силой тяготения. Влияние тяготения также уменьшается благодаря слою несодержащего жира вещества, который адсорбирован к поверхности каждого из этих чрезвычайно мелких шариков.

Это несодержащее жира вещество, адсорбированное к поверхности мельчайших жировых шариков, увеличивает их вес и уменьшает разницу между удельным весом жировых шариков и обрата. Кроме того отстаиванию жира мешает повысившаяся вязкость гомогенизованного молока. Подробнее см. «Гомогенизацию».

Белки молока

Виды и значение белков молока. Белок молока составляет приблизительно от 3,4 до 3,8% содержания среднего нормального молока. Часто встречаются значительно более широкие колебания. Под белком молока понимаем, в первую очередь, казеин и альбумин, свойства которых имеют весьма важное значение в производстве сгущенного молока. Поведение белков по отношению к температуре и обусловливает точку коагуляции молока от нагревания, что в свою очередь является одним из факторов, обусловливающих загустевание сгущенного молока с сахаром с течением времени и образование сгустка в выпаренном молоке во время стерилизации. Кроме казеина и альбумина, молоко содержит небольшие количества лактоглобулина и растворимого в спирте белка. Глобулин находится в больших количествах в молозиве. В нормальном молоке находятся только лишь следы этого белка, и нельзя думать, чтобы он играл важную роль в физико-химической структуре и свойствах нормального молока.

Казеин. Казеин является главным белком молока. Содержание казеина в молоке колеблется в широких пределах. Ван-Слайк (58) показал, что в смешанном рыночном молоке содержится от 2 до 3% казеина. В молоке от отдельных стад содержание казеина колеблется приблизительно от 1,80 до 3 с лишним процентов. Он нашел, что в отдельных удоях от отдельных коров содержание казеина колеблется от 1,50 до 4,50%.

На процент казеина в молоке влияют порода, индивидуальность коров, их лактационный период, корм, время года и т. д. Недостаток корма, как напр. во время сильной засухи, если коровы в отношении снабжения их кормом зависят исключительно от пастбища, уменьшает содержание казеина в молоке. Лактационный период оказывает весьма заметное влияние на количество находящегося в молоке казеина. Первое выдоенное молоко содержит даже до 6 или более процентов казеина. В течение первых 7 дней заметно быстрое уменьшение, за которым следует более постепенное уменьшение содержания казеина. От второго до четвертого или пятого месяца процент казеина является наименьшим. После этого наблюдается незначительное увеличение приблизительно вплоть до девятого месяца, когда казеин начинает прибывать быстрее до конца лактационного периода.

Казеин был предметом изучения для многих исследователей. Он является весьма сложным по своей природе, многие фазы его все еще недостаточно уяснены, и наименования, под которыми описываются казеин и производные от него продукты, не вполне одинаковы.

Казеин в том виде, в котором он находится в свежем молоке, не существует в чистой форме. Зельднер (48) показал, что казеин свежего молока находится в соединении с окисью кальция. Флейшман (49) нашел, что казеин в свежем молоке содержит 1,55% окиси кальция. Эти открытия подтверждаются Ван-Слайком и Босвортом (50), которые заявляют, что нейтральное вещество, встречаемое в свежем молоке, является казеинатом кальция, состоящим из казеина в соединении с 1,5% окиси кальция.

Чистый казеин представляет собою белок, который остается после выделения его из окиси кальция. Это выделение происходит, когда молоко скисает или же когда к нему прибавляется разведенная кислота. Во время естественного окисания молока молочная кислота соединяется с кальцием казеината кальция, образуя молочнокислый кальций. Эта реакция освобождает казеин в виде осадка. При обычных температурах (от 18 до 21° Ц) это осаждение начинается, когда кислотность молока составляет от 66 до 78° по Тернеру. При более высоких температурах количество потребной для свертывания кислоты уменьшается. Во время этого свертывания жир и другие составные части молока также включаются, но после отстаивания большое количество воды и растворимых в воде составных частей выделяется в виде сыворотки. Чистый казеин можно выделить из молока сначала путем удаления жира из молока, а затем получением осадка казеина, разбавленного кислотой, приняв особые меры предосторожности для того, чтобы удалить все прочие составные части молока во время работы и последующего промывания.

Параказеин или параказеин кальция—это нерастворимый белок, который получается при добавлении к молоку сычуга или сычугообразных веществ. Для получения осадка параказеина в виде нерастворимого белка необходимо достаточное количество растворимых солей кальция. При отсутствии растворимых солей кальция, как напр. у молока, в котором соли кальция сделались от действия высокой температуры нерастворимыми, параказеин не дает осадка, молоко не свернется. В таких случаях прибавление к молоку небольшого количества растворимой соли кальция, как напр. хлористого кальция, восстанавливает свертывающее действие сычуга или, правильнее, вызывает осадок параказеина кальция, образовавшегося от действия сычуга. Коагуляцию

параказеина можно также вызвать и ускорить действием кислотообразующих бактерий или же непосредственным прибавлением кислоты. Кислота превращает соли кальция в молоке в растворимую форму, подвергая таким образом параказеин действию растворимых солей кальция, присутствие которых необходимо для того, чтобы ускорить превращение растворимого параказеина кальция в нерастворимый параказеин кальция.

Молекула казеина составлена из шести элементов. Флейшман (49) показывает процентный состав элементов, из которых составлен казеин следующим образом:

Углерод	52,95%
Кислород	22,78%
Азот	15,65%
Водород	7,05%
Фосфор	0,85%
Сера	0,72%

Как сказано ранее, казеин в свежем молоке находится в соединении с окисью кальция, образуя казеинат кальция. Он дает кислую реакцию по отношению к фенолфталеину и по отношению к основаниям дает реакцию наподобие кислот, образуя похожие на соли соединения. Он растворим в слабых щелочах и крепких кислотах и свертывается от действия крепких щелочей, слабых кислот, солей многочисленных металлов и сычуга. Он свертывается при обычной температуре, когда кислотность молока достигает от 66 до 78° по Тернеру. По мере повышения температуры процент кислоты, необходимой для свертывания молока, уменьшается. Температура пастеризации вследствие осаждения части растворимых солей кальция уничтожает его способность свертываться от действия сычуга. Казеин свертывается, когда молоко нагревается под давлением от 139 до 140° Ц.

Казеин по своей природе коллоид. Он коллоидально рассеян в молоке, в котором он находится в виде чрезвычайно мелких частиц. Думают, что эти частицы казеината кальция в высшей степени гидратны или насыщены остатком молочной сыворотки и, будучи полностью рассеянными по всей массе молока, образуют однородную эмульсию. Эти коллоидные частицы проходят через пористые фильтры, но их можно выделить из обрата посредством фильтрования молока через животную ткань, фаянсовые фильтры и другие ультра-фильтры.

Альбумин. Альбумин, молочный альбумин или лактоальбумин содержится в молоке в пределах приблизительно от 0,6%. Процент альбумина в молоке колеблется даже больше, нежели процент казеина, однако изменения происходят в том же самом направлении. Его больше всего бывает в молоке тотчас же после отела. Ханзикер (41), который изучал содержание альбумина в молоке от трех коров в продолжение всего их лактационного периода, нашел, что в первом удое после отела содержалось между 6,0 и 7,0% альбумина. В конце второго дня содержание альбумина упало ниже 1%, хотя среднее за 14 дней для трех коров было 0,98%, 1,59% и 1,78% соответственно, и продолжало понижаться до тех пор, пока к концу первого месяца не упало до минимума и оставалось на минимуме до конца шестого месяца. Затем альбумин в молоке стал постепенно повышаться, пока на девятом месяце не дошел близко к 1%. Колебания происходили в пределах между минимумом 0,44% и максимумом 6,63% альбумина. Среднее для всех трех коров

за весь их лактационный период после первых 14 дней после отела составило 0,62%.

Химически альбумин отличается от казеина главным образом тем, что в нем не содержится фосфора и количество находящейся в нем серы почти в два с половиной раза больше, чем в казеине. Флейшман (49) дает нижеследующий состав альбумина:

Углерод	52,19%
Кислород	23,13%
Азот	15,77%
Водород	7,18%
Сера	1,73%

Свойства альбумина молока сходны с таковыми альбумина крови. Думают, что он находится в молоке в виде коллоидной дисперсии и существует в молоке, не соединившись с основанием. Пальмер (51) нашел, что молочный альбумин в высшей степени гидратен и находится в весьма дисперсном состоянии.

Молочный альбумин растворим в воде и в разбавленных кислотах и в разбавленных растворах хлористого натрия и углекислого натрия. Он свертывается от действия нагревания. По Руппу (52), действие 62,8°Ц в продолжение 30 минут не свертывает его; действие 65,6°Ц свертывает 5,11%, действие 68,3°Ц свертывает 12,76% и действие 71,1°Ц свертывает 30,86% альбумина. При точке кипения свертывается в сущности весь молочный альбумин, причем количество альбумина, которое не осаждается от действия нагревания при такой температуре, достигает от 0,14 до 0,16%, как показано Ханзикером (41).

Другими азотсодержащими составными частями, которые были найдены в молоке, являются лактоглобулин, фибрин, мукоид протеин, лецитин и нуклеин. В нормальном молоке эти молочные белки находятся лишь в весьма небольших количествах. Лактоглобулин свертывается при нагревании, а фибрин—при соприкосновении с воздухом. Эти два белка находятся в значительных количествах в молозиве, но в нормальном молоке содержатся только их следы. Мукоид протеин был выделен из сливочного масла Шторхом. Лецитин представляет собою азотистое вещество, имеющее отношение к молочному жиру. Он содержит фосфор и имеет формулу $C_{42}H_{84}.NPO_9$. Утверждают, что его разложение служит причиной рыбного привкуса сливочного масла. Нуклеин имеет отношение к казеину. Относительно этих молочных белков известно сравнительно немногое, в молоке находятся только их следы, и нельзя думать, чтобы они влияли на поведение молока в процессе сгущения и стерилизации.

Значение молочных белков в производстве сгущенного молока. Как указано в главе XIV «Влияние белков на коагуляцию при нагревании», молочные белки играют важную роль в коагуляции молока при нагревании и в значительной мере обусловливают загустевание сгущенного молока с сахаром и свертывание выпаренного молока в стерилизаторе.

Как раньше уже было указано, казеин находится в свежем молоке в виде казеината кальция. Соммер и Харт (33) показали, что на точку коагуляции при нагревании свежего молока, а также выпаренного молока влияет, если даже ее не обусловливает, баланс кальция казеина Казеин требует определенного оптимального содержания кальция для своей максимальной устойчивости и содержание кальция в казеине в значительной степени обусловливается находящимся лимоннокислым и фосфорнокислым магнием. Кажется, что практически в каждом слу-

чае ненормального свертывания выпаренного молока в стерилизаторе этот порок обусловливается излишком кальция, и когда к молоку прибавляли лимоннокислого натрия или двуфосфорнокислого натрия, то точка коагуляции при нагревании повышалась и неудачи стерилизации избегались. Прибавление цитратов и фосфатов в таких случаях делает казеин более устойчивым, уменьшая содержание в нем кальция.

Тот факт, что подогревание молока до высоких температур—95°Ц существенно повышает точку коагуляции при нагревании выпаренного молока, как показано Роджерсом и сотрудниками (23), можно логически приписать изменению баланса казеина. Роджерс нашел, что подогревание при 95°Ц обычно повышает температуру коагуляции выпаренного молока от 15° до 30°Ц и что выдерживание при температуре подогревания в течение 10 и 20 минут повышает температуру коагуляции на 3 и 6°Ц соответственно.

Милрой (53) нашел, что нагревание молока до высоких температур осаждает часть кальция. Это восстанавливает способность имеющегося растворимого кальция к реакции с казеином, улучшает баланс кальция казеина и стабилизирует казеин. Роджерс указывает, что в то время как осаждение большей части кальция имело место при нагревании до 95°Ц, оно продолжалось в небольших размерах и при этой температуре, отсюда и происходит дальнейшее повышение точки коагуляции при нагревании после продолжительного выдерживания при 95°Ц.

То обстоятельство, что такие факторы, как увеличение концентрации молока (что означает более высокое содержание казеина) и наличие развившейся кислоты и сычуга или сычугообразного вещества, понижают точку коагуляции при нагревании, служит дальнейшим доказательством той важной роли, которую играет казеин, обусловливая поведение выпаренного молока в стерилизаторе.

Можно также ожидать, что и было доказано Зоммером (29), что молочный альбумин влияет на точку коагуляции при нагревании выпаренного молока. Как было указано ранее, альбумин легко свертывается от нагревания, и работа Зоммера показала, что увеличение содержания альбумина понижает температуру коагуляции выпаренного молока. Вероятно, благодаря этому факту стабилизирующий эффект высоких температур подогревания происходит, по крайней мере частично, вследствие осаждения альбумина. Зоммер показал, что повышение температуры выпаренного молока от 82 до 100°Ц понижает процент растворимого альбумина от 0,86% до 0,56% и что для коагуляции молока при 118°Ц требовалось на 9 минут больше времени, чем для молока, подогретого при более высокой температуре. Эти результаты указывали на то, что влияние температуры подогревания проявляется главным образом вследствие осаждения альбумина.

Как казеин, так и альбумин также играют важную роль при загустевании сгущенного молока с сахаром. Роджерс и его сотрудники (8) показали, что усиление концентрации этих белков увеличивает быстроту и степень загустевания с течением времени. Удаление или казеина или альбумина уменьшало вязкость и замедляло более позднее загустевание. Уменьшение вязкости было больше в отсутствии казеина, чем в отсутствии альбумина. Удаление и того и другого полностью прекращало загустевание. Кроме того, эти результаты показали, что высокие температуры подогревания, не превышающие точки кипения, значительно усиливают вязкость и склонность к загустеванию, в то время как низкие температуры подогревания (62,5 в течение 30 минут) пони-

жают вязкость и склонность к загустеванию. При температурах выше точки кипения 110° и 120°Ц стабильность повышалась.

Прибавление цитратов и фосфатов повышало склонность сгущенного молока с сахаром к загустеванию. Возможно, что сахароза в этом продукте оказывает воздействие на равновесие солей, вступая в реакцию с некоторыми из нерастворимых иначе солей кальция и магния, как на это указывают Лейтон и Дейтер (9).

Зола молока

Состав золы. Зола или минеральные вещества молока достигают около 0,7% состава молока. Больше всего содержится золы в молозиве. Энглинг-Лич (56) показывает процент золы в молоке во время первых 72 часов после отела, а именно: после отела молоко содержало 1,18% золы, по истечении 10 часов—1,55%, затем ее количество быстро уменьшалось и через 72 часа составляло 0,82%. Хиллс (55) сообщает, что германские анализы дают максимальное содержание золы в молоке от 22 коров, выдоенных немедленно после отела, равное 2,31%. Содержание золы молока после первых 14 удоев подходит к нормальному уровню, колеблясь приблизительно между 0,65 и 0,75% на протяжении всего лактационного периода и незадолго до того, когда коров перестают доить.

Зола молока состоит главным образом из калия, натрия, кальция и магния в соединении с фосфорной кислотой, соляной кислотой и лимонной кислотой. Часть извести соединяется с белками. Имеются также в небольших количествах железо и сера.

Бабкокк (56) дает нижеследующий состав золы:

Таблица 37

Состав золы в нормальном коровьем молоке

Минеральные составные части молока	Процент в золе	Процент в молоке
Окись калия (поташ) (K_2O)	25,02	0,175
Окись натрия (сода) (Na_2O)	10,01	0,070
Окись кальция (известь) (CaO)	20,01	0,140
Окись магния (магнезия) (MgO)	2,42	0,017
Окись железа (железная) (Fe_2O_3)	0,13	0,001
Триокись серы (S_2O_3)	3,84	0,027
Фосфорная кислота (P_2O_5)	24,29	0,170
Хлор (Cl)	14,28	0,100
Всего золы	100,00	0,700

Зельднер (42) указывает на следующую группировку молочных солей:

Хлористый натрий, (NaCl)	10,62
Хлористый калий, (KCl)	9,16
Однозамещенный фосфорнокислый калий, (KH_2PO_4)	12,77
Двухзамещенный фосфорнокислый калий, (K_2HPO_4)	9,22
Лимоннокислый калий, $K_3(C_6H_5O_7)_2$	5,47
Двухзамещенный фосфорнокислый магний, ($MgHPO_4$)	3,71
Лимоннокислый магний, $Mg_3(C_6H_5O_7)_2$	4,05
Двухзамещенный фосфорнокислый кальций, ($CaHPO_4$)	7,42
Трехзамещенный фосфорнокислый кальций, $Ca_3(PO_4)_2$	8,90
Лимоннокислый кальций, $Ca_3(C_6H_5O_7)_2$	23,55
Известь в соединении с белками	5,13

Значение баланса солей. Как объяснено ранее в этой главе, под заголовком «Белки молока», минеральные составные части молока оказывают определенное влияние на точку коагуляции при нагревании сгущенного молока. Более поздние изыскания Зоммера и Харта (33), Зоммера (7) и Роджерса и сотрудников (23) показали, что поскольку речь идет о влиянии золы на свойства сгущенного молока, вопрос заключается не столько в минеральном веществе, находящемся в растворенном состоянии в молоке, а скорее в его соединении с другими составными частями молока, в особенности с казеином.

Процентный состав различных минеральных составных частей значительно меняется в зависимости от индивидуальности коров, лактационного периода и корма, так что баланс солей казеина подвержен многочисленным колебаниям. Имеющиеся под руками экспериментальные данные по этому предмету хотя еще и не вполне согласованы, все же указывают, что содержание кальция и фосфора в молоке имеет склонность быть наибольшим в начале и в особенности к концу лактационного периода и наименьшим в середине лактации. Это необязательно влияет на коагуляцию при нагревании, потому что, как указывает Зоммер (7), увеличение кальция и фосфора может не изменить баланса солей, который воздействует на коагуляцию при нагревании. Согласно работе Трунца (88), содержание кальция также бывает наивысшим в пропорции к содержанию фосфора в начале и в конце лактационного периода и самым низким в его середине. При этих условиях проявлялась бы склонность к образованию избытка кальция в начале и в конце лактационного периода, что понизило бы точку коагуляции при нагревании.

Попытки увеличить содержание в молоке кальция посредством скармливания солей кальция дали отрицательные результаты и не изменили заметно точки коагуляции при нагревании, как показано Зоммером (7). Но кормление зелеными кормами увеличивало содержание в молоке лимонной кислоты, оказывая тем самым уравновешивающее влияние в отношении избытка кальция и повышая точку коагуляции при нагревании. Относительно подробного обсуждения отношения баланса солей на коагуляцию при нагревании см. «Белки молока» в этой главе и «Влияние минеральных солей на точку коагуляции при нагревании» в главе XIV.

Молочный сахар

Содержание молочного сахара в молоке. Молочный сахар или лактоза содержится в молоке в количестве около 4,8%. Содержание молочного сахара колеблется гораздо меньше, чем содержание жира и белков молока. Обычные колебания составляют узкие пределы приблизительно от 4,5% до 5%, как показано работой Эккельза и Шоа (57). Найдено, что крайние расхождения простираются между 3,5% и 6%. Колебания в таких широких пределах бывают редко. Колебания в количестве молочного сахара в молоке различных пород и в различных стадиях лактационного периода бывают относительно невелики.

Кристаллы молочного сахара. Молочный сахар кристаллизуется во всевозможных формах, и его кристаллы имеют сложную кристаллографическую структуру. Они бывают моноклинического типа с клиноидными сторонами. Формы кристаллов молочного сахара и их видоизменений были подвергнуты всестороннему изучению Ханзикером и Ниссеном (83). Их можно представить состоящими из двух почти тре-

угольных поверхностей, параллельных друг другу, с прямоугольными сторонами, которые заостряются до точки у своего нижнего конца и до притупленной точки наверху. Конец основания вместо того, чтобы быть плоским или прямоугольным, имеет форму призмы. Верхний конец или верхушка кристалла слегка срезана или усечена и также имеет форму, похожую до некоторой степени на клин или призму (рис. 94, 95, 96 и 97).

Характерный кристалл молочного сахара бывает сфеноидальной или клинообразной формы со слегка призматическими концами, имея сходство с тома-

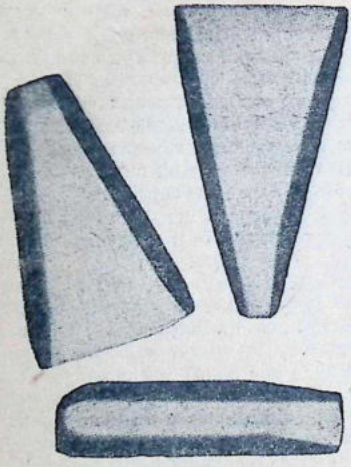


Рис. 94. Кристаллы молочного сахара.



Рис. 95. Кристаллы сахарозы.

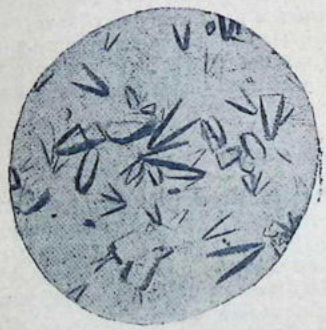


Рис. 96. Кристаллы молочного сахара, выделенные из раствора чистой сахарозы. Увеличено в 230 раз.

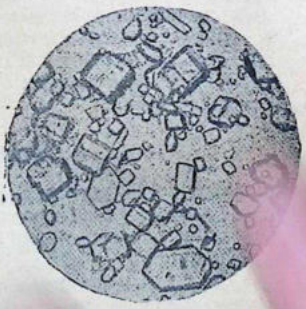


Рис. 97. Кристаллы сахарозы, выделенные из раствора чистой сахарозы. Увеличено в 130 раз.

гавком (оружие индейцев). Это—характерная ...лов в чистом растворе молочного сахара в воде и в рас... сахара в молоке. Оказывается, что в смешанном раст... хара с сахарозой развитие кристалла молочного сах... сем

полным. В разбавленных растворах сахарозы (14% сахарозы) кристаллы молочного сахара по форме бывают очень сходными с теми, которые кристаллизуются из воды, но оказывается, что они толще и короче. В более концентрированных растворах сахарозы (62%-ный раствор сахарозы), какие напр. существуют в сгущенном молоке с са-

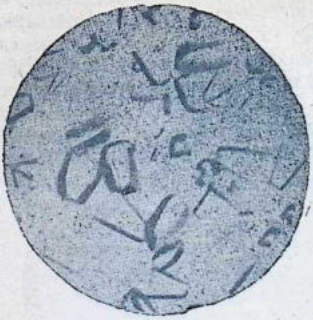


Рис. 98. Кристаллы молочного сахара, выделенные из 14%ного раствора сахарозы. Увеличено в 160 раз.



Рис. 99. Кристаллы молочного сахара, выделенные из 62%-ного раствора сахарозы. Увеличено в 160 раз.

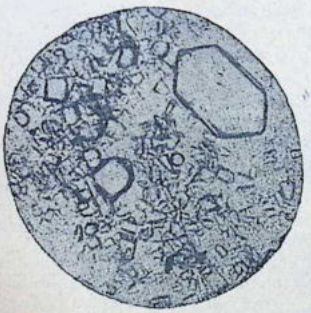


Рис. 100. Кристаллы молочного сахара и сахарозы, выделенные из перенасыщенного раствора их сахаров. Увелич. в 45 раз.



Рис. 101. Кристаллы молочного сахара в песчанистом сгущенном молоке с сахаром. Увеличено в 130 раз.

харом [не]упомянутое видоизменение становится более ярко выражен[ным] [кр]исталл молочного сахара теряет свои заостренные концы, приобр[ета]ет сходство с толстой усеченной пирамидой. Эта же самая форма кристал[лов] молочного сахара характерна для кристаллов, находящихся в сгущ[енном] молоке с сахаром, а также в пересыщенных растворах сахарозы. [Это], как видно, наличие сахарозы мешает полному развитию сл[едующей] формы кристаллов молочного сахара (рис. 98, 99,

Ханзикером и Ниссеном были сделаны попытки определить, представляет ли эта видоизмененная форма молочного сахара смешанный кристалл молочного сахара и сахарозы. Но результаты пока что указывают, что из растворов, содержащих как молочный сахар, так и сахарозу в перенасыщенном состоянии, типичные кристаллы как молочного сахара, так и сахарозы образуются независимо друг от друга.

Опыты на растворимость, подробно описанные под заголовком «Песчанистое сгущенное молоко с сахаром» в главе XXIV, показывают, что в то время как сахароза слегка замедляет скорость растворения молочного сахара, она не оказывает существенного влияния на растворимость последнего.

Прилагаемые иллюстрации очень ясно показывают различные формы кристаллов молочного сахара, полученные из растворов молочного сахара в воде и смешанных растворов молочного сахара с сахарозой.

Видоизменения молочного сахара. Молочный сахар является главным углеводом молока. Его химическая формула та же самая, что и сахарозы (тростникового и свекловичного сахара) $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$, но он отличается от сахарозы по своей молекулярной структуре и по многим из своих свойств. Известно, что молочный сахар существует в форме трех видоизменений, а именно: гидрата альфа или моногидрата, ангидрида бета и ангидрида альфа. Реакция по отношению к поляризующему свету между всеми тремя видоизменениями бывает различной. Гудзон (59) и Гиллис (60) изучали сродство этих трех видоизменений.

Гидрат альфа, или моногидратный молочный сахар, является нормальным продуктом, который кристаллизуется из растворов молочного сахара при обыкновенной температуре. Это есть обычный продажный молочный сахар. Его формула $C_{12}H_{22}O_{11}+H_2O$. Как показывает формула, гидрат альфа содержит одну молекулу воды. Он содержит 5% кристаллизационной воды, которую и удерживает даже при нагревании до 100°Ц. Он отдает свою кристаллизационную воду при 130°Ц. Продолжительное нагревание при 100°Ц и выше до 130°Ц придает молочному сахару светло-бурый цвет, начинается его разложение, причем сахар принимает кислород и отдает углекислоту. По мере повышения температуры разложение прогрессирует и цвет сахара темнеет. При 170 и до 180°Ц он образует лакто-карамель, которая бывает темно-коричневого цвета и имеет своеобразный запах и плавится при 203,5°Ц. Молочный сахар имеет удельный вес 1,545 и его удельная теплота равняется 0,30. Он гораздо менее сладок на вкус и его растворимость составляет только около одной одиннадцатой по сравнению с сахарозой.

В водных растворах молочный сахар под действием молочнокислых бактерий превращается в молочную кислоту. Теоретически одна молекула молочного сахара дает четыре молекулы молочной кислоты, как показано нижеследующим уравнением:

$$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O = 4C_3H_6O_3.$$

Однако во время молочнокислого брожения молока количество образующейся молочной кислоты бывает гораздо меньше, чем то, которое показано в вышеприведенном теоретическом уравнении. Это происходит вследствие образования в дополнение к молочной кислоте других веществ, как напр. углекислоты, водорода, масляной кислоты, воды и т. п. Как указано при обсуждении свойств казеина, когда скисает молоко, часть молочной кислоты соединяется с кальцием, образуя

молочнокислый кальций. Последний освобождает казеин и вызывает его свертывание.

Наличие в молоке 0,20% или более молочной кислоты (22° Тернера) придает молоку заметно кислый запах. При кислотности 0,25% (28° Тернера) молоко становится кислым на вкус, а когда кислотность достигает 0,5 до 0,7% (55—78° Тернера), молоко свертывается при обыкновенной температуре. Обычные типы молочнокислых бактерий способны развивать молочную кислоту в молоке в пределах приблизительно до 0,95% (105° Тернера). При такой высокой кислотности их действие прекращается. Но другие виды бактерий, как напр. Bacillus bulgaricus и Bacillus acidophilus, способны производить от 2 до 3% молочной кислоты (22—33° Тернера) в молоке. Титруемая кислотность, которая обусловливается обыкновенными видами молочнокислых бактерий, как напр. такими, которыми пользуются для культуры масла (сливочного), до некоторой степени зависит от присутствия или отсутствия казеина. Опыты Ханзикера (61) показали, что в нормальном молоке можно достигнуть кислотности между 0,95 и 1,05% (105—116° Тернера), между тем как в сыворотке из того же самого молока кислотность, образовавшаяся от действия обыкновенной разновидности молочнокислых бактерий, не поднимается выше приблизительно 0,7% (78° Тернера). Это явление можно объяснить тем обстоятельством, что эти молочнокислые бактерии находят среду, содержащую даже около 0,7% (78° Тернера) кислоты, неблагоприятной для своего дальнейшего развития. В нормальном молоке кальций казеино-кислого кальция делает часть молочной кислоты неактивной, так что молочнокислые бактерии в состоянии продолжать свою деятельность сверх этого предела 0,7% (78° Тернера). В сыворотке в сущности нет казеина, поэтому вся образовавшаяся кислота остается как молочная кислота, делая дальнейшее развитие бактерий невозможным.

Некоторые виды дрожжей способны вызывать брожение молочного сахара, образуя углекислоту и алкоголь. Torula cremoris и Torula sphaerica, описанные Хаммером и Кордесом (62), быстро вызывают брожение молочного сахара при высоких температурах. Эти микроорганизмы вызывают пенистость сливок летом. Исследование Ханзикера (63) показывают, что они в состоянии полностью уничтожить молочный сахар в сливках в течение от 60 до 72 часов, когда культура внесена при 35°Ц. Брожение молочного сахара совместным действием дрожжей и молочнокислых бактерий составляет основу в производстве кефира и кумыса.

Обычный продажный молочный сахар находит обширное применение для диэтических и медицинских целей. В связи с некоторыми видами молочнокислых бактерий, которые способны жить в человеческом организме, молочный сахар имеет особую ценность для подавления нежелательного брожения и предотвращения самоотравления кишечного тракта. Его высокая переваримость и легкость, с которой он усваивается, рекомендует его применение в диэте чахоточных и лиц, страдающих от изнурительных болезней. Он играет важную роль в приспособлении коровьего молока для питания грудных детей, и им широко пользуются при приготовлении фармацевтических продуктов, как напр. пилюль, таблеток и т. п.

Сахар бэта-ангидрид есть несодержащее воды видоизменение альфа-гидрата или обычно продажного молочного сахара. Гидратный сахар лишь слабо растворим. Его растворимость называется на-

чальной растворимостью. При растворении в воде часть гидрата превращается в ангидридную форму бэта, когда растворяется больше гидратного сахара. При температурах ниже 93°Ц достигается равновесие, когда в растворе бывает около 1 части гидрата на $1^1/_2$ части ангидрида бэта. Это свойство равновесия ангидрида бэта плюс общее количество растворенного гидратного сахара называется конечной растворимостью.

Видоизменение ангидрида альфа образуется, когда гидратный молочный сахар нагревается при 125°Ц до постоянного веса. Ангидрид альфа неустойчив. С добавлением воды он немедленно превращается обратно в гидратный раствор.

Молочный сахар в сгущенном молоке. Неизвестно, подвергаются ли изменениям химические свойства молочного сахара в процессе производства сгущенного молока, если не считать его карамелизации при длительном действии высокой температуры. В отношении выпаренного молока хорошо известно, что длительное выдерживание при температуре подогревания и применение процесса стерилизации, который подвергает продукт действию высокой температуры в течение продолжительного времени, вызывают потемнение цвета молока. Повторное сгущение сгущенного молока с сахаром и повторная стерилизация выпаренного молока также придают ему чрезвычайно темный цвет. Из физических свойств молочного сахара относительно низкая его растворимость в сгущенном молоке является во многих отношениях наиболее важным фактором. В простом сгущенном молоке, употребляемом для производства мороженого, можно довести концентрацию до такой степени, когда не остается достаточно воды для удержания молочного сахара в растворе. Это заставляет его выкристаллизовываться и придает концентрированному молоку хрустящую, песчанистую структуру. Если это хрустящее на зубах молоко не нагреть для того, чтобы растворились кристаллы, и не разбавить как следует, прежде чем смесь замерзнет, то мороженое склонно быть «песчанистым». В сгущенном молоке с сахаром содержание молочного сахара по отношению к ограниченному количеству находящейся там воды слишком велико для того, чтобы оставаться полностью в растворенном состоянии. Значительная доля молочного сахара в этом продукте находится в виде кристаллов. Если эти кристаллы бывают крупнее известного размера, то продукт становится песчанистым на вкус, а на дне тары образуется осадок. Песчанистую консистенцию и осадок можно избегнуть посредством надлежащего регулирования процесса охлаждения. Чтобы этого достигнуть, необходимо обеспечить условия, располагающие к быстрому выделению по возможности наибольшего количества отдельных мелких кристаллов, доведя тем самым неустойчивое состояние пересыщения до более устойчивого состояния насыщения и предотвратив таким образом последующее образование и рост скоплений крупных кристаллов. Эти факты имеют важное значение. Ясное понимание учения о кристаллизации молочного сахара весьма существенно, когда прилагаются усилия предохранить продукт от песчанистости и осадка сахара на дне банки. Подробности рассматриваются ниже.

Растворимость молочного сахара. Наиболее полные данные о растворимости молочного сахара представлены Гудзоном (59) и другими (64). Результаты обширного исследования Гудзона послужили основой для всего последующего изучения данного вопроса. Согласно открытиям Гудзона можно считать, что молочный сахар имеет три стадии растворимости, а именно: начальную растворимость, конечную и пересыщен-

ность. Цифровые данные Гудзона для начальной и конечной растворимости молочного сахара при разных температурах собраны в таблице 38.

Таблица 38

Начальная и конечная растворимость молочного сахара

(Основана на ангидриде молочного сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$, а не на гидратной форме $C_{12}H_{24}O_{12}$).

Температура Ц°	Начальная растворимость		Конечная растворимость	
	% молочного сахара	Части молочного сахара на 100 частей воды	% молочного сахара	Части молочного сахара на 100 частей воды
0	4,8	5,0	10,6	11,9
15	6,8	7,3	14,5	16,9
25	8,2	8,9	17,8	21,6
39	11,0	12,4	24,0	31,5
49	15,0	17,6	29,8	42,4
64	21,0	26,6	39,7	65,8
74	26,0	35,1	46,3	86,2
89	37,0	58,7	58,2	139,2

Начальная растворимость. Когда всыпают в воду молочного сахара в излишке против того количества, которое способно войти в раствор, некоторое количество этого сахара немедленно растворяется. Количество молочного сахара, которое таким образом входит немедленно в раствор, в данном количестве воды представляет начальную растворимость. Сахар, который немедленно растворяется, является гидратной формой сахара. Следовательно начальная растворимость представляет гидратный молочный сахар в растворе. Начальная растворимость существенно варьирует в зависимости от температуры воды. Как показано в вышеприведенной таблице растворимости, при обычной температуре (от 15 до 25°Ц) гидратная форма сахара требует от 11 до 13 частей воды по весу для того, чтобы раствориться. При температурах, близких к точке кипения требуется около 1,7 частей воды для его растворения. Начальная растворимость молочного сахара очень низка. Следует понимать, что начальная растворимость есть растворимость только гидратной формы и что она представляет сахар, который немедленно идет в раствор. Определение начальной или немедленной растворимости затруднительно, как указывает Гудзон, вследствие того, что превращение в ангидридную форму происходит быстро и оно сопровождается растворением дополнительных частей гидратной формы. Он был в состоянии определить начальную растворимость при температурах от 0 до 25°Ц. При более высоких температурах происходило немедленное образование ангидридной формы бэта. Цифры в таблице 38, показывающие начальную растворимость при температурах свыше 25°Ц, являются результатом вычисления, исходя из растворимости, на основе постоянного равновесия 1,5 частей ангидрида бэта к 1 части гидратного сахара, как объяснено ниже под заголовком «Конечная растворимость».

Конечная растворимость. Когда смесь молочного сахара и воды, которая содержит излишек сахара, подвергается продолжительному помешиванию, в дальнейшем дополнительные доли сахара

продолжают растворяться, пока не достигнута конечная точка, при которой раствор становится насыщенным. Это представляет собою конечную растворимость. Раствор сахара, представляющий конечную растворимость, содержит как гидратный сахар, так и ангидридный сахар бэта. Как только весь гидратный сахар, который способен немедленно раствориться, войдет в раствор, как это представлено начальной растворимостью, гидрат начинает превращаться в ангидридную форму бэта.

Ангидридный сахар бэта гораздо более растворим, чем гидратная форма, поэтому при продолжительном помешивании ангидридный сахар бэта удерживается в растворенном состоянии.

Выявленные Гудзоном данные показывают, что фактическое растворение ангидрида бэта составляет 45,14 частей на 100 частей воды при 0°Ц и 94,75 частей на 100 частей воды при 100°Ц.

С превращением гидратной формы в ангидридную форму бэта большее количество гидрата идет в раствор. Это превращение из гидрата в ангидрид бэта и дальнейшее растворение гидрата продолжается до тех пор, пока в растворе не будет достигнута точка равновесия между двумя формами. Это равновесие достигается тогда, когда на каждую часть гидрата в растворе приходится около $1^1/_2$ частей ангидрида бэта в растворе. Когда установится такое равновесие, то молочный сахар уже более не растворяется; раствор молочного сахара достиг точки конечного насыщения. Это является конечной растворимостью.

Следовательно, конечная растворимость представляет начальную растворимость гидратного сахара плюс растворимость ангидридного сахара бэта в состоянии равновесия. Скорость, с которой достигается состояние конечной растворимости, колеблется в зависимости от температуры. Она очень медленна при низких температурах и быстро увеличивается по мере повышения температуры.

Количество сахара, которое находится в растворе при достижении конечной растворимости, зависит в большей степени от температуры раствора, как показано на таблице 38. На основе этих цифр для конечной растворимости 1 часть молочного сахара требует от 4,6 до 5,9 частей воды для того, чтобы раствориться при обычных температурах (от 15 до 25°Ц) и 1 часть молочного сахара требует 0,7 частей воды для того, чтобы раствориться при температурах, приближающихся к точке кипения (89°Ц).

Пересыщенность. Когда насыщенный раствор охлаждают ниже температуры насыщения, он становится пересыщенным. Если только охлаждение проводится незначительное, то часто зародыши кристаллов образуются не сразу, и раствор удерживает свою пересыщенность в течение продолжительного периода времени. Если охлаждение продолжается до более низких температур, то начинается кристаллизация, и когда она уже начинается, то распространяется по всей массе.

Охлаждение ниже температуры насыщения называется переохлаждением, и состояние растворимости, какое существует в переохлажденном растворе, именуется пересыщенностью.

Оствальд (65) называет такое состояние пересыщенности, в котором зародыши кристаллов образуются с трудом, «метастабильным» состоянием, а такое состояние, которое вызывается дальнейшим переохлаждением, в результате чего происходит кристаллизация, он называет «лабильным» состоянием.

«Метастабильное» пространство (на графике) простирается в значительных температурных пределах. При более высокой температуре оно ограничивает поверхность насыщения или кривую конечной растворимости. При более низких температурах оно ограничивается «лабильным» пространством или кривой перенасыщения.

В метастабильном пространстве или состоянии обычно возможно вызвать усиленную кристаллизацию только лишь обильным внесением материала или веществ извне, которые являются изоморфными (одинаковой формы). Например, в отношении сгущенного молока с сахаром кристаллизацию молочного сахара, находящегося в излишке сверх насыщения в метастабильном пространстве, можно вызвать посредством добавления небольшого количества кристаллов молочного сахара или немного сгущенного молока с сахаром из партии, выработанной накануне.

Когда в пересыщенном растворе образуются кристаллы или в результате прибавления к раствору и наличия в нем зародышей кристаллов в метастабильном пространстве, или вследствие продолжающегося переохлаждения до более низких температур, или вследствие энергичного помешивания, образующиеся таким путем кристаллы бывают гидратной формы.

По мере того как осаждаются гидратные кристаллы, большее количество ангидрида бэта превращается обратно в гидратный сахар, поддерживая таким образом в растворе равновесие между гидратным и ангидридным сахаром, которое, как уже было указано, составляет 1 : 1,5 соответственно. Таким образом кристаллизация продолжается до тех пор, пока пересыщение не будет доведено до точки насыщения при такой температуре, когда раствор становится устойчивым насыщенным раствором.

Гудзон показал, что точка насыщения при данной температуре одинакова, достигается ли она направлением вверх посредством продолжительного помешивания излишка молочного сахара с водою, пока не будет достигнута точка окончательной растворимости, или же она определяется по направлению вниз посредством вторичной кристаллизации излишка сахара в пересыщенном растворе по охлаждении до той же самой температуры.

Халлимонд указывает, что существуют три главных принципа, на которые следует обратить внимание и которые входят в теорию отношения кристаллизации к пересыщению, как показано в следующей выдержке.

«Первый принцип касается существования ниже кривой обычной растворимости для каждой составной части некоего предела температуры и концентрации, внутри которого начинается кристаллизация по введении соответствующего зародыша кристалла».

«Второй принцип заключается в том, что скорость роста кристалла сначала увеличивается по мере того, как температура падает ниже температуры насыщения, и затем уменьшается, когда некоторая степень переохлаждения будет превзойдена».

«Третий принцип состоит в том, что перераспределение теплоты и растворившегося вещества, следующее за процессом затвердевания и имеющее для нее существенное значение у поверхности растущего кристалла, регулируется пределами температуры и концентрации, которые в свою очередь зависят от соответствующих коэфициентов теплопроводности и диффузии».

Другим важным пунктом при регулировании кристаллизации в пересыщенном растворе является факт, выявленный Майерсом и Айсеком (66), что всякое инородное вещество, употребляемое для затравки, имеет характерную температуру, при которой оно в состоянии дать начало росту кристалла. Это указывает на то, что кривая температуры пересыщения, описывающая пограничную линию между метастабильным и лабильным пространством, будет изменяться при всяком прибавлении инородного вещества.

Вышеупомянутые исследователи также показывают, что в метастабильном пространстве возможно иметь растущие кристаллы, которые не вызывают общей кристаллизации, и Халлимонд (67) приходит к мысли о том, что точка истинного насыщения представляет определенную температуру, выше которой кристаллизация не произойдет даже и при медленном охлаждении.

Лейтон и Питер (68) описывают скорость кристаллизации следующим образом: «Линейная скорость кристаллизации сначала увеличивается по мере переохлаждения, затем остается постоянной и наконец более или менее резко уменьшается с падением температуры, что можно объяснить по всей вероятности, во-первых, обычным увеличением скорости реакции с удалением от равновесия, и, во-вторых, повышением вязкости и уменьшением скорости реакции с падением температуры.

Непрерывный рост кристалла обусловлен поддержанием количества вещества посредством диффузии и рассеивания скрытой теплоты, выделяющейся при кристаллизации.

Значение метастабильного пространства в пересыщенных сахарных растворах в применении к сгущенному молоку с сахаром. Физикам давно известно, что молочный сахар, так же как и многие другие органические и некоторые неорганические соединения, способен образовывать пересыщенные растворы, как показано Либеном (69), Дюбрюнфо (70), Гдузоном (64), Гудзоном и Брауном (81) и особенно Майерсом и Айсексом (66) и Халлимондом (67). Майерс, который производил опыты с растворами азотнокислого натрия, показал, что приходилось энергично и в течение продолжительного времени помешивать раствор для того, чтобы превратить его из пересыщенного состояния в состояние насыщенного раствора. При медленном охлаждении кристаллы в пересыщенном растворе азотнокислого натрия не образовывались, пока не было достигнуто лабильного состояния. При непрерывном встряхивании и правильном охлаждении в этой стадии всегда появлялись кристаллы. Но при быстром охлаждении возможно довести растворы до температуры, находящейся далеко в пределах лабильной зоны без появления процесса кристаллизации. Халлимонд, экспериментировавший с растворами азотнокислого кальция и других солей, сообщает, что при встряхивании раствора в метастабильном состоянии имело место выделение мелких кристаллов, вероятно—вследствие случайного попадания зародышей кристаллов. Если их не встряхивать или не помешивать, то более вязкие растворы можно далеко завести в лабильное состояние, без того, чтобы появились кристаллы, между тем как обильное внесение кристаллических зародышей вызывало и усиливало кристаллизацию в метастабильном состоянии. Посредством достаточно быстрого охлаждения количество зародышей было уменьшено. Эти теории и факты относительно наличия и поведения пересыщенных растворов дают возможность систематически регулировать кристаллизацию сахара в сгущенном молоке с сахаром и предотвратить образование песчанистого молока.

Лейтон и Питер (68) ставили опыты с растворами молочного сахара различных концентраций. В эти растворы, помещенные в закупоренных бутылках, были внесены кусочки стекла, после чего их подвергли энергичному сотрясению в термостате. Температуру понижали на несколько градусов через каждые 24 часа и отмечали время, когда происходила кристаллизация в различных бутылках. Таким образом эти исследователи нашли, что кривая пересыщенности молочного сахара лежит на 30°Ц ниже кривой конечной растворимости. Это открытие Лейтона и Питера имеет важное значение. Оно объясняет теоретически и научно многие явления, наблюдающиеся в практическом производстве сгущенного молока с сахаром, и закладывает фундамент для систематического развития способов охлаждения этого продукта, обещающие оказать техническую помощь в предупреждении порока песчанистости. О предотвращении порока песчанистости и осадка на дне в сгущенном молоке см. главу XXIV.

Лимонная кислота. Лимонная кислота является нормальной составной частью молока. Ее формула $H_3C_6H_5O_7 . H_2O$. Содержание лимонной кислоты в молоке дает колебание от 0,1 до 0,2%. Зеленые корма повышают ее содержание, тогда как развитие молочной кислоты в молоке бактериями уничтожает ее. Думают, что лимонная кислота находится в молоке преимущественно в соединении с кальцием, магнием и калием, образуя соли с этими основаниями. Зоммер и Харт (33) показали, что лимонная кислота вместе с фосфатами молока играет важную роль в установлении баланса кальция, казеина, который в свою очередь регулирует устойчивость казеина по отношению к температуре. Когда наблюдается излишек кальция и недостаток цитрата и фосфата для того, чтобы противостоять казеину, с целью понизить содержание в нем кальция до оптимального баланса кальция-казеина, казеин становится весьма неустойчивым по отношению к нагреванию. Добавление к такому молоку достаточного количества цитрата или фосфата для того, чтобы сбалансировать излишек кальция, стабилизирует казеин по отношению к коагуляции при нагревании. Более подробно этот вопрос обсуждается в главе XIV и XV.

В выпаренном молоке лимонная кислота с течением времени склонна осаждаться в виде трехзамещенного лимоннокислого кальция, образуя зернистый беловатый осадок на дне жестянки. Причина и предупреждение этого порока рассмотрены в главе XXV.

Сахароза. Всякое сгущенное молоко с сахаром содержит значительный процент добавленной сахарозы. Сахароза в этом продукте необходима для его консервирования. Содержание сахарозы в сгущенном молоке с сахаром колеблется приблизительно от 37 до 46%, а отношение сахарозы в воде бывает примерно от 59 до 64,5%. Под отношением сахарозы в воде подразумевается процент сахарозы, содержащейся в воде. Отношение сахарозы в воде 59 равняется $\frac{59}{100-59} \cdot 100 = 143{,}9$ частей сахарозы на 100 частей воды. Отношение сахарозы в воде 65 равняется $\frac{65}{100-65} \cdot 100 = 185{,}7$ частям сахарозы на 100 частей воды.

При обыкновенной температуре сахароза растворима в половине своего веса воды. Две части сахарозы растворяются в одной части воды по весу. Содержание сахарозы в сгущенном молоке с сахаром недоста-

точно велико для того, чтобы представлять собою насыщенный раствор. Имеющиеся в нашем распоряжении данные относительно растворимости молочного сахара в растворах сахарозы указывают на то, что растворы сахарозы таких высоких концентраций, как найденное в сгущенном молоке с сахаром отношение сахарозы в воде, незначительно понижают растворяющую способность воды для молочного сахара и не изменяют точки насыщения последнего. Следовательно, кажется невероятным, что содержание сахарозы в сгущенном молоке с сахаром оказывает сколько-нибудь существенное влияние на образование кристаллов молочного сахара или же воздействует на однородность законченного продукта.

Опытные данные относительно растворимости сахарозы и молочного сахара даны в главе XXIV.

Кристаллы сахарозы принадлежат к моноклиническому типу. Они определенно отличаются от кристаллов молочного сахара тем, что кристаллы сахарозы прямоугольны по своей форме, со всеми параллельными соответствующими сторонами, как изложено под заголовком «Молочный сахар» раньше в этой главе. Во время кристаллизации из водных растворов кристаллы растут так быстро, что трудно наблюдать и изучать кристаллическую структуру отдельных кристаллов. См. рисунки кристаллов молочного сахара и кристаллов сахарозы под заголовком «Молочный сахар» (с 94 по 101 включительно).

ГЛАВА XXIII

Санитарная чистота, переваримость и свойства витаминов сгущенного молока

Санитарная чистота. Большинство видов сгущенного молока содержит меньшее количество патогенных и других вредных микроорганизмов по сравнению со средним рыночным молоком. В производстве сгущенного молока имеет весьма существенное значение постоянный строгий контроль за качеством свежего молока. Можно определенно сказать, что ни на каких иных заводах по переработке молока контроль свежего молока не является такой ответственной задачей, как на заводе сгущенного молока. Следовательно основа сгущенного продукта, свежее молоко, должно иметь относительно высокий стандарт чистоты.

Температура нагревания, действию которой подвергается молоко, бывает достаточно высокой для уничтожения микробов в сущности всех передаваемых через молоко болезней. И если сгущенное молоко не загрязняется патогенными микробами после сгущения и до герметической их закупорки, то в сущности всякую опасность от болезнетворных зародышей можно считать устраненной.

В отношении выпаренного молока в том виде, как оно теперь вырабатывается и стерилизуется в соответствии со стандартными процессами, которые здесь описаны, можно было бы ожидать, что неиспорченные жестянки выпаренного молока совершенно свободны от всех форм зародышевой жизни. Фактически зарегистрированы многочисленные бактериологические анализы герметичных банок с выпаренным молоком, в которых не было найдено живых клеток. Однако в других случаях подсчеты на чашках Петри показали различные количества и виды находящихся бактерий. В некоторых из этих случаев можно предполагать, что найденные микроорганизмы проникли путем случайного загрязнения, свойственного технике взятия пробы из жестянки, каковая техника не стандартизована, и полученные результаты оказались не вполне надежными.

Общепринятый взгляд выражается в том, что обыкновенные герметичные жестянки выпаренного молока стерильны; там же, где найдено присутствие живых бактерий, последние состоят из спороносных типов, которые не погибли вследствие недостаточной стерилизации и в таких случаях произойдут изменения, связанные с разложением. Кроме того, общепризнано, что порча выпаренного молока происходит из-за неисправных банок, в которых молоко, сделавшееся благодаря процессу стерильным, вновь загрязняется через неплотные швы и негерметичную укупорку банок.

Однако Савидж и Ханвик (22), которые за последние годы обследовали большое количество жестянок выпаренного молока на англий-

ском рынке, не придерживаются вышеупомянутого общего взгляда. Они нашли спороносные микробы в значительном количестве осмотренных исправных банок и сомневаются, что температуры, применяемые в заводском производстве и которыми можно пользоваться без вреда для продукта, в состоянии обеспечить его стерильность. Они считают более вероятным, что получаемый продукт не является абсолютно стерильным и содержит незначительный процент банок, содержащих живые организмы. Они допускают, что все неспоровые расы и вегетативные формы спороносных рас уничтожаются; вероятно также, что споры, которые остаются, большей частью становятся безвредными.

Сгущенное молоко с сахаром не стерильно. Исправные банки обыкновенно содержат различные виды бактерий и почти неизменно некоторое количество дрожжей и плесеней. Газовое брожение этого продукта обычно вызывается дрожжами, способными размножаться в весьма концентрированных сахарных растворах, как показано Хаммером (62), Ханзикером (63), Савиджем и Ханвиком (22). Райс и Дауно (15) показали, что загустевание сгущенного с сахаром молока с течением времени происходит в некоторых случаях вследствие бактериальной активности. Они нашли вид кокка, который способен вызывать загустевание молока. Образование местных уплотнений под крышкой банки, как показано Роджерсом, Дальбергом и Эвансом (44), происходит в результате роста плесени.

В то время как температуры, которыми пользуются при подогревании и сгущении молока с сахаром, недостаточно высоки для того, чтобы сделать этот продукт вполне стерильным, уменьшение количества бактерий во время этих процессов бывает весьма значительным. Когда молоко выходит из вакуум-аппарата, содержание в нем микробов составляет приблизительно 0,1% общего количества бактерий сырого молока, если только на заводе введен строгий стандарт чистоты и работа протекает с соблюдением санитарных правил. Однако между вакуум-аппаратом и герметически укупоренными жестянками существуют явные пути к повторному загрязнению. Степень бактериального загрязнения в этой стадии процесса в значительной мере обусловливается способом обращения со сгущенным молоком во время охлаждения, хранения, разливки и укупорки и санитарным состоянием всего оборудования и трубопроводов, которые приходят в соприкосновение с молоком, и относительной стерильностью порожних банок.

Сгущенное молоко с сахаром вследствие высокого содержания в нем сахарозы не является хорошей средой для большинства видов бактерий и дрожжей, обыкновенно находящихся в молоке. По этой причине большая часть этих бактерий находится в подавленном состоянии и их рост в этом продукте почти совершенно исключается. Бактериальные подсчеты в банках сгущенного молока, взятых на выбор в местах продажи, показывают, что количество зародышей в молоке хорошего качества ограничивается лишь немногими сотнями на грамм.

Однако существуют некоторые виды бактерий, дрожжей и плесеней, которые любят сахар, они развиваются в весьма концентрированных сахарных растворах, и когда находятся в сгущенном с сахаром молоке, то быстро размножаются при благоприятных условиях концентрации и температуры. Количество бактерий, найденных в загрязненном молоке, изменяется с течением времени и в зависимости от температуры хранения и может доходить до многих миллионов на грамм. Их присутствие служит причиной таких пороков, как загустевание молока и затхлый

вкус, вздутие жестянок, появление местных уплотнений под крышкой банки и т. д.

Переваримость. При рассмотрении в настоящем разделе переваримости сгущенного молока предполагается, что сгущенное молоко, если оно не употребляется в качестве примеси к другим продуктам питания, разводят приблизительно до консистенции нормального молока. Если его употреблять как напиток, наподобие молока, но не разбавив надлежащим образом, то его концентрация и, как следствие этого, чрезмерная жирность безусловно вызвали бы нарушение пищеварения. В то время как не имеется под руками экспериментальных данных, касающихся переваримости сгущенного молока, результаты кормления нагретым, пастеризованным или стерилизованным молоком по сравнению с сырым молоком могут дать представление относительно диэтического эфекта сгущенного молока. Молоко, пастеризованное при высоких температурах или стерилизованное, можно считать сравнимым со сгущенным молоком, поскольку речь идет о влиянии температуры.

Доун и Прайс (71) сообщают о нижеследующих результатах, полученных на основании опытов: «Сырое молоко легче переваривается при скармливании телятам, чем пастеризованное или кипяченое молоко. Вопреки теории, употреблявшееся в этих опытах кипяченое молоко при кормлении им телят вызывало в большинстве случаев сильный понос. Большинство врачей, руководящих детскими больницами, в переписке высказывались за употребление детьми сырого молока, если известно, что молоко в идеальном состоянии, но при обыкновенных условиях рекомендовали пастеризованное молоко. Все врачи, с которыми велась переписка, за исключением одного, высказывались против употребления кипяченого или стерилизованного молока для детского кормления».

Розенау (72) заявляет, что «сравнительные наблюдения над грудными детьми при одинаковых условиях показывают, что они развиваются одинаково хорошо как на кипяченом, так и на сыром молоке. Лабораторные опыты, так же как и клинические наблюдения, совпадают с тем взглядом, что кипяченое молоко одинаково переваримо, как и сырое молоко. Опыты с обменом веществ даже указывают, что использование кальция и железа в теле бывает более полным у детей, вскармливаемых на кипяченом коровьем молоке, чем у тех, которых кормят сырым коровьим молоком.

Штутцер (173), который проводил опыты с искусственным перевариванием, высказывается в пользу кипяченого молока, между тем как подобные исследования, проведенные Элленбергером и Гофмейстером (174), не обнаружили разницы между переваримостью сырого и кипяченого молока.

Родэ (175), проделывавший опыты над собаками, заметил незначительную разницу в пользу кипяченого молока. Брунинг (176—177) кормил собак, свиней, кроликов и морских свинок сырым и стерилизованным молоком и сообщает, что все результаты были в пользу стерилизованного молока. Опыты Бруклера (178) над собаками показали, что животные больше прибавляли в весе от стерилизованного молока, чем от сырого, но что их общее состояние здоровья, сила, энергия и жизнеспособность были лучше при кормлении сырым молоком. Варио (179) не заметил разницы между действием на грудных детей сырого и кипяченого молока.

Дикс (155), обсуждая проблемы детского кормления под тропиками, заявляет: «Под тропиками лучше кипятить молоко, чем пытаться его

пастеризовать. Кипяченое молоко одинаково переваримо как и сырое молоко, если не более. Некоторые утверждают, что белок в кипяченом молоке более переварим, чем в некипяченом молоке, так как в желудке он медленнее превращается в комки под действием реннина и комок не бывает таким плотным. Во многих областях под тропиками ни один из этих способов вообще не практичен.

Поэтому наилучшим средством для кормления грудных детей во всех местностях является сгущенное молоко с сахаром, выпаренное молоко и сухое молоко».

Блакхам (147) указывает, что «не существует заслуживающего доверия доказательства в пользу того, что искусственное кормление в любое время свежим коровьим молоком сколько-нибудь лучше, чем кормление нагретым коровьим молоком. Напротив, существует твердое мнение, которое в целом высказывается в пользу нагретого кипяченого молока против свежего, и двое из французских авторитетов, которых я цитировал выше (французские врачи Авиранье и Дорленкур), указывали, что нагретое кипяченое коровье молоко в гораздо меньшей степени обладает токсическими свойствами, чем свежее. Парижский профессор Марфан говорит: «Коровье молоко для телят лучше в сыром виде, чем кипяченое, а для детей лучше кипяченое, чем сырое».

Вышеприведенные выдержки наводят на мысль о том, что наше знание переваримости нагретого или кипяченого молока ограничены и что полученные разными исследователями результаты и сделанные выводы несколько расходятся между собой. В опытах над живым организмом, ограничившихся столь немногими случаями, такие факторы, как индивидуальность и окружающая среда, являются постоянным камнем преткновения, расширяя предел экспериментальной погрешности и ослабляя убедительность результатов. На основании наших современных знаний кажется логичным прийти к такому заключению, что поскольку речь идет о переваримости составных частей, сгущенное молоко при употреблении в разбавленном виде лишь немного отличается от сырого молока. Изменение растворимости кальция в выпаренном молоке и отсутствие в сгущенном молоке ферментов, как напр. энзимов, которые уничтожаются в процессе обработки и которые могут способствовать пищеварению, можно считать наиболее важными пороками сгущенного молока с точки зрения переваримости.

Однако в сгущенном молоке с сахаром белковое отношение нормального молока определенно нарушается присутствием больших количеств сахарозы. Даже когда оно разбавлено значительно сильнее по сравнению с составом нормального и первоначально жидкого молока, процент тростникового или свекловичного сахара все еще высок, делая белковое отношение такого молока ненормально широким и несбалансированным. Имеется большой избыток углеводов по сравнению с белком, жиром и золой. При кормлении грудных детей исключительно таким молоком и в течение продолжительного периода времени подрастающий организм непременно пострадает от недоедания за счет развития мускулатуры. Поэтому, если сгущенное молоко с сахаром используется для детского питания, рекомендуется видоизменять его состав, добавив к нему надлежащее количество легко переваримых продуктов питания, как напр. ячменной воды и т. п., которые более правильно балансируют рацион.

Д-р Дикс (155), главный руководитель медицинского отдела Соединенной плодовой К°, нашел как сгущенное молоко с сахаром, так и вы-

паренное молоко удовлетворительной заменой сырого молока в качестве продукта питания для грудных детей, если его надлежащим образом видоизменить там, где нельзя достать хорошего свежего молока. Его рецепты для детского кормления под тропиками даны ниже:

Таблица 39

Видоизмененное молоко для детского кормления, приготовленное из сгущенного с сахаром и из выпаренного молока.

Возраст ребенка	Необходимое количество в день (в г)	Сгущенное молоко с сахаром (в чайных ложках)	Выпаренное молоко (в чайных ложках)	Вода или (после 4-го м-ца) ячменная вода (в г)	Количество при каждом кормлении (в г)	Промежутки между кормлениями (часы)	Число кормлений в день
1 день	28—112	—	—	28—112	7—14	2—4	4—8
2 дня.	224	1	3	210	14—28	2	6—80
3 »	280	$1^1/_2$	$4^1/_2$	266	14—28	2	8—1
4 »	308	2	6	280	28—42	2	10
5 »	364	3	9	308	28—42	2	10
6 »	392	4	12	336	42	2	8—10
7 »	420	5	15	336	42—56	2	8
От 1 до 4 недель .	420—700	6—10 г	18—30 г	336—560	56—98	2	8
» 1 » 3 мес. . .	700—980	42—70	126—188	560—756	112—140	$2^1/_2$	6—7
» 3 » 6 » . .	1120—1344	70—84	210—252	840	168—224	3	6
» 6 » 12 » . .	1344	84	252	840—1008	224—280	3—4	5—6

Таблица 40

Видоизмененное молоко для детского кормления, приготовленное из выпаренного молока с добавлением сахара.

Возраст ребенка	Необходимое количество в день (в г)	Выпаренное молоко (в г)	Вода или (после 4-го м-ца) ячменная вода (в г)	Молочный сахар, тростниковый сахар или декстримальтоза (в чайных ложках)	Количество при каждом кормлении (г)	Промежутки между кормлениями (часы)	Число кормлений в день
1 день	28—112	—	112	—	7—14	2—4	4—8
2 »	224	4 [1])	210	3	14—28	2	6—8
3 »	280	6 [1])	266	$3^1/_2$	14—28	2	8—10
4 »	308	28	280	4	28—42	2	10
5 »	364	42	322	5	28—42	2	10
6 »	392	56	336	5	42	2	8—10
7 »	420	70	350	5	42—56	2	8
От 1 до 4 недель .	448—700	84—140	356—360	5—6	59—98	$2^1/_2$	8
» 1 » 3 мес. . .	700—1008	168—252	504—756	7—7	112—140	$2^1/_2$	6—7
» 3 » 6 » . .	1120—1400	280—350	840	9	168—224	3	6
» 6 » 12 » . .	1400	350	840—1050	9—12	224—280	3—4	5—6

Свойства витаминов. Открытия выдающихся специалистов в области питания обнаружили и убедительно доказали присутствие витаминов, которые имеют весьма существенное значение для нормального отправления функций животной жизни. Всесторонние опыты по кормлению

[1]) В чайных ложках.

показали, что для того чтобы молодое животное могло расти быстрым темпом, или для длительного поддерживания, или для предотвращения некоторых болезней, диэта, помимо того, что она должна быть надлежащей в отношении количества белков, углеводов, жиров и минеральных солей, должна содержать некоторые в настоящее время не вполне выявленные вещества, которые называются витаминами.

Витамин А (противо-ксерофтальмический витамин). Отсутствие этого вещества в диэте замедляет и прекращает рост и ведет к болезни ксерофтальмии (глазная болезнь, оканчивающаяся слепотой). Растворяемый жиром витамин встречается в изобилии в весьма ограниченном перечне продуктов питания, а именно: в молочном жире, в желтке яйца, в рыбьем жире, в жирах самых важных органов и в листьях растений. Он не содержится в обыкновенных животных жирах, как напр. сале, и ни в одном из растительных жиров. Этот витамин чувствителен к окислению и утверждают, что он легко разрушается окислительными процессами, но он устойчив по отношению к высоким температурам.

Опыты по кормлению с целью определить, в какой степени на витамин А действует нагревание, показали, что нагревание его в автоклаве при давлении от 0,7 до 1,056 *кг* на 1 кв. *см* не оказывает никакого влияния на этот витамин. Это наводит на мысль о том, что процессы сгущения и стерилизации не разрушают витамин А и что он сохраняет свою активность как в сгущенном молоке с сахаром, так и в выпаренном молоке.

С другой стороны, выпаренный обрат не является удовлетворительной пищей для подрастающего организма. В нем нехватает необходимого растворимого в жире дополнительного вещества, и если его не пополнить яичным желтком, рыбьим жиром или сливочным маслом, то его потребление молодым организмом вместо цельного молока или вместо сгущенного молока, приготовленного из цельного молока, окажется гибельным для роста и здоровья тех, кто вынужден ограничиться такой диэтой.

Такой суррогат сгущенного молока как напр. продукт «Гебе» («Hebe»), в котором молочный жир заменен растительным жиром, не пополняет недостающих, растворимых в жире витаминов. Общественность должна ясно понимать, что в молоке или в сгущенном молоке не существует замены молочного жира, и когда последний удален, то продукт уже больше не может заменить натурального молока.

Витамин В (противоневритный или противобэрибэрийный витамин). Отсутствие этого витамина в диэте замедляет и останавливает рост и ведет к таким болезням, как полиневрит и бэри-бэри (паралич). Этот витамин необходим также для поддержания жизни и здоровья во всех возрастах. Этот растворимый в воде витамин находится в разнообразных продуктах питания и является составной частью обезжиренного молока (обрата).

Подобно витамину А витамин В также выдерживает температуры стерилизации под давлением от 0,7 до 1,056 *кг* на 1 кв. *см*. Поэтому кажется целесообразным прийти к такому заключению, что витамин В сохраняет полностью свою активность как в сгущенном молоке с сахаром, так и в выпаренном молоке.

Витамин С (противоцынготный витамин). Отсутствие этого витамина в диэте вызывает развитие цынги и тому подобных цынготных и кожных болезней. Оказывается, что противоцынготный витамин, точно

так же, как и растворимый в воде витамин, находится во многих продуктах питания, в том числе и в сыром молоке.

Говорят, что витамин С легко разрушается действием высоких температур, особенно в присутствии воздуха и солей металлов, как напр. соли меди. Опытные данные и выводы различных исследователей по этому вопросу несколько расходятся между собой. Некоторые авторы придерживаются такого мнения, что он уничтожается при температурах пастеризации, тогда как другие утверждают, что для того, чтобы его сделать неактивным, необходимы более высокие температуры. Гесс и Фиш (73) и позднее Гесс (74) сообщили о легкой вспышке детской цинги, вызванной применением в продолжение нескольких месяцев диэты коровьего молока, предварительно подвергавшегося пастеризации при 63° Ц в течение 30 минут. Цинготные симптомы исчезли после прибавления к диэте апельсинного сока, лимонного сока, листьев зеленых овощей и т. п. или же после замены пастеризованного молока сырым.

Харт, Стенбокк и Смит (75) нашли, что молоко, подвергавшееся стерилизации при 120° Ц в продолжение 10 минут, утратило свои противоцынготные свойства, когда его применили взамен эквивалентного количества сырого молока, которое предохраняло от цынги морских свинок, находившихся на диэте вальцованного овса и сухого сена. Кроме того эти исследователи сообщают, что несколько марок сгущенного молока без сахара (подразумевая выпаренное молоко), над которыми они работали, также утратили свои противоцынготные свойства.

Гесс и Вейнштокк (76) указывают на то, что наличие даже небольших количеств меди в молоке весьма ускоряет уничтожение этого витамина вследствие каталитического действия и что разрушительное, окислительное действие воздуха во время нагревания также усиливает вред, причиненный действием высокой температуры. Они определили содержание меди в десяти образцах сгущенного молока с сахаром и в шести образцах выпаренного молока и нашли, что количество меди на килограмм молока колеблется от 2,4 до 4,8 *мг*, в то время как количество меди, естественно находящейся в литре молока, составляет только около 0,5 *мг*. Следовательно к молоку прибавилось в процессе производства значительное количество меди. Их выводы таковы: «Если бы не то обстоятельство, что сгущение производится в вакууме или в частичном вакууме, то сгущенное молоко полностью лишилось бы своего противоцынготного витамина. Однако в результате исключения воздуха в продолжение процесса нагревания такое молоко может сохранить большую часть своих противоцынготных свойств».

Вышеприведенные выводы несколько изумительны. Во-первых, сгущение в вакууме не повышает содержание меди, а во-вторых—температуры, которые применяются во время подогревания и стерилизации (каковые процессы происходят не в вакууме), бывают гораздо выше, чем собственно во время процесса сгущения. Тот факт, что молоко, сгущаемое в вакууме, не предохраняет свои витаминные свойства от действия высоких температур, которыми пользуются во время подогревания и стерилизации, необходимо серьезно учесть. Основываясь на нашем современном знании действия применяемого производственного процесса на активность витамина С, кажется логичным прийти к такому заключению, что выпаренное молоко нельзя рекомендовать как исключительную молочную диэту для грудных детей и для детей вообще. Если приходится пользоваться выпаренным молоком для кормления грудных детей, то следует добавлять некоторое количество противоцынготных

продуктов, как напр. апельсинного сока, в связи с исключительным употреблением выпаренного молока или аналогичного молочного продукта, подвергшегося нагреванию.

До какой степени сохраняются или уничтожаются противоцынготные свойства молока в процессе производства сгущенного с сахаром молока, пока еще экспериментально не доказано. Этот продукт не подвергается действию температур стерилизации, и все-таки его нагревают по крайней мере до точки кипения. Более безопасный способ, который следует взять, если сгущенное молоко с сахаром должно занять место нормального сырого или пастеризованного молока, состоит в том, чтобы скармливать его вместе с каким нибудь известным дополнительным противоцынготным продуктом, как напр. апельсинным соком.

Витамин Д (противорахитный витамин). Витамин Д связан с той частью диэты, функции которой сводятся к развитию костей скелета. Его наличие в диэте повышает содержание в теле кальция и фосфора, минералов, имеющих столь существенное значение для нормального строительства костного вещества. Отсутствие в диэте витамина Д имеет склонность повлечь за собой болезнь, называемую рахитом, которая ведет к уродливости, причиняемой искривлением вследствие сгибания кости, что происходит в результате недостаточной способности костей выдержать вес тела и вследствие утолщения концов костей. Некоторыми из наиболее обычных внешних признаков являются кривые ноги, вогнутые внутрь колени, утолщенные суставы, плоская грудь, ненормальная форма черепа, испорченные зубы, общая слабость всего тела и жизнеспособность ниже нормальной. Это болезнь грудного возраста и раннего детства.

По Мак-Коллюму (77) оказывается, что витамин Д тесно связан с витамином А и его содержится больше всего в рыбьем жире, а также в молочном жире. Однако только одного его присутствия недостаточно для защиты от рахита. Его предохранительное влияние зависит от наличия достаточного количества кальция и фосфора, и от правильного баланса между ними. Нашли, что он более устойчив, чем витамин А, и, оказывается, существует близкое отношение между солнечным светом, витамином Д и рахитом.

Современное знание сущности и свойств витамина Д пока еще не полно и немного известно о влиянии высокой температуры и процессов, применяемых в производстве сгущенного и выпаренного молока, на его жизнеспособность.

Витамин Е (противостерильный витамин). Оказывается, что опыты с белыми крысами дают указания на то, что молочный жир содержит вещество Е, которое имеет очень важное значение для нормального воспроизведения. Линквист (78) сообщает, что при отсутствии этого Е плаценты (последы) бывают ненормальными и продукты зачатия неизменно вновь рассасываются.

Этот витамин Е находится в тесной связи с молочным жиром. Он находится в очень малых количествах, но думают, что он отличается от витамина А, так как нашли, что его очень мало в рыбьем жире, в котором доказано высокое содержание витамина А, а также потому, что не происходило диэтического заболевания плаценты, если доля витамина А была ниже, чем в основном рационе, при условии наличия вещества Е. Относительно состояния витамина Е в сгущенном и в выпаренном молоке найдено, что он выдерживает действие крепких кислот и щелочей и высоких температур.

Часть V

ПОРОКИ СГУЩЕННОГО МОЛОКА, ИХ ПРИЧИНЫ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

ГЛАВА XXIV

Пороки сгущенного молока с сахаром

По главным и наиболее обычным порокам сгущенное молоко с сахаром бывает:

1) песчанистое, шероховатое или хрустящее на зубах;
2) имеющее осадок;
3) загустевшее и «сырное»;
4) комковатое, с белыми или желтыми местными уплотнениями;
5) вспученное или перебродившее;
6) прогорклое;
7) гнилостное;
8) бурое;
9) имеющее металлический привкус.

Песчанистое или хрустящее на зубах сгущенное молоко с сахаром

Общее описание. Песчанистое или хрустящее на зубах сгущенное молоко с сахаром есть сгущенное молоко, которое содержит кристаллы сахара достаточно большого размера для того, чтобы лишить продукт желательной однородности. При пробе такого молока языком оно дает ощущение «шероховатости» и «хрустит» на зубах подобно песчанистому маслу, получающемуся в результате неполного растворения в нем соли. Первоклассное сгущенное молоко с сахаром имеет однородную консистенцию и глянцевитый вид и лишено песчанистости. Хотя этот порок не вреден для здоровья, против него серьезно возражают промышленность и потребитель.

Причины и предупреждение. В то время как значительное количество составных частей сгущенного молока с сахаром могут образовывать и образуют кристаллы, как показано Сато (79—80), который выделил кристаллы молочного сахара, сахарозы, фосфорнокислого кальция, лимоннокислого кальция и т. д. из кристаллического осадка, найденного в сгущенном молоке с сахаром еще задолго до работы Сато было определенно установлено как химически, так и микроскопически, что песчанистость и осадок в сгущенном с сахаром молоке главным образом вызываются кристаллами молочного сахара.

Молочный сахар неизбежно кристаллизуется во время процесса охлаждения вследствие своей относительно низкой растворимости и высокой концентрации в сгущенном молоке с сахаром. Появление песчанистости зависит от размера этих кристаллов. Секрет предотвращения песчанистости и получение однородного продукта лежит в такой организации процесса охлаждения, чтобы вызвать образование большого количества мелких отдельных кристаллических центров, благодаря

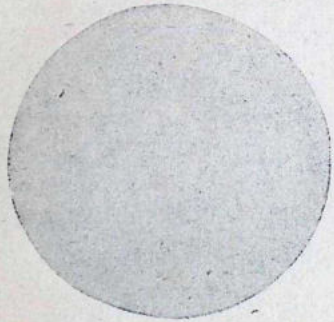


Рис. 102. Сгущенное молоко с сахаром, имеющее однородную консистенцию и внешний вид.

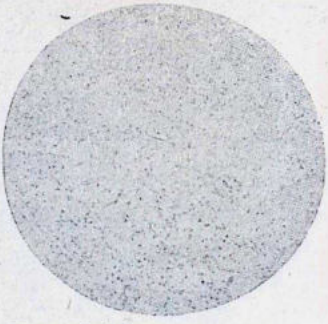


Рис. 103. Песчанистое сгущенное молоко с сахаром.

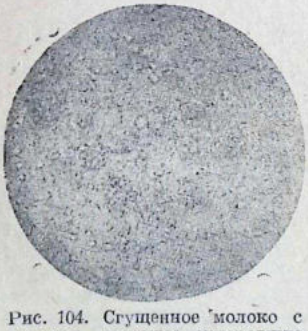


Рис. 104. Сгущенное молоко с сахаром, имеющее однородную консистенцию и внешний вид. Увеличено в 130 раз.



Рис. 105. Песчанистое сгущенное молоко с сахаром. Увеличено в 130 раз.

чему состояние перенасыщения доводится до состояния насыщения, создавая тем самым неблагоприятные условия для последующего развития и роста больших скоплений кристаллов (рис. 102, 103, 104 и 105).

Вопросы растворимости молочного сахара и поведения насыщенных и перенасыщенных растворов молочного сахара подробно обсуждены в главе XXII «О химическом составе и физических свойствах сгущенного молока». Понимание этих основных принципов абсолютно необходимо для успешного регулирования процесса охлаждения при различных условиях.

Однородность сгущенного молока зависит от размера образовавшихся кристаллов молочного сахара. Чтобы сгущенное молоко с сахаром имело ровную и глянцевитую поверхность, нужно, чтобы содержащиеся в нем кристаллы молочного сахара были очень малого размера. Найдено, что эти кристаллы не должны быть более 10 микронов (0,01 *мм*) в длину. Когда подавляющее большинство находящихся кристаллов насчитывает от 10 до 12 микронов (от 0,01 до 0,012 *мм*) длины, молоко все еще обладает хорошей структурой, но склонно к получению несколько пастообразной консистенции; между 12 и 15 микронами молоко принимает несколько мучнистый вид, хотя пока еще против него нельзя иметь серьезных возражений; между 15 и 30 микронами молоко является очень мучнистым вплоть до слегка песчанистой консистенции и свыше 30 микронов (0,03 *мм*) молоко становится нежелательно песчанистым.

Следовательно, для того чтобы вырабатывать однородный продукт с однородной консистенцией и глянцевитой поверхностью, размер кристаллов необходимо ограничить длиною, не превышающей приблизительно 10 микронов (0,01 *мм*).

Размер кристаллов обусловливается количеством образовавшихся центров кристаллизации. Если во время процесса охлаждения образуется относительно небольшое количество центров кристаллизации, то эти центры способны разрастаться в большие скопления и непременно разовьются в крупные кристаллы после охлаждения к тому времени, когда выкристаллизуется весь молочный сахар, находящийся в излишке против насыщения. При таких условиях продукт будет песчанистым и неоднородным.

Этого можно избежать, если регулировать процесс охлаждения таким образом, что образуется столь большое количество небольших центров кристаллизации, что не остается достаточно молочного сахара сверх насыщения, чтобы дать им (центрам кристаллизации) возможность разрастись в крупные кристаллы.

Даже незначительный рост каждой единицы этой огромной массы центров кристаллизации скоро истощит запас избыточного молочного сахара, быстро доведя неустойчивое состояние перенасыщения до устойчивого состояния насыщения, при котором прекращается всякое дальнейшее развитие кристаллов. При этих условиях продукт будет постоянно однородным и лишенным песчанистости.

Количество кристаллов, потребное для образования молока, в котором огромное большинство кристаллов не длиннее 10 микронов, колеблется вместе с отношением молочного сахара в воде в сгущенном молоке, т. е. оно зависит от степени перенасыщения. При средних условиях наличие в молоке приблизительно 300 000 кристаллов на кубический миллиметр может считаться достаточным для ограничения размера огромного большинства кристаллов примерно 10 микронами и для получения однородного молока. В случае очень высокой степени перенасыщения молочного сахара, как напр., когда отношение молочного сахара в воде превышает 50 и более частей молочного сахара на каждые 100 частей воды, может потребоваться значительно большее количество кристаллов на кубический миллиметр сгущенного молока, тогда как молоко с относительно низкой концентрацией молочного сахара в воде, как напр. 40 или менее частей молочного сахара на каждые 100 частей воды, может потребовать значительно меньшее число кристаллов, необходимых для образования однородного молока (около 230 000 до 250 000 на кубический миллиметр).

Массовая кристаллизация повышается в период усиленной кристаллизации в процессе охлаждения. Образования желательного большого количества небольших центров кристаллизации можно лучше всего достигнуть, если предусмотреть в процессе охлаждения период усиленной кристаллизации, воспользовавшись нашим знанием явлений, связанных с растворимостью молочного сахара, как объяснено в главе XXII. Период усиленной кристаллизации для образования максимального количества небольших центров кристаллизации в самый кратчайший срок должен пройти в пределах тех температур, которые в процессе охлаждения представляют высокое состояние перенасыщения, совместимое с минимальной вязкостью. Перенасыщение увеличивает скорость кристаллизации, тогда как вязкость уменьшает быстроту образования кристаллов, так как она препятствует диффузии избыточного вещества молочного сахара. С понижением температуры перенасыщение повышается, но понижение также повышает вязкость.

В то время как с точки зрения высокого перенасыщения лабильный период (неустойчивый период), который является температурной зоной ниже кривой перенасыщения, вызвал бы максимальную скорость кристаллизации, сильно увеличившаяся вязкость сгущенного молока при температуре этого периода уменьшает скорость образования кристаллов. Поэтому надо предполагать, что нижняя часть метастабильной зоны или несколько более узкие границы температурной зоны непосредственно над кривой перенасыщения более всего способствуют максимальной скорости образования кристаллов и созданию наибольшего количества небольших центров кристаллизации в кратчайший срок.

Если по достижении этой температурной зоны процесс охлаждения замедляется или останавливается и молоко подвергается энергичному помешиванию, возможно достигнуть такого ускорения кристаллизации, что множества получающихся небольших центров кристаллизации достаточно для превращения состояния перенасыщения в состояние насыщения. Это мешает небольшим кристаллам увеличивать свою поверхность до размера, обусловливающего песчанистость молока.

Массовое образование кристаллов усиливается внесением «затравки». Во время этого периода при замедленном охлаждении кристаллизацию молочного сахара можно значительно ускорить внесением в молоко кристаллов молочного сахара. При приближении этого периода процесса охлаждения имеющихся налицо центров кристаллизации пока еще невелико и прибавление множества отдельных кристаллов молочного сахара ускоряет массовую кристаллизацию.

Материал для затравки можно заготовить в виде истолченного в порошок молочного сахара или сгущенного молока с сахаром выработки за предыдущий день. Для затравки надо очень незначительное количество материала. Достаточно одной чайной ложки истолченного в порошок молочного сахара на 38-литровую флягу или 1 *кг* на партию в 5 000 *кг* сгущенного молока. Если пользуются сгущенным молоком, то надо затравки внести около 7 грамм на каждую полную 38-литровую флягу или одну полную 38-литровую флягу молока на партию в 2 270 *кг* сгущенного молока с сахаром.

Материал для затравки следует добавлять к сгущенному молоку, когда оно достигло температуры усиленной кристаллизации, т. е. в начале периода усиленной кристаллизации. Его не надо прибавлять к молоку при температуре вакуум-аппарата, так как это не принесло бы пользы и могло бы при некоторых условиях усилить образование ско-

плений крупных кристаллов, которые имели бы стремление дать песчанистое молоко.

Правильная температура усиленной кристаллизации зависит от концентрации молочного сахара в сгущенном молоке. Надлежащая температура периода усиленной кристаллизации колеблется в зависимости от концентрации молочного сахара в сгущенном молоке с сахаром. Точка насыщения сахара колеблется в зависимости от отношения молочного сахара к воде.

Молоко высокой концентрации и с высоким процентом сухого вещества имеет пониженное содержание воды. В таком молоке отношение молочного сахара к воде относительно высоко: следовательно, его точка насыщения молочным сахаром и перенасыщение высоки; поэтому его правильная температура усиленной кристаллизации должна быть относительно высока. Такое молоко обыкновенно представляет собою насыщенный раствор молочного сахара при температуре вакуум-аппарата или только чуть чуть ниже ее, и перенасыщение начинается с первых стадий охлаждения. Это имеет место со многими заграничными марками и с американскими марками, предназначенными для экспорта в страны, где требования в отношении процента сухого вещества молока (концентрации) высоки.

Молоко с низкой концентрацией и со средним вплоть до низкого процента сухого вещества имеет высокий процент молочного сахара и содержит много воды. В таком молоке отношение молочного сахара к воде сравнительно низко. Следовательно его точка насыщения молочным сахаром и перенасыщения низка, поэтому его надлежащая температура усиленной кристаллизации также должна быть относительно низка. Так обыкновенно бывает со сгущенным молоком с сахаром, состав которого соответствует американскому стандарту, который требует 20% обезжиренного сухого вещества и 8% жира.

Практические указания для применения теории кристаллизации молочного сахара к охлаждению сгущенного молока с сахаром с различными концентрациями молочного сахара. Для удобства работника составлен график (рис. 106), который показывает надлежащую температуру для периода усиленной кристаллизации при охлаждении сгущенного молока с сахаром различных составов и концентраций. Этот график также показывает конечную или истинную растворимость молочного сахара, как она определена Гудзоном (59) и другими (64) и кривую перенасыщения, выработанную Лейтоном и Питером (68). Пространство между кривой конечной растворимости и кривой перенасыщения называется метастабильной зоной. В области более низкой температуры этой зоны тотчас же над кривой перенасыщения находится пространство (зона), где усиленная кристаллизация бывает наиболее эфективной. Эта область (зона) обозначена «кривой усиленной кристаллизации». Эта кривая расположена в 10° Ц над кривой перенасыщения. Молоко следует быстро охладить до температуры кривой усиленной кристаллизации, затем сразу же внести затравку и задержать дальнейшее охлаждение, предпочтительно на 25 минут, так чтобы температура не упала ниже кривой перенасыщения, а оставалась бы слегка выше ее. Во время этого периода выдерживания продолжать энергично помешивать молоко.

Температура усиленной кристаллизации колеблется в зависимости от концентрации молочного сахара, как показано кривою. Следующие конкретные примеры могут послужить для облегчения правильного

пользования графиком в применении к сгущенному молоку с сахаром при различных концентрациях молочного сахара.

Пример № 1. Сгущенное молоко с сахаром, в котором отношение молочного сахара к воде сравнительно низко, лишь незначительно превышает американский стандарт в отношении жира и общего сухого вещества молока.

Свежее молоко содержит 3,56% жира, 8,9% обезжиренного сухого вещества. Сгущенное молоко содержит приблизительно 8% жира, 20% обезжиренного сухого вещества молока, 45% сахарозы, 27% воды. Если предположить, что свежее молоко содержит 4,8% молочного сахара,

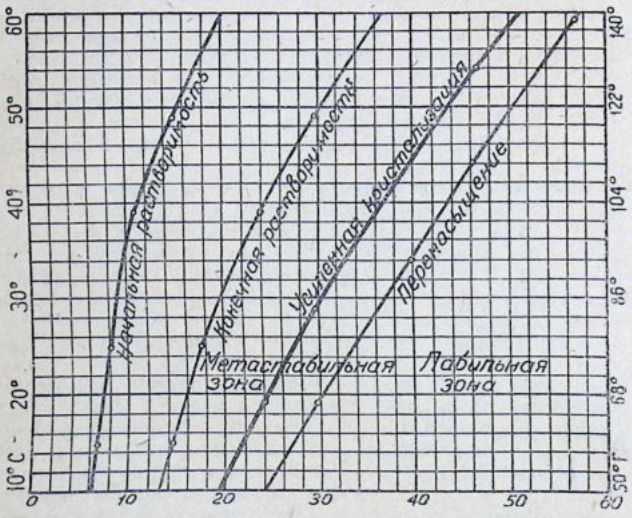


Рис. 106. График усиленной кристаллизации. Надо пользоваться температурой, показанной «кривой усиленной кристаллизации», соответствующей процентному соотношению молочного сахара в воде в сгущенном молоке с сахаром.

то сгущенное молоко с сахаром будет иметь $\frac{20\times4,8}{8,9} = 10,8\%$ молочного сахара. На каждые 100 частей сахарного раствора такое сгущенное молоко содержит $\frac{10,8\times100}{37,8} = 28,6$ частей молочного сахара.

Обратившись теперь к рис. 109, мы находим, что раствор молочного сахара, который содержит 28,6 частей молочного сахара, в процентах имеет свою конечную растворимость при 47,5° Ц (см. кривую конечной растворимости). Она достигает лабильной зоны при температуре около 17,5° Ц (см. кривую перенасыщения для 28,6 частей молочного сахара в процентах). Между кривой конечной растворимости и кривой перенасыщения лежит метастабильная зона. В этой зоне молочный сахар содержится в виде перенасыщенного раствора. В пределах этой зоны кристаллы молочного сахара с трудом образуются в больших количествах. Если им дать образовываться произвольно, то будет сравнительно

немного кристаллов, и они вырастут до крупного размера, вызывая песчанистость. Быстрое охлаждение такого молока и без внесения затравки через мета-стабильную зону в пределах 10° Ц выше кривой перенасыщения, которая ограничивает лабильную зону (см. кривую усиленной кристаллизации), сводит к минимуму тенденцию к образованию кристаллов. Если затем при этой температуре, приближающейся к лабильной зоне, производят внесение затравки и энергично помешивают молоко, одновременно не допуская, чтобы температура упала ниже температуры кривой перенасыщения, то происходит массовое образование кристаллов и получившиеся таким образом кристаллы невелики.

Пример № 2. Сгущенный обрат с сахаром содержит 8,95% обезжиренного сухого вещества и 0,16% жира. Сгущенный продукт содержит приблизительно 0,5% жира, 27,5% обезжиренного сухого вещества, 44% сахарозы и 28% воды. Молочный сахар в жидком молоке вычислен в 4,9%. Содержание молочного сахара в сгущенном молоке было бы $\frac{27{,}5 \cdot 4{,}9}{8{,}95} = 15\%$.

На каждые сто частей раствора это молоко содержит $\frac{15 \cdot 100}{43} =$ $= 34{,}9$ частей молочного сахара.

Обратившись опять к рис. 109, мы находим, что раствор молочного сахара, состоящий из 34,9 частей сахара в процентах, достигает своей точки насыщения при температуре около 57° Ц (см. кривую конечной растворимости). Она достигает лабильной зоны при температуре около 27,5° Ц (см. кривую перенасыщения при 34,9 частях молочного сахара в процентах).

Довольно быстрое охлаждение молока в пределах 10° Ц выше кривой перенасыщения, которая ограничивает лабильную зону (см. кривую усиленной кристаллизации), затем поддерживание в течение от 15 до 25 минут температуры, которая не упала ниже кривой перенасыщения, внесение затравки в начале периода усиленной кристаллизации и энергичное помешивание на протяжении всего периода выдерживания должны дать большое количество очень мелких кристаллизационных центров в продолжение этого периода. К концу этого периода состояние перенасыщения доводится до почти устойчивого состояния насыщения и охлаждение до желательной конечной температуры (от 16 до 18° Ц) можно продолжать столь быстро, насколько это допускают возможности.

Пример № 3. Сгущенное цельное молоко с сахаром, в котором отношение молочного сахара к воде сравнительно высоко и точка насыщения бывает высока, представлено некоторыми из лучших европейских марок. Свежее молоко содержит 3,8% жира и 8,9% обезжиренного сухого вещества. Сгущенное молоко содержит приблизительно 9,9% жира, 23,8% обезжиренного сухого вещества, 41,5% сахарозы и 24,8% воды. Содержание молочного сахара в таком молоке, исходя из 4,8% молочного сахара в свежем молоке, было бы $\frac{23{,}8 \cdot 4{,}8}{8{,}9} = 12{,}8\%$. В ста частях водного раствора это молоко содержит $\frac{12{,}8 \cdot 100}{37{,}6} = 34{,}0$ частей молочного сахара.

Рис. 106 показывает, что раствор молочного сахара, содержащий 34,0 частей сахара в процентах, является насыщенным при температуре

около 55,8° Ц (см. кривую конечной растворимости при 34,0 частях сахара в процентах).

Это молоко в сущности представляет собою насыщенный раствор молочного сахара при такой температур , при какой оно выходит из вакуум-аппарата. Его мета-стабильная зона граничит с лабильной зоной приблизительно при 25,8° Ц. Довольно быстрое охлаждение этого молока в пределах до 10° Ц выше кривой перенасыщения, которая ограничивает лабильную зону (см. кривую усиленной кристаллизации), затем поддерживание в течение от 15 до 25 минут температуры, которая бы не упала ниже температуры кривой перенасыщения, внесение затравки в начале периода выдерживания и энергичное помешивание на протяжении всего периода выдерживания должны ограничить максимальную кристаллизацию и вызвать образование большого количества очень мелких кристаллов в продолжение этого периода. Это большое количество центров небольших кристаллов создает условие, которое делает возможным доведение состояния перенасыщения до состояния насыщения, без риска увеличения отдельных кристаллов до размера, достаточного для того, чтобы вызвать песчанистость. Затем, по достижении устойчивости кристаллов, можно продолжать охлаждение до желательной конечной температуры (от 16° до 18° Ц) столь быстро, насколько это допускают возможности.

Для рассмотрения технических требований различных способов охлаждения, их преимуществ и недостатков читатель отсылается к главе IX об «Охлаждении сгущенного молока с сахаром.»

Процесс охлаждения—наиболее важный фактор, обусловливающий однородность. Процесс охлаждения является наиболее важным фактором, обусловливающим размер кристаллов сахара и степень однородности или песчанистости законченного продукта. Кристаллизация молочного сахара происходит в состоянии перенасыщения. Понижение температуры во время процесса охлаждения повышает насыщение до состояния перенасыщения и в этих-то возрастающих стадиях перенасыщения можно регулировать и регулируют количество и размер кристаллов молочного сахара.

Помимо собственного процесса охлаждения существуют другие факторы в способе производства, которые могут влиять на окончательные результаты. Рассмотрим некоторые из них.

Отношение сахарозы к песчанистости. Как было сказано выше, кристаллизованный сахар, который служит причиной ощутимой языком песчанистости сгущенного молока с сахаром, есть молочный сахар. Вследствие относительно высокой растворимости сахарозы последняя в сгущенном молоке с сахаром, как оно теперь вырабатывается, не находится в состоянии насыщенного раствора. Растворимость сахарозы в воде при температурах, колеблющихся от 5° Ц до 100° Ц дана Брауном (82), как изображено в таблице 41. Эти цифры показывают, что даже при столь низкой температуре как 5° Ц требуется 184,7 частей сахарозы на 100 частей воды для того, чтобы получить насыщенный раствор сахарозы, и что отношение сахарозы к воде в насыщенном растворе составляет 65%. При обыкновенной температуре 2 части сахарозы растворятся в 1 части воды. Поэтому количество воды, содержащейся в сгущенном молоке с сахаром, вполне достаточно для удержания в растворе всего наличия сахарозы. Ни в одном из рассмотренных образцов сгущенного молока с сахаром, приготовленного для продажи, отношение сахарозы к воде не достигало 65%. Следовательно, сгущенное молоко с сахаром является насыщенным раствором тростникового или свекловичного сахара. В про-

дажном сгущенном молоке с сахаром имеется достаточно воды для того чтобы удержать в растворе всю сахарозу

ТАБЛИЦА 41

Растворимость сахарозы в воде

Температура в °Ц	Отношение сахара к воде	Колич. сахарозы, растворенное на 100 частей воды (в г)	Температура в °Ц	Отношение сахара к воде	Колич. сахарозы, растворенное на 100 частей воды (в г)
5	64,87	184,7	55	73,20	273,1
10	65,58	190,5	60	74,80	287,3
15	66,·0	197,0	65	75,18	302,9
20	67,09	203,9	70	76,22	320,5
25	67,89	211,4	75	77,27	339,9
30	68,70	219,5	80	78,36	362,1
35	69,55	228,4	85	79,46	386,8
40	70,42	238,1	90	80,61	415,7
45	71,32	248,7	95	81,77	448,6
50	72,25	260,4	100	82,97	487,2

Это еще иллюстрируется тем фактом, что кристаллы сахара, найденные в сгущенном молоке с сахаром, являются типичными кристаллами молочного сахара, а не кристаллами сахарозы. Это наблюдение соответствует физическому закону кристаллизации перенасыщенных растворов, содержащих более чем одно растворенное вещество. Образовавшиеся кристаллы являются характерными для того растворенного вещества, которое содержится сверх точки насыщения. Если имеются два растворенных вещества сверх своих соответственных точек насыщения, то кристаллы сахара могут быть смешанного типа. Что касается сгущенного молока с сахаром, то только молочный сахар находится в состоянии перенасыщения, тогда как тростникового или свекловичного сахара содержится меньше, чем необходимо для насыщения, и микроскопическое исследование показывает, что имеющиеся в наличии кристаллы в действительности являются кристаллами молочного сахара, а не кристаллами сахарозы и не кристаллами смешанного типа.

Опыты, проведенные Ханзикером и Ниссеном (83), показали, что кристаллы молочного сахара в перенасыщенных растворах молочного сахара, которые содержат сахарозу в количествах несколько меньших, чем потребовалось бы для насыщения сахарозы, являются типичными кристаллами молочного сахара, похожими на те, которые встречаются в перенасыщенных растворах молочного сахара, не содержащих сахарозу. Даже в растворах, в которых было перенасыщение как одной, так и другой формы, т. е. молочного сахара и сахарозы, не получилось образования смешанных кристаллов. Фактически кристаллы молочного сахара и сахарозы осели на дно отдельными легко отличимыми слоями, причем нижний слой состоял из характерных кристаллов сахарозы, а верхний слой из характерных кристаллов молочного сахара. Более подробно см. главу XXII «Молочный сахар».

Уменьшает или нет присутствие сахарозы способность воды растворить молочный сахар—это вопрос, относительно которого имеющиеся под руками данные очень скудны. Наблюдения в производстве сгущенного молока с сахаром наводят на мысль, что количество прибавленной сахарозы не меняет точки насыщения молочного сахара и не затрагивает заметным образом однородности молока.

Эти наблюдения также подтверждаются работой Ханзикера и Ниссена (83), которые установили растворимость молочного сахара в растворах сахарозы, содержащих 14 частей молочного сахара и 62 части сахарозы соответственно на 100 частей воды, а также в перенасыщенных растворах сахарозы. Во время этих опытов они пользовались методом Гудзона (59). Предварительными испытаниями было найдено, что требовалось 170 часов встряхивания при постоянной температуре для того, чтобы обеспечить окончательную растворимость молочного сахара в различных растворах. Эти опыты были проведены как при температуре 10° Ц, так и 18° Ц. Результаты были получены путем двух отдельных и независимых систем опытов и оказались вполне идентичными в пределах неизбежной опытной погрешности.

В первом случае были всыпаны определенные количества молочного сахара по весу в разные партии по 100 *г* воды в бутылочки со стеклянными пробками. Температура воды и молочного сахара была тщательно подведена к точной температуре опыта до смешивания. Количество добавленного молочного сахара колебалось от 10 до 22 *г* с интервалами по 0,2 *г*. Затем эти бутылочки были помещены в специально сконструированный термостат с механическим приспособлением для встряхивания, приводимым в действие мотором, и с терморегулятором. В этом термостате бутылочки механически взбалтывались при одной и той же температуре непрерывно в продолжение 170 часов. В конце этого периода растворы были осмотрены с целью обнаружения присутствия или отсутствия нерастворившегося молочного сахара.

Во второй системе опытов количество добавленного молочного сахара к 100 *г* воды равнялось излишку от 50 до 100% перенасыщения при соответствующей температуре. Были соблюдены точно такие же меры предосторожности по отношению к регулированию температуры и непрерывному встряхиванию, как и в первой описанной процедуре. В конце 170 часов растворы были профильтрованы в термостате при точной температуре опыта. Затем был сделан анализ чистой профильтрованной жидкости для выявления твердых тел. Там, где раствор содержал сахарозу, несодержащие молочного сахара сухие вещества были заранее известны. В перенасыщенном растворе обоих сахаров—молочного сахара и сахарозы—растворы были приготовлены, имея излишек обоих сахаров в воде, и посредством нагревания доведены приблизительно до 71° Ц. Растворы затем были охлаждены до 8° Ц и помешивались при этой температуре как описано ранее, но в этом случае встряхивание продолжалось в течение двух недель. Затем было определено общее количество сухих веществ в профильтрованной жидкости. Количество сахарозы в растворе было получено из таблицы 41, а количество молочного сахара в растворе было определено посредством нахождения разницы. Результаты показаны в таблице 42.

Цифры для молочного сахара в таблице 42 представляют ангидридную форму молочного сахара или молочный сахар, свободный от кристаллизационной воды. Однако что касается молочного сахара, полученного из растворов, содержащих сахарозу, то высушивание по способу и при температуре, которые препятствуют карамелизации сахарозы, не дало полной потери всей кристаллизационной воды. Было удалено только около одной трети кристаллизационной воды, между тем как две трети осталось. Эта нерегулярность вводит некоторую погрешность, показывая цифры, изображающие процент молочного сахара в растворах сахарозы, приблизительно на 0,5% выше.

ТАБЛИЦА 42.

Растворимость молочного сахара в воде и в растворах сахарозы различных концентраций при 10° Ц и 18° Ц

(Основана на ангидриде молочного сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$, а не на гидратной форме $C_{12}H_{24}O_{12}$).

Род раствора	Температура в °Ц	Процент молочного сахара	Количество молочного сахара на 100 г воды (в г)
Вода	10°	13,02	14,97
Вода	18°	15,57	18,44
14% сахарозы в воде	10°	12,63	14,45
14% » » »	18°	14,90	17,51
62% » » »	18°	16,80	20,02

Цифры в таблице 42, показывающие растворимость молочного сахара в воде, хорошо согласуются с цифрами растворимости Гудзона, показанными на таблице 38, глава XXII. Интерполируя данные Гудзона так, чтобы они соответствовали температурам, представленным на таблице 42, находим, что растворимость молочного сахара в воде при 10° Ц по Гудзону равна 13,2%, а при 18° Ц равна 15,6% по сравнению с растворимостью 13,02% и 15,57% соответственно согласно Ханзикеру и Ниссену. Столь тесная увязка данных растворимости молочного сахара в воде указывает на то, что опытный метод, примененный Ханзикером и Ниссеном, является достаточно надежным и им можно пользоваться при аналогичных испытаниях растворимости молочного сахара в растворах сахарозы, чтобы получить сравнимые результаты.

Как показано в таблице 42, растворимость молочного сахара в растворах сахарозы сходна с растворимостью молочного сахара в воде. В 14%-ном растворе сахарозы молочный сахар был слегка менее растворимый, а в 62%-ном растворе сахарозы он был несколько более растворим, чем в воде. 14%-ный раствор сахарозы представляет концентрацию сахарозы в воде, в исходном сырье равную добавлению приблизительно 8,8 *кг* сахарозы на 100 *кг* молока. 66%-ный раствор сахарозы представляет среднюю концентрацию сахарозы в воде в заводском сгущенном молоке с сахаром.

Следовательно, эти результаты указывают на то, что присутствие сахарозы в таких концентрациях, какие бывают в сгущенном молоке с сахаром, не оказывают заметного влияния на растворимость содержащегося в нем молочного сахара. Дальше будет также показано, что сухое вещество молока само по себе не оказывает заметного влияния на растворимость молочного сахара.

Здесь кажется уместным обратить внимание на то, что эти данные о растворимости сахара молочного в растворах сахарозы представляют результаты сравнительно немногих анализов. Их необходимо подтвердить дополнительными опытами. Ханзикером и Ниссеном (83) было также найдено, что на цифры растворимости молочного сахара оказывало некоторое влияние количество молочного сахара, взятого для перенасыщения. Поэтому дальнейшая работа может слегка изменить эти цифры. Однако опыты были проведены таким способом, который предотвращает серьезные неточности, и полученные результаты можно логически принять за указание того, что когда в сгущенном молоке с сахаром имеется меньше сахарозы, чем требуется до точки насыщения, то она не оказы-

вает заметного влияния на растворимость молочного сахара и на однородность продукта.

Предварительные опыты, поставленные теми же самыми исследователями с растворами сахара, в которых как молочный сахар, так и сахароза находились в состоянии перенасыщения, показали, что растворимость молочного сахара была даже больше, чем в 62%-ных растворах сахарозы. Однако трудности, встретившиеся в определении растворимости и анализах растворов с такими чрезвычайно высокими концентрациями и повышенными вязкостями, делают точность результатов ненадежной, что, принимая во внимание небольшое количество сделанных определений, не оправдывает опубликования этих результатов при отсутствии дополнительной тщательной работы. Поскольку речь идет об отношении сахарозы к растворимости молочного сахара в сгущенном молоке с сахаром, влияние перенасыщенных растворов сахарозы сравнительно ничтожно, так как заводское сгущенное молоко с сахаром не является насыщенным раствором сахарозы.

Трэйвис (84), данные которого часто приводились многими авторами, показывает уменьшение свыше 33% растворимости молочного сахара в 14%-ном растворе сахарозы. Его открытия являются результатом определения растворимости молочного сахара посредством помешивания раствора сахарозы в воде с избытком молочного сахара в виде порошка. Он определял растворимость молочного сахара после помешивания только в течение 20 минут и сравнивает свои результаты в отношении раствора молочного сахара в сахарозе с результатами Гудзона в отношении раствора молочного сахара в воде, непрерывно встряхиваемого в течение семи дней. Неудивительно, что метод, принятый Трэйвисом, дал низкие цифры растворимости для раствора молочного сахара в сахарозе. Та же самая методика, без сомнения, также дала бы одинаково низкую растворимость для молочного сахара в воде. Встряхивание в течение столь короткого периода (20 минут) дает лишь немного больше, чем первоначальная растворимость молочного сахара, как показано Гудзоном, тогда как для определения конечной растворимости необходимо встряхивание в продолжении недели при постоянной температуре. Следовательно, этих результатов нельзя принять во внимание при рассмотрении истинной растворимости молочного сахара в присутствии сахарозы.

Отношение сухого вещества молока к песчанистости сгущенного молока с сахаром. Нельзя предполагать, что жир и белковые составные части молока оказывают сколько-нибудь заметное влияние на растворимость молочного сахара. Как кажется, недостает определенных опытных данных по этому вопросу. Дэйл (85), который изучал причины песчанистости мороженого, пришел к заключению, что «коллоиды имеют лишь небольшую, если они вообще имеют какую-нибудь, ценность для предотвращения осаждения молочного сахара».

Трэйвис (84) сообщает о значительно большей растворимости молочного сахара в смеси мороженого по сравнению с цифрами Гудзона о растворимости молочного сахара в воде. Однако его метод исследования для определения растворимости молочного сахара в смеси мороженого до такой степени расходится с методом, который найден Гудзоном надежным, что на его результаты нельзя полагаться. Трэйвис (84) определил растворимость молочного сахара в смеси мороженого, приготовив перенасыщенный раствор и дав возможность пройти кристаллизации, определяя растворимость молочного сахара после 24, 48 и 96 часов. Даже после 96 часов раствор не достиг равновесия, потому что еще 1,6 *г*

молочного сахара на 100 г воды выкристаллизовывались в течение 24-х часового периода, предшествовавшего 4-ым суткам. Эти результаты на смеси мороженого не получены непосредственным анализом. Опыт продолжался лишь в течение короткого времени, и последняя цифра определена посредством экстраполяции. Такие результаты несравнимы с результатами Гудзона относительно растворимости молочного сахара в воде, которые представляют истинную точку конечной растворимости.

Способны или нет соли молока повышать растворимость молочного сахара наподобие того, как некоторые соли влияют на растворимость сахарозы, пока еще не установлено. Возможно, что минеральные соли молока все же оказывают патокообразующее действие на молочный сахар. Браун (82), рассматривая растворимость сахарозы, объясняет это действие следующим образом:

«На растворимость сахарозы, как и других сахаров, в заметной степени влияет присутствие посторонних органических и неорганических веществ. Такие загрязнения играют технически важную роль в предотвращении восстановления сахарозы из патоки на сахарном заводе. Насыщенный раствор сахарозы в соприкосновении с кристаллами сахарозы не может больше растворять сахарозу при постоянной температуре; однако если добавить в раствор твердого уксусно-кислого калия или хлористого натрия, или многих других солей, он не только растворится, но в раствор войдет также больше сахарозы. Другими словами, растворится больше сахара, чем может быть удержано в растворе одной водой. Многие авторитеты объясняют это явление образованием соединений солей сахарозы или комплексов, которые обладают большей растворимостью, чем одна сахароза».

С другой стороны, соли молока могут также играть роль «затравки» в сгущенном молоке и в таком случае они могли бы стимулировать песчанистость. Таким образом, если какие-либо из солей дают осадок, что может случиться при высоких температурах подогревания, эти нерастворимые частицы золы могут служить «затравкой», подобно центрам кристаллизации, которые затем имели бы тенденции вызвать медленную кристаллизацию в верхней температурной зоне мета-стабильного пространства, что Лейтон и Питер нашли заметным при комнатной температуре приблизительно через два дня.

Опыты для определения влияния составных частей молока на растворимость молочного сахара были проделаны Ханзикером и Ниссеном (83). Этот вопрос изучался теми же методами и в такой же последовательности вариантов растворимости молочного сахара в растворах сахарозы различной концентрации, как описано в предыдущих параграфах под заголовком «Отношение сахарозы к песчанистости». Эти результаты суммированы в таблице 43.

Результаты, приведенные в таблице 43, показывают, что молоко не влияет заметно на растворимость молочного сахара. Она в сущности одинакова как в молоке, так и в воде. В отношении молока плюс сахарозы было незначительное уменьшение в количестве молочного сахара, растворенного на 100 частей воды в молоке.

Эти результаты, кроме того, подкреплены работой Люкас и Шпитцера (54), которые доказывают, что коллоидальные вещества, как, напр. улучшающие, связующие, желатин и т. п., не замедляют образования кристаллов молочного сахара.

Влияние неполного растворения сахарозы на консистенцию и вид молока. Полагают, что нерастворившиеся кристаллы сахарозы, посту-

Таблица 43

Растворимость молочного сахара в воде и в молоке с добавлением или без добавления сахарозы при 18° Ц

(Основана на ангидриде молочного сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$, а не на гидратной форме $C_{12}H_{24}O_{12}$).

Род раствора	Процент молочного сахара в воде	Количество молочного сахара на 100 г воды (в г)
В воде	15,57	18,44
В цельном молоке	15,32	18,10
В цельном молоке, содержащ. 14% сахарозы	14,60	17,10
В обрате	15,33	18,10
В обрате, содержащ. 14% сахарозы	14,46	16,91

пающие в вакуум-аппарат в более ранних стадиях процесса сгущения, растворяются в горячем молоке в вакуум-аппарате и не оказывают какого-либо влияния на консистенцию и вид законченного продукта. Однако если не вполне растворившаяся сахароза попадает в вакуум-аппарат к окончанию процесса, когда концентрация бывает достаточно высокой для того, чтобы превратить содержавшийся молочный сахар в состояние насыщения, то кристаллы сахарозы могут действовать как «затравочные» кристаллы и развиться в более крупные скопления прежде, чем молоко будет охлаждено до периода усиленной кристаллизации, что может придать песчанистый характер готовому продукту.

Поэтому важно, чтобы сахароза, которая втягивается в вакуум-аппарат в течение последних стадий сгущения, была полностью растворена. Также рекомендуется прибавлять сахар постепенно или растворенным в молоке или в виде водного сиропа и до того, как молоко достигает высокой степени сгущения, и не ждать до тех пор, пока почти все молоко будет в вакуум-аппарате и сгущение будет почти закончено.

Отношение концентрации к однородности молока. Высокая концентрация, что означает высокое содержание молочного сахара и низкое содержание воды, увеличивает затруднение получения однородного и свободного от песчанистости молока. Чем больше молочного сахара содержит сгущенное молоко в пропорции к содержащейся в нем воды, тем выше бывает температура насыщения и тем больше опасность образования кристаллов пока молоко все еще находится в вакуум-аппарате или прежде чем оно охладится до температуры усиленной кристаллизации. По этой-то причине сгущенное снятое молоко с сахаром более склонно к образованию песчанистости, чем цельное молоко, причем отношение обезжиренного сухого вещества к воде и, следовательно, отношение молочного сахара к воде выше в обрате, чем в сгущенном цельном молоке. Применение периода усиленной кристаллизации при надлежащей температуре для высокопроцентного молочного сахара в воде, как показано на рис. 109, должно способствовать доведению до минимума опасности получения песчанистости в готовом продукте.

Сильно концентрированный продукт имеет тенденцию к образованию неровной консистенции и вида, каковая усиливается еще повышенной вязкостью. Сгущенка вытекает из вакуум-аппарата медленно и, следовательно, не так быстро охлаждается до температуры усиленной кристаллизации. Продолжительное выдерживание при высоких температурах

без помешивания способствует развитию центров кристаллизации, которые склонны к образованию крупных скоплений и таким образом придают продукту песчанистый вкус.

Влияние повторного нагревания слишком холодного сгущенного молока на консистенцию и вид. Подогревание сгущенного молока, которое стало очень холодным или вследствие случайного охлаждения до слишком низкой температуры или вследствие выдерживания его в очень холодном помещении, так что оно сделалось чрезмерно густым для прохождения через разливочную машину, может вызвать развитие песчанистости, если такое молоко энергично помешивают во время нагревания. Помещение банок обратно в бак для охлаждения, установка неподвижных лопастей и переворачивание банок в теплой воде почти неизбежно делает молоко очень неровным.

Причина этого лежит в том факте, что такое помешивание во время подогревания склонно заставить более мелкие кристаллы вновь растворяться, повышая перенасыщение и облегчая диффузию. Это значительно уменьшает количество центров кристаллов и заставляет относительно небольшое количество оставшихся кристаллов увеличиваться в размере и образовывать довольно крупные скопления, способные придать молоку весьма песчанистый характер.

Это объяснение также поддерживается теорией встряхивания при повышенной температуре, объясняемой Дэйлем (85) в связи с песчанистым мороженым, который дает следующее определение встряхиванию при повышенной температуре. «Под встряхиванием при повышенной температуре подразумевается возможность давать замерзшему мороженому слегка размягчиться от действия более теплого воздуха и тотчас же вновь его замораживать». Это, согласно Золлеру и Вильямсу (86) вызывает более сильный и более быстрый рост кристаллов молочного сахара в мороженом. Такой эффект приписывается Эвансом (87) «увеличению способности диффундировать, в результате чего, следовательно, бывает более быстрое образование кристаллов молочного сахара» которое фактически, вероятно, имеет результатом уменьшение количества кристаллов, вследствие растворения некоторых из более мелких и ускоренного роста поверхности остающихся кристаллов.

В отношении сгущенного молока с сахаром было найдено, что песчанистость, возникшая в результате повторного нагревания слишком холодного молока, может быть предотвращена посредством нагревания молока без помешивания.

Осадок на дне в сгущенном молоке с сахаром

Общее описание. Под термином «осадок на дне» подразумевается сгущенное молоко, которое дало осадок и выделило часть своего молочного сахара, образуя отложение кристаллов сахара на дне банки или бочки. Это отложение может колебаться по своей величине от очень тонкого слоя до слоя в 2,5 см глубины и более в соответствии с характером молока и продолжительностью его хранения. Природа этого осадка также разнится в различных случаях появления этого порока. Он может быть мягким и при помешивании легко растворяться или же он может быть очень сухим и твердым, плотно пристав ко дну банки, и его можно отделить и размешать в молоке лишь с большим трудом. Как и песчанистое молоко, осадок в молоке является обычным пороком сгущенного молока. Хотя он не делает продукт менее полезным для здоровья, однако такое

молоко обыкновенно бракуется потребителем и в результате получается убыток для завода.

Причины и предупреждение. Как уже объяснено раньше, сгущенное молоко с сахаром при обыкновенной температуре представляет перенасыщенный раствор молочного сахара. В наличии имеется больше молочного сахара, чем содержащаяся в продукте вода способна удержать в растворенном состоянии. Находящийся в излишке против насыщения молочный сахар, следовательно, будет выкристаллизовываться и кристаллизация продолжается до тех пор, пока состояние перенасыщения не будет доведено до устойчивого состояния насыщения. Поэтому в сгущенном молоке с сахаром всегда находятся кристаллы молочного сахара.

Удельный вес молочного сахара равняется 1,54, тогда как удельный вес сгущенного молока с сахаром колеблется от 1,29 до 1,33 в зависимости от концентрации и содержания сахарозы. Так как молочный сахар тяжелее сгущенного молока с сахаром, то у кристаллов молочного сахара постоянно существует тенденция опускаться на дно, образуя отложение сахара.

Легкость, с которой сгущенное молоко с сахаром отлагает свой сахар, и величина образующегося осадка зависят прежде всего от размера кристаллов. Чем крупнее кристаллы, тем скорее они будут оседать и тем больше будет осадок при всех прочих равных условиях. Этот факт основан на хорошо известном физическом законе, который гласит, что поверхности двух шаров так относятся друг к другу, как квадраты их диаметров, а объемы двух шаров так относятся друг к другу, как кубы их диаметров.

По мере того, как тело увеличивается в размере, его объем увеличивается быстрее, чем его поверхность. По мере того как оно уменьшается в размере, его объем уменьшается быстрее, чем его поверхность. Объем тела обусловливает его вес. Поверхность обусловливает сопротивление, которое она оказывает силе тяготения. Крупные кристаллы имеют относительно больший объем и небольшую поверхность, они легко реагируют на силу тяготения и оказывают относительно слабое сопротивление. По мере того, как размер уменьшается, объем, который реагирует на силу тяготения, уменьшается гораздо быстрее, чем поверхность, которая оказывает сопротивление этой силе, поэтому тенденция оседать на дно становится меньше. Если уменьшение размера кристаллов молочного сахара доводится до такой степени, что отношение поверхности к объему будет таково, что оказываемое сопротивление полностью преодолевает силу тяготения, то навсегда избегается образование осадка в молоке.

Следовательно, ясно, что условия, влияющие на получение песчанистого молока, являются также основными факторами, которые обусловливают получение молока с осадком на дне. Вообще говоря, молоко, которое содержит кристаллы молочного сахара достаточно большие для того, чтобы сделать его песчанистым, также дает осадок, а молоко, в котором мелкие кристаллы преобладают в достаточной степени, чтобы сделать его однородным и приятным на вкус, не дает осесть своим кристаллам, и такое молоко будет свободно от осадка в течение многих месяцев, а для всех практических целей—навсегда. Так обстояло бы у молока, в котором громадное большинство кристаллов (от 300 000 до 400 000 кристаллов на 1 $мм^3$ не превышало 0,01 *мм* в длину.

Поэтому предупреждение получения молока с осадком на дне заключается в тщательном наблюдении за факторами, которые обусловливают предупреждение появления песчанистого молока, наиболее важным из

которых является процесс охлаждения, как показанор аньше в этой главе под заголовком «Песчанистое молоко».

Влияние плотности сгущенного молока на осадок сахара. Помимо тех факторов, которые обусловливают размер кристаллов сахара, плотность законченного продукта влияет на легкость, с которой образуется отложение сахара. Чем больше плотность сгущенного молока, тем меньше разница в удельном весе между молоком и кристаллами сахара и тем меньше тенденция к получению осадка сахара.

Следовательно, при всех прочих равных условиях высокая концентрация и высокое содержание сахара ослабляет тенденцию кристаллов сахара к оседанию, между тем как высокое содержание жира усиливает ее.

Влияние вязкости на осадок сахара. Чем выше вязкость молока, при всех прочих равных условиях, тем слабее тенденция к оседанию кристаллов сахара на дно. Вязкость повышает сопротивление, которое оказывают кристаллы, реагируя на силу тяготения. Факторы, обусловливающие вязкость сгущенного молока с сахаром, подробно рассмотрены ниже под рубрикой «Загустевшее и сырное сгущенное молоко с сахаром».

Переворачивание банок с целью предупреждения осадка сахара. Переворачивание ящиков ежедневно или через более продолжительные промежутки времени поддерживает сахар в движении и несколько уменьшает скопление оседающего на дно сахара. Временами, когда спрос бывает оживленным и молоко расходится быстро, это может оказать значительную услугу, помогая избегнуть жалоб со стороны потребителя. Переворачивание молока, конечно, приносит только временную пользу, оно не предотвращает осаждения после того, как молоко выбыло с завода.

Загустевшее и „сырное" сгущенное молоко

Общее описание. Самопроизвольное или прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром после его изготовления является одним из главных пороков, к которым этот продукт имеет предрасположение и который делает его непригодным для продажи.

Свежее сгущенное молоко с сахаром обладает весьма вязким характером, придавая продукту консистенцию очень жирных сливок. Эта консистенция желательна, но она становится нежелательной, когда повышается до такой степени вязкости, что не в состоянии свободно вытекать из банки. Первоначальная консистенция обусловливается главным образом концентрацией обезжиренного сухого вещества молока и содержанием сахарозы. Чем выше концентрация сухого вещества молока, тем оно более вязкое, тогда как низкое содержание сухого вещества молока и высокая концентрация сахарозы дают более жидкое молоко. На первоначальную консистенцию также влияют температуры подогревания и сгущения в вакуум-аппарате.

Сгущенное молоко с сахаром имеет тенденцию с течением времени становиться более вязким, пока в некоторых случаях оно не достигнет консистенции густого сиропа или мягкого сыра и не может вытекать из наклоненной банки. Потребитель протестует против такого продукта и загустевшее молоко обыкновенно возвращается обратно.

Загустевание—это весьма обычный порок у молока, выработанного в конце весны и в начале лета; к нему имеет предрасположение молоко, которое хранится в течение значительного периода времени при температуре выше комнатной. Данные, которые показывают результаты внимательного и глубокого изучения причин этого порока, немногочисленны,

а имеющиеся под руками сведения неполны. Однако проделана достаточная работа для того, чтобы дать понять, что прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром может произойти вследствие действия бактерий или физических причин или того и другого вместе.

Загустевание вследствие действия бактерий. Там, где загустевание происходит от действия бактерий, оно обыкновенно сопровождается увеличением кислотности и неприятным, затхлым и часто сырным вкусом молока. Если молоко разбавить водой и подогреть, то выделяется сгусток. В таком загустевшем молоке содержится очень много бактерий.

Андрус (89) нашел большие количества (от 100 000 до 1 000 000 на грамм) S. pyogenes и Staph. aureus и albus в загустевшем сгущенном обрате с сахаром. Кукси (90) сообщает о загустевшем сгущенном молоке с сахаром с высокой кислотностью, из которого он выделил staphilococci, B. subtilis, B. mesentericus и дрожжи. Грейг Смит (91) нашел большие количества кокков в сгущенном молоке с сахаром, которое свернулось (загустело). Работа Дугардина (92) также показывает, что загустевшее молоко обладало высокой кислотностью.

Вышеуказанные анализы ограничивались главным образом бактериологическими подсчетами из заводских образцов сгущенного молока с сахаром, но не было сделано попытки воспроизвести загустевание посредством внесения чистых культур преобладающих видов, найденных в пораженных этим пороком образцах молока. Следовательно, их результаты не представляют какой-либо осязаемой ценности в смысле разрешения проблемы бактериального загустевания.

Виды бактерий, вызывающих загустевание. Кажется, что опыты Райса и Даунс (15) являются единственной опубликованной работой, которая дает непосредственное доказательство того факта, что некоторые виды бактерий обладают способностью производить быстрое загустевание сгущенного молока с сахаром. Эти исследователи нашли, что бактериальное загустевание проявлялось вследствие присутствия кокков, которых они выделили в сущности из всех образцов сгущенного молока с сахаром, купленных на рынке.

В то время, как работа авторов приостановилась в связи с точным учетом разных видов бактерий, отличительных черт их культивирования и т. д., они определили, что эти кокки имеют достаточно низкую термическую точку смерти и легко уничтожаются температурой подогревания. Следовательно, они пришли к заключению, что эти кокки не перенесены в сгущенное молоко из свежего, но что сгущенное молоко загрязняется ими на заводе между вакуум-аппаратом и запаянными жестянками. Их заключение относительно источника загрязнения кроме того поддерживает тот факт, что они были в состоянии получить культуры микробов, пользуясь материалом, взятым из разных мест и оборудования завода, как напр. при укупорке из бака, в котором производится охлаждение, из оскребков со стен и пола завода, слизи из помещения для посолки сыра и т. д. Этот материал был введен в нормальное сгущенное молоко, в котором концентрация была доведена при помощи воды до 70,65% и 60% общего сухого вещества. После выдерживания в течение двух недель все образцы приобрели плотную консистенцию, кислотность увеличилась и бактериологические анализы обнаружили почти чистую культуру этих кокков. Однако не было приготовлено контрольных образцов для изучения влияния разбавления водой без внесения извне культур микробов.

Бактериальное загустевание задерживается повышением концентрации сахарозы. Введение в нормальное сгущенное молоко с сахаром сахарозы в разных ее количествах по отношению к воде показало, что рост этих кокков можно полностью задержать и наверняка предотвратить загустевание, если концентрация сахарозы достаточно высока. Их результаты выражаются в единицах сахарного отношения. Под сахарным отношением здесь подразумевается процент сахарозы в воде сгущенного молока, как он определяется посредством деления процента сахарозы, помноженного на 100, на сумму процента сахарозы и процента воды.

Таким образом Райс и Даунс (15) нашли, что сахарное отношение 64,5 наверняка предупреждает загустевание и что сахарное отношение 63,5 дает довольно надежную точку, при которой устраняется опасность уплотнения и развития неприятных привкусов в сгущенном молоке с сахаром.

Исходя из сахарного отношения 64,5, сгущенное молоко с сахаром, стандартизованное на содержание 28,5% общего сухого вещества молока, должно бы содержать 46,7% сахарозы. Процент общего сухого вещества в таком молоке был бы $46{,}1 + 28{,}5 = 74{,}6\%$. Сахарное отношение составляло бы $\frac{46{,}1 \cdot 100}{46{,}1 + 25{,}4} = 64{,}5$.

Предположив, что сырое молоко, которым пользовались, содержало 12,4% общего сухого вещества, количество сахара, добавленное 100 *кг* жидкого молока на должно бы быть $\frac{12{,}4 \cdot 46{,}1}{28{,}5} = 20$ *кг*.

Бактериальное загустевание повышает кислотность сгущенного молока. Райс и Даунс (15) заметили, что бактериальное загустевание неизменно сопровождается заметным повышением титруемой кислотности и изменением запаха и вкуса молока. В загустевшем молоке кислотность составляла свыше 39° Тернера (0,35% кислоты), причем в большинстве образцов загустевшего молока кислотность была между 55° и 83° Тернера (0,50% и 0,75% молочной кислоты) и в исключительных случаях она превышала 111° Тернера (один процент). Запах они назвали «фруктовым», он не был неприятен, а вкус оказался «неприятным». Их описание наводит на мысль о том, что в молоке в которое они ввели культуру и которое вследствие этого загустело, развились запах и вкус, сходные с теми, которые характерны для большого количества загустевшего заводского сгущенного молока с сахаром.

Бактериальное загустевание уменьшает процент сахарозы и увеличивает процент молочного сахара. Химические анализы образцов молока во время опытов до и после выдерживания в термостате обнаружили определенное уменьшение содержания сахарозы и увеличение процента молочного сахара после выдерживания в термостате, когда первоначальное отношение сахара было ниже 63,5, и никакого изменения, если первоначальное отношение сахара было 63,5 или выше. Результаты показаны в таблице 44.

Приводимая таблица ясно показывает, что молоко, в которое вводились виды кокков, вызывающих загустевание, потерпело заметное уменьшение количества сахарозы, если сахарное отношение было ниже 63,5, и что содержание сахарозы осталось в сущности без изменения, когда сахарное отношение было 64,5 или выше. Увеличение процента молочного сахара, очевидно, только кажущееся и, как указывают эти иссле-

Таблица 44

Процент сахарозы и молочного сахара в сгущенном молоке с сахаром, в которое вводились кокки до и после выдерживания в термостате при 80 °Ц

Опыты		% сахарозы	% воды	Сахарное отношение	До выдерживания в термостате		После выдерживания в термостате	
					% сахарозы	% молочного сахара	% сахарозы	% молочного сахара
3 [1]	1	44,30	25,60	63,37	44,30	12,35	36,43	16,96
	3	43,95	26,09	62,75	43,95	12,25	38,81	15,13
	13	41,40	29,98	58,00	41,40	11,63	36,15	19,05
4 [2]	1	46,40	24,70	65,25	46,40	Не выяснен.	46,41	Не выяснен.
	2	46,21	25,00	64,88	46,21		46,20	
	3	46,03	25,30	64,53	46,03		45,40	

дователи, оно вызывается инверсией части сахарозы, образуя инверсионный сахар, который поляризуется как молочный сахар. Однако увеличения молочного сахара, за исключением образца 13, недостаточно для того, чтобы компенсировать уменьшение сахарозы, — факт, который авторы приписывают частичному уничтожению сахарозы микроорганизмами.

Кроме того, следует отметить, что образцы 1 и 3 опыта № 3 (см. таблицу 44), оставались нормальной консистенции в продолжение всех 30 дней выдерживания в термостате, но их кислотность повысилась до 53° и 71° Тернера (0,477% и 0,639% молочной кислоты) соответственно.

Интенсивность и быстрота загустевания при различных сахарных отношениях зависит от количества и активности кокков. Кроме того во время этих опытов было показано, что активность применяемой культуры существенно влияет на сахарное отношение, которое предотвратило бы загустевание. Тогда как культуры, усиленные частыми пересадками в бульоне, требовали сахарного отношения по меньшей мере 63,5 для того, чтобы сделаться неактивными и предотвратить загустевание, старые культуры, которые поступили в лабораторию без пересадки в течение четырех месяцев, при введении их в сгущенное молоко с сахаром не проявили признаков роста при сахарных отношениях между 62,5 и 63 и в некоторых случаях даже 61. Следовательно, когда находили этих кокков в большинстве жестянок заводского молока, обращающихся в местах сбыта, тот факт, что эти кокки были преимущественно в неактивном состоянии, как отмечают авторы, объясняет по крайней мере частично отсутствие загустевания в таких случаях.

Однако, будучи в активном состоянии, эти кокки производили характерное загустевание быстро и интенсивно, как показано в таблице 45, если его не задержать достаточно высоким сахарным отношением (в данном случае 63,5 или выше) или низкой температурой.

Температура хранения является важным фактором при бактериальном загустевании. Оказывается, что температура хранения играет важную роль в бактериальном загустевании сгущенного молока с сахаром. Сведения по данному вопросу неполны, но имеющиеся под руками данные указывают на то, что активность этих кокков бывает гораздо силь-

[1]) Осмотрены после выдерживания в термостате в течение 31 дня.
[2]) Осмотрены после выдерживания в термостате в течение 43 дней.

Таблица 45

Изменения в состоянии сгущенного молока с сахаром, в которое была введена активная культура кокков и которое было выдержано в продолжение 43 дней при 30°Ц.

№ образца	Сахароза	Вода	Сахарное отношение	Консистенция в конце хранения	Ненормальный (фруктовый) запах	Свертывание при нагревании	Кислотность в градусах Тернера
Контрольный . .	46,40	24,70	65,25	Нормальная	Нет	Нет	30
1.	46,40	24,70	65,25	»	»	»	28
2.	46,21	25,00	64,88	»	»	»	28
3.	46,03	25,50	64,53	»	»	»	37
4.	45,86	25,60	64,18	Слабое загустевание	Легкий	Слабое	37
5.	45,66	25,89	63,81	Тоже	»	»	44
6.	45,31	26,47	63,12	»	Сильный	»	57
7.	45,13	26,76	62,77	Сильное загустевание	»	Сильное	68
8.	44,96	27,04	62,44	Тоже	»	»	57
9.	44,78	27,32	62,10	»	»	»	70
10.	44,44	27,85	61,47	»	»	»	77
11.	44,27	28,16	61,12	»	»	»	69
12.	43,77	28,96	60,18	»	»	»	76
13.	43,44	29,50	59,55	»	»	»	75

нее при 30° Ц, чем при обыкновенной температуре 20° Ц. Этот факт наводит на мысль, что там, где держат молоко при обыкновенной или при более низкой температуре и когда оно поступает к потребителю в умеренном поясе, то тенденция к бактериальному загустеванию сводится до минимума и можно с безопасностью пользоваться несколько более низким сахарным отношением, тогда как молоко, предназначенное для тропических стран, потребовало бы высокого сахарного отношения, приведенного выше, для предотвращения бактериального загустевания молока, загрязненного этими кокками.

Концентрация сухого вещества молока не оказывает влияния на бактериальное загустевание. Из работы Райса и Даунса следует, что концентрация сухого вещества не оказывает заметного влияния на бактериальное загустевание сгущенного молока с сахаром и что концентрация сахарозы является главным фактором. Однако молочный сахар в растворе составляет значительное количество сухого вещества молока. Этот факт наводит на мысль, как указывают авторы, что осмотическое давление молочного раствора сахара дополняет влияние осмотического давления раствора сахарозы, так что как молочный сахар, так и сахароза могут способствовать подавлению роста бактерий. Однако, как объяснено под заголовком «Песчанистое сгущенное молоко с сахаром» в настоящей главе, а также в главе XXII, молочный сахар находится всегда в состоянии перенасыщения. Поэтому колебания в перенасыщении сухого вещества молока не вызвали бы изменения в процентном соотношении в растворе молочного сахара в воде. Отношение молочного сахара постольку, поскольку речь идет о молочном сахаре в растворе, было бы всегда одинаковым при данной температуре. Кроме того, повышение температуры с точки зрения осмотического давления молочного сахара имело бы тенденцию скорее к подавлению, чем к ускорению роста бактерий, так как растворимость молочного сахара повышается по мере повышения температуры. При более

высокой температуре вода содержит в растворе больше молочного сахара, отношение молочного сахара было бы выше и осмотический эффект усилился бы. Другие составные части молока не влияют заметно на осмотическое давление, так что колебания в процентном соотношении сухого вещества молока не должны играть важной роли в ускорении или задержании роста бактерий в этом продукте.

Реакции, связанные с бактериальным загустеванием. Если исходить из вышеизложенного о бактериальном загустевании сгущенного молока с сахаром, то непосредственная причина загустевания лежит в высокой его кислотности, образуемой бактериями, которые обусловливают этот порок. Кислота вызывает прогрессивную коагуляцию казеина. Вследствие чрезвычайно вязкой, похожей на сироп консистенции продукта эта коагуляция не достигает образования видимых частиц сгустка, но ограничивается приданием казеину интенсивно коллоидного характера, превращая весь продукт в однородную пастообразную массу, плотность которой увеличивается с течением времени.

Сообщения о более поздних опытах Даунса (16) показывают, что реакция, ведущая к бактериальному загустеванию, может ограничиться не только простым действием развившейся кислоты на казеин, заставляя его претерпевать прогрессивную коагуляцию. Он нашел некоторые микроорганизмы, вызывавшие высокую кислотность сгущенного молока с сахаром, но последнее при этом не загустевало. Кроме того некоторые из микроорганизмов, очевидно, были не в состоянии вызывать брожение как в сахарозе, так и в молочном сахаре, но вызывали загустевание сгущенного молока и появление мягкого сгустка в свежем молоке. Это указывает, что загустевание происходит не от одной только кислоты, но может быть также и от энзимов сычугообразного характера. Даунс (16) предлагает следующеее объяснение: «Очевидно существует более одной разновидности общего типа микроорганизмов, которые могут вызывать загустевание сгущенного молока. Казалось бы, что фактор, который относит их к этому классу, состоит в том, способны они или нет выделять энзим сычугообразного характера, который в состоянии вызывать загустевание.

Помимо этого они могут выделять энзимы, способные вызывать брожение молочного сахара или сахарозы, вырабатывая таким образом кислоту в загустевшем сгущенном молоке, причем кислота ускоряет действие энзима. Микроорганизм может дать один или более из этих энзимов или любую комбинацию их, будучи таким образом в состоянии создавать различные условия».

Наблюдения Даунса наводят на мысль о том, что загустевание вызывается сычугообразным энзимом, вырабатываемым микроорганизмом, являющимся причиной загустевания. Он нашел, что этот микроорганизм принадлежит к типу Micrococcus lactis albidus. Он имеет термическую точку смерти 63° Ц в сгущенном молоке. Если он находится в сыром молоке, то он, следовательно, не пережил бы процесса производства: найдено, что присутствие его в жидком молоке является необычным. Поэтому наиболее вероятный источник загрязнения им находится на заводе, что было также продемонстрировано Райсом и Даунсом. Следовательно, для предупреждения бактериального загустевания, вызываемого этим микроорганизмом, необходимо прежде всего позаботиться о самой тщательной чистоте всего оборудования и защите сгущенного молока от соприкосновения с воздухом между вакуум-аппаратом и укупоркой банок.

Однако вышеуказанное объяснение не исключает возможности загустевания самого раствора сахара в результате действия бактерий. Неопубликованные экспериментальные данные Кордеса (93) указывают на то, что некоторые виды бактерий, способные развиваться в концентрированных растворах сахарозы, в состоянии значительно повышать вязкость раствора сахарозы. Кордес нашел кокки несколько удлиненной формы, которые делали раствор сахарозы чрезвычайно вязким и тягучим. Он склонен приписать такое состояние присутствию этих микроорганизмов в виде цепочек и в столь больших количествах, что они способны создать такое состояние посредством механического сцепления этих зародышей друг с другом наподобие культур S. lactis и L. bulgaricus, которые могут делать молоко и сливки вязкими и тягучими.

Эти данные относительно бактериального загустевания в общем согласуются с практическим опытом в заводском производстве, что определенно показано и подчеркнуто Ханзикером в его прежних сообщениях в том смысле, что в особенности в начале лета, когда тенденция сгущенного молока с сахаром к загустеванию бывает очень сильна, добавление к сгущенному молоку сахарозы сверх того количества, которое в иное время считается нормальным, значительно замедляет загустевание. Ханзикер (94) указал на возможное близкое сродство этого загустевания с сладко творожистым брожением в жидком молоке и нашел, что около 45% содержания сахарозы было достаточно для предупреждения загустевания.

Загустевание вследствие физических причин. Другой вид загустевания, который отличается по ходу процесса, результатам и причинам от бактериального загустевания, описанного в предыдущих параграфах, относится к прогрессивному повышению вязкости сгущенного молока с сахаром, которое не сопровождается ни нарастанием молочной кислоты, ни развитием легко отличимого неприятного вкуса. Если молоко разбавить водой, то не наблюдается отстанивания творожистых хлопьев и в более ранних стадиях загустевания сгущенное молоко можно помешиванием вновь превратить в однородную жидкость, которая напоминает первоначальное жидкое состояние молока. Однако в последующих стадиях оно приобретает желеобразный характер, который остается навсегда. Думают, что этот тип загустевания бывает вследствие физических изменений и что он обусловливается не бактериями, а другими факторами.

Роджерс, Дейтцер и Эванс (8) подвергли этот вид загустевания всестороннему обследованию. Они изучали влияние на вязкость и загустевание таких факторов, как содержание воздуха, концентрация сахарозы, концентрация сухого вещества молока, отношение альбумина, казеина и минеральных солей, температура подогревания и температура хранения. Их результаты рассматриваются ниже [1]).

[1]) Вязкость законченного продукта была измерена в вискозиметре, сконструированном д-ром Кларком в их лаборатории. Он состоял в основном из тяжелого медного цилиндра подвешенного на стальной проволоке в большем цилиндре, который вращался при помощи электро-мотора и поддерживался автоматически при постоянной скорости. Вращающийся цилиндр был снабжен водяной рубашкой и температура в нем поддерживалась 40° посредством электрического нагревательного прибора.

Молоко подогрели до 40°C перед тем, как его поместить в вискозиметр. Вращение подвешенного цилиндра вследствие вязкости молока отсчитывали по стрелке, вращающейся поверх градуированного круга или для более точных измерений посредством отсчета через окуляр шкалы, отраженной в маленьком зеркальце, установленном вверху цилиндра. Показания не стандартизованы и имеют только относительную ценность. Нормальное сгущенное цельное молоко должно показывать от 5° до 12° по стрелке или от 10° до 24° на шкале окуляра. Все показания вискозиметра, приведенные в этих таблицах, переведены в градусы по шкале окуляра.

Влияние присутствия или отсутствия содержащегося воздуха на загустевание. Влияние содержащегося воздуха на вязкость и на прогрессивное загустевание показано в таблице 46. В этом опыте пользовались сгущенным обратом с сахаром, содержащим 28% сухого вещества молока. Обрат подогревали при 63° Ц и сгущенный обрат хранили при 30° Ц.

Таблица 46

Влияние содержащегося воздуха на вязкость и прогрессивное загустевание сгущенного обрата с сахаром

Продолжительность хранения	Вязкость, выражающаяся в градусах на шкале окуляра вискозиметра Кларка	
	Банки, закупоренные при атмосферном давлении (градусы шкалы окуляра)	Банки, закупоренные под вакуумом (градусы шкалы окуляра)
4 дня	2,1	2,1
18 дней	3,1	2,5
33 дня	3,6	2,9
67 дней	4,8	4,3
88 »	7,5	9,3
116 »	14,2	13,0

Результаты, приведенные в таблице 46, ясно показывают, что первоначальная вязкость как в молоке, укупоренном под атмосферным давлением, так и в вакууме была одинакова, и загустевание прогрессировало в сущности с такой же скоростью и до таких же пределов в присутствии, так и в отсутствии воздуха. Следовательно, воздух не оказывает заметного влияния на вязкость и загустевание сгущенного молока с сахаром, поскольку речь идет о загустевании вследствие физических изменений.

Так как бактерии, которые способны вызывать загустевание, преимущественно аэробны, то все-таки вполне вероятно, что бактериальному загустеванию, которое изучали Райс и Даунс, способствует наличие воздуха, и его можно было бы задержать, если не совсем предотвратить посредством вакуумизации молока.

Влияние кислотности на вязкость и прогрессивное загустевание. Выше было сказано, что в случае бактериального загустевания сгущенного молока с сахаром загустевание обыкновенно сопровождалось, если не вызывалось увеличением титруемой кислотности. Роджерс и сотрудники определили вязкость образцов сгущенного молока, в котором первоначальная концентрация водородных ионов была усилена прибавлением молочной кислоты. Кислотность выражается в pH по шкале Соренсена, которая изменяется обратно пропорционально кислотности. Здесь опять пользовались сгущенным обратом с сахаром с содержанием 26% сухого вещества молока. Температура подогревания была 63% Ц, а температура хранения 30° Ц. Результаты показаны в таблице 47.

Таблица 47 показывает, что первоначальная кислотность во всех образцах была низкой, и Роджерс и сотрудники сообщают, что она держалась почти без изменения в течение 58 дней при 30° Ц и они не в состоянии были обнаружить, что какое-либо колебание кислотности в нормальных пределах оказывает заметное влияние на вязкость. Эти результаты ясно указывают на то, что незначительные изменения перво-

ТАБЛИЦА 47

Влияние кислотности на вязкость и прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром

	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка			
	pH	pH	pH	pH [1])
До сгущения	6,51	6,41	6,30	6,63
После сгущения	6,17	6,10	6,00	6,62
	Градусы	Градусы	Градусы	Градусы
2 дня	3,4	3,0	3,3	3,5
10 дней	3,4	3,1	3,3	4,0
17 »	3,4	2,8	3,6	4,1
30 »	3,6	3,6	3,8	4,3
58 »	6,3	4,1	4,2	—

начальной кислотности если и оказывают, то лишь небольшое влияние на загустевание сгущенного молока с сахаром.

Влияние концентрации сахарозы на вязкость и прогрессивное загустевание. В этом опыте сахарное отношение (процент сахарозы, растворенной в воде сгущенного молока) в трех различных партиях сгущенного молока с сахаром составляло 54, 58 и 62. Сгущенное молоко содержало 28% сухого вещества молока. Температура подогревания была 48° Ц и температура хранения 30° Ц. Вязкость показана в таблице 48.

ТАБЛИЦА 48

Влияние концентрации сахарозы на вязкость и прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром.

Время хранения	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка		
	Концентрация сахарозы		
	54 процента градусы	58 процентов градусы	62 процента градусы
1 день	3,5	4,0	8,0
13 дней	5,0	6,0	15,0
21 день	20,5	8,5	15,0
32 дня	76,0	18,0	22,0

Как и можно было ожидать, первоначальная вязкость увеличилась с повышением концентрации сахарозы. Было некоторое повышение вязкости молока, содержащего 58% и 62% сахарного раствора через 32 дня, причем первоначальное отношение вязкости между этими двумя образцами молока осталось то же самое. В молоке, содержащем 54%-ный раствор сахарозы, оказалось одинаковое незначительное увеличение вязкости в течение первых двух недель, но после этого молоко быстро загустело и к концу 32-дневного периода оно достигло состояния плотного желе. Кроме того Роджерс и сотрудники сообщают, что появление сгустка, запаха и вкуса указывали на то, что низкая концентрация сахара допускает рост бактерий, которые могут послужить

[1]) Нейтрализовано из расчета pH = 6,30.

причиной быстрого и интенсивного загустевания. Сведений относительно кислотности этого загустевшего молока не имеется.

Вышеуказанные результаты в общем согласуются с открытиями Райса и Даунса (15), которые показали, что при низком сахарном отношении происходит бактериальное загустевание. В их опытах концентрация сахара, потребная для того, чтобы остановить бактериальное загустевание, была значительно выше, однако они также доказали, что задерживающее действие различных концентраций сахара в значительной мере зависит от активности применяемой культуры. В то время как внесение в высшей степени жизнедеятельных, вызывающих загустевание кокков давало загустевание молока с концентрацией сахара даже до 63,5%, культуры, жизнедеятельность которых не была усилена, оставались неактивными в растворах сахара, содержащих от 60 до 61% сахарозы, и во всех их опытах, где имело место загустевание, вызывавшие его бактерии находились в больших количествах вследствие обильного их внесения. Является нормальным предположение, что в опытах Роджерса случайное загрязнение бактериями, вызывающими брожение, было ограничено относительно немногими зародышами и что эти зародыши были более или менее в анабиозном состоянии. Эти условия указывают на то, что достаточно более низкой концентрации, как напр. 58%, для предотвращения загустевания или по меньшей мере для задержания интенсивного загустевания после 32-дневного опытного периода. Вызывающие загустевание бактерии, видимо, находились в сгущенном молоке, изготовленном в лаборатории и удаленном от обычного источника заводского загрязнения, так как эти образцы для опытов подогревались, чтобы предотвратить их уничтожение в исходном сырье при низкой температуре (48° Ц).

Эти результаты наводят на мысль о том, что концентрация сахара не вызывает в молоке иных физических изменений кроме неизбежного незначительного повышения вязкости в результате добавочной вязкости самого сахарного сиропа. Когда концентрация сахара падает ниже точки, при которой она способна подавить бактериальную деятельность, то происходит бактериальное загустевание, если только находятся бактерии, способные на такую деятельность. Работа Райса и Даунса показывает, что вызывающие загустевание кокки бывают в большей части сгущенного молока. Если они находятся в больших количествах и жизнедеятельном состоянии, то требовалась концентрация сахара по меньшей мере 63,5%-ного раствора сахарозы в воде для предотвращения загустевания.

Однако Лейтон и Дэйпер (9) в результате более поздней работы пришли к заключению, что сахароза слегка умеряет опасность загустевания при подогревании. Они нашли, что влияние различных температур подогревания было в сущности противоположным для сгущенного молока с сахаром по сравнению с выпарным молоком. Они думают, что влияние сахарозы помимо разжижающего действия заключается в химическом эффекте, вызванном ее действием на металлические соли молока. Их результаты показывают, что влияние сахарозы выражается в лишении продукта стабильности при подогревании до 95°Ц и в придании ему стабильности при 120° Ц.

Влияние температуры хранения на прогрессивное загустевание. Что температура, при которой хранится сгущенное молоко с сахаром, оказывает весьма заметное влияние на тенденцию молока к загустеванию с течением времени—это хорошо известный факт в продолжение многих

лет в практике заводов, вырабатывающих сгущенку. Высокая температура хранения ускоряет загустевание. Райс и Даунс доказали, что бактериальное загустевание прогрессирует гораздо быстрее при 30°Ц, чем при обыкновенной температуре 20°Ц. Роджерс и сотрудники изучали влияние температуры хранения с точки зрения загустевания вследствие физических изменений. Результаты их работы суммированы в таблице 49. В этом опыте сгущенное молоко содержало 8,2% жира, 28,57% всего сухого вещества молока, 71,77% всего сухого вещества. Следовательно, содержание сахарозы было 43,2% и концентрация сахарозы в воде (сахарное отношение) была 60,5%. Молоко подогревали при 75°Ц и опытные образцы хранились при 10°Ц, при 20°Ц, при 30°Ц и при 37°Ц.

Таблица 49

Влияние температуры хранения на прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром

Продолжительность хранения в днях	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка			
	10°Ц	20°Ц	30°Ц	37°Ц
1 день	5,0	5,0	5,0	5,0
11 дней	5,0	6,0	—	24,0
21 день	5,0	8,0	14,0	36,0
31 »	5,0	9,0	18,0	40,0
59 дней	5,0	20,0	30,0	74,0
94 дня	5,0	26,0	33,0	76,0
121 день	5,0	27,0	33,4	78,0

Цифры в вышеприведенной таблице полностью подтверждают практический опыт работника завода, производящего сгущенку, что высокая температура хранения вызывает быстрое загустевание сгущенного молока с сахаром. Многозначительным фактом здесь является то, что загустевание можно совсем предотвратить, выдерживая молоко при столь низкой температуре, как напр. 10°Ц. Этот факт целиком подтверждается наблюдениями автора над сотнями партий, хранившихся в холодных камерах при температурах, колеблющихся от 7° Ц до 12° Ц. Молоко неизменно сохраняло свою первоначальную консистенцию, в нем не оказывалось признаков загустевания, между тем как образцы того же самого молока, сохранявшиеся даже при комнатной температуре, постепенно становились более вязкими. Опыты Роджерса также показывают медленное повышение вязкости при 20° Ц и несколько более быстрое загустевание при 30° Ц. При температурах более 30° Ц загустевание быстро увеличивалось. Эти исследователи сообщают, что характер загустевания даже при 37°Ц не указывал на бактериальное брожение и при взятии пробы не было обнаружено роста бактерий, который бы объяснил эту перемену. Точность этих наблюдений и выводов подкрепляется кроме того открытиями Райса и Даунса, которые сообщают, что бактерии, вызывающие загустевание, над которыми они работали, не могли переносить обычных температур, применяемых в производстве, и что наличие этих бактерий в сгущенном молоке надо приписать загрязнению на заводе после выработки. В самом деле они воспроизвели бактериальное загустевание посредством введения

в нормальное молоко вещества, взятого из оборудования для охлаждения и с заводских стен и пола.

Так как опыты Роджерса производились со сгущенным молоком, подогреваемым при 75°Ц, имеется основание думать, что сгущенное молоко было лишено вызывающих загустевание бактерий, перенесенных из сырого молока. Производственная обработка молока и получение готового продукта производилась главным образом в стеклянной посуде в лаборатории, при отсутствии обычных заводских источников загрязнения. Поэтому загрязнение сгущенного молока причиняющими загустевание бактериями до такой степени, чтобы вызвать бактериальное загустевание, в этом случае невероятно. Не было сделано попытки объяснить природу этого загустевания, происходящего, повидимому, вследствие физических изменений, которые протекают быстрее при более высоких температурах хранения.

Влияние концентрации молока на прогрессивное загустевание. В заводском производстве давно известно, что тенденция к загустеванию усиливается с повышением концентрации сухого вещества молока. На некоторых заводах это повело к обычаю сгущать до более низкой концентрации в те времена года, когда в молоке проявляется ненормальная тенденция к загустеванию, что, как показал практический опыт, наблюдается в начале лета. Опыты Райса и Дауиса показали, что концентрация сухого вещества молока не оказывает заметного влияния на бактериальное загустевание, что оно в сущности обусловливается сахарным отношением. С другой стороны, Роджерс, Деттер и Эванс показывают, что концентрация сухого вещества молока играет видную роль при загустевании, происходящем вследствие физических изменений, когда молоко подогрето при высоких температурах, общепринятых в заводской практике. Их опыты производились со сгущенным обратом с сахаром, содержащим 24%, 26% и 28% сухого вещества молока, подогретым при 80°Ц и сохранявшимся при 30°Ц. Результаты показаны в таблице 50.

ТАБЛИЦА 50

Влияние концентрации на прогрессивное загустевание сгущенного обрата с сахаром

Период хранения	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка		
	Обезжиренное сухое вещество молока		
	24% градусы	26% градусы	28% градусы
1 день	4,0	6,0	10,50
12 дней	6,0	20,0	50,00
24 дня	10,0	38 0	260,00
34 »	15,0	50,0	Сверх предела

Весьма заметное усиление загустевания сгущенного обрата с сахаром, показанное в вышеприведенной таблице, возбудило вопрос о том, какая из составных частей молока является причиной такого ярко выраженного изменения. Оказывается, что жир в силу его физической природы защищает в известной мере молоко от загустевания. Это предположение поддерживается также заводским опытом, указывающим на то, что тенденция к загустеванию бывает гораздо сильнее у обрата, чем

у цельного молока. Это можно приписать более высокой концентрации обезжиренного сухого вещества в сгущенном обрате, чем в сгущенном цельном молоке и отрицательному влиянию самого жира. Оказывается, что молочный сахар также не является решающим фактором в прогрессивном загустевании.

Но не так обстоит дело с белками молока, из которых казеин и альбумин являются наиболее важными представителями. Их коллоидный характер и структурная неустойчивость при нагревании, бактериальная активность кислоты и соли ясно дают понять, что они играют важную роль в загустевании сгущенного молока. Роджерс и сотрудники изучали отношение как казеина, так и альбумина к этому явлению загустевания путем сравнения вязкости молока, из которого казеин и альбумин были уже удалены, с образцами нормального молока той же самой партии. Различные образцы молока были стандартизованы до концентрации молочного сахара 16,44% и концентрации сахарозы 60% в каждом случае, и содержание жира равнялось 0%. Все образцы были подогреты при 96°Ц и хранились при 30°Ц. Результаты показаны на таблице 51.

ТАБЛИЦА 51

Отношение альбумина и казеина к прогрессивному загустеванию сгущенного обрата с сахаром

Период хранения	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка		
	Нормальный сгущенный обрат	По удалении казеина	По удалении казеина и альбумина
2 дня	36	12	2
9 дней	260	16	2
32 дня	Сверх предела	30	2

Вышеприведенные результаты показывают, что и первоначальная вязкость и прогрессивное загустевание главным образом обусловливаются казеином и альбумином молока. При производстве и хранении при повышенных температурах, ускоряющих загустевание нормального сгущенного молока, отсутствие казеина значительно понижало первоначальную вязкость и прогрессивное загустевание. Отсутствие того и другого, т. е. и альбумина и казеина, совершенно предотвращало загустевание. Этим можно объяснить, по крайней мере отчасти, практический опыт в заводском производстве вообще в отношении того, что в сгущенном молоке с сахаром, изготовленном в начале лета (в мае и июне), тенденция к загустеванию бывает ненормально высока. В это время большинство коров отелилось или телится и, как указано в главе XXII, содержание альбумина и казеина в молоке в начале лактационного периода бывает относительно высоким. Наличие молозивного молока с его весьма высоким общим содержанием белков, в особенности альбумина и глобулина, само собой разумеется, сильно повышает реакцию загустевания.

Влияние температуры подогревания на прогрессивное загустевание. Белки молока очень чувствительны к нагреванию. Их неустойчивость при нагревании хорошо известна. С тех пор как нашли, что альбумин и казеин столь сильно влияют на вязкость сгущенного молока, важно

было определить, до какой степени температура, до которой нагревают молоко в подогревателе, обусловливает это влияние. Таблица 50 показывает, что загустевание усиливается с повышением концентрации сухого вещества молока. Таблица 51 подчеркивает, что это влияние обусловливается белковой частью молока. В опытах, которые суммированы в таблицах 50 и 51, пользовались высокими температурами подогревания, а именно: 80°Ц и 96°Ц. Роджерс и сотрудники пополнили эти опыты двумя добавочными сериями, в которых температура подогревания была снижена до 60°Ц и 63°Ц соответственно.

Таблица 52 показывает влияние низкой температуры подогревания на тенденцию к загустеванию трех партий сгущенного обрата с сахаром с различной концентрацией сухого вещества молока. Эти три партии подверглись во всех отношениях одинаковой обработке, как и партии, представленные в таблице 50, за исключением того, что здесь температура подогревания была понижена до 60°Ц, тогда как таблица 50 показывает температуру подогревания 80°Ц. Все партии хранилить при 30°Ц.

Таблица 52

Влияние более низкой температуры подогревания (60°) на загустевание сухого вещества молока

Период хранения	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка		
	Обезжиренное сухое вещество молока		
	20%	24%	28%
1 день	1,0	2,5	4,5
13 дней	2,0	2,0	5,0
25 »	2,0	2 0	8,0
35 »	2,0	2,0	16,0

Цифры, представляющие вязкость в вышеприведенной таблице, показывают, что низкая температура подогревания (60°Ц) создавала весьма низкую первоначальную вязкость молока всех трех концентраций сухого вещества молока. Не было прогрессивного загустевания в молоке, содержащем 20% и 24% обезжиренного сухого вещества молока и даже при 28% сухого вещества загустевание было относительно незначительно.

Влияние более низкой температуры подогревания на загустевание вследствие наличия альбумина и казеина показано в таблице 53. Порядок экспериментирования здесь был сходен с таковым в опыте, результаты которого показаны в таблице 51, за исключением того, что здесь применяли температуру подогревания в 63°Ц против 96°Ц в таблице 51. Содержание молочного сахара во время опыта, показанного в таблице 53, было 16,3% и раствор сахарозы в воде содержал 60% сахарозы. Все партии хранились при 30° Ц.

Эти результаты вновь показывают, что низкая температура подогревания очень сильно понижала тенденцию к загустеванию. В молоке, из которого был удален казеин, не наблюдалось повышения вязкости. Это указывает на то, что при низкой температуре подогревания изменения в вязкости, если и были, не имели отношения к содержанию альбумина молока. Роджерс и сотрудники (8) в дополнительных опытах нашли, что когда температура подогревания была 90°Ц, то первона-

Таблица 53

Влияние низкой температуры подогревания +63°Ц на загустевание альбумина и казеина

Период хранения	Вязкость, выраженная в градусах по шкале окуляра вискозиметра Кларка		
	Нормальный сгущенный сбрат	По удалении казеина	Казеин и альбумин удалены, казеин вновь замещен
2 дня	6,0	2,0	2,0
9 дней	5,0	2,0	2,0
30 дней	9,0	2,0	16,0
74 дня	74,0	2,0	260,0

чальная вязкость и повысившаяся вязкость в различные периоды хранения была в прямой пропорциональности к количеству находящегося альбумина. Когда температуру подогревания поддерживали ниже 60°Ц, первоначальная вязкость была одинаковой для всех партий и изменения, которые были невелики, не имели отношения к содержанию альбумина в молоке. Следовательно, альбумин оказывается фактором только тогда, когда его нагревают выше его точки коагуляции.

Таблица 53 не показывает повышения вязкости, когда казеин был удален, но показывает заметное повышение вязкости, когда альбумин и казеин были удалены и казеин вновь замещен. Роджерс и сотрудники, указывая на то, что молоко, подвергнутое такой обработке, не вполне сравнимо с нормальным молоком, считают, что казеин является наиболее важным фактором, обусловливающим вязкость сгущенного молока с сахаром.

Те же самые исследователи также изучали влияние температуры вакуум-аппарата и пришли к заключению, что при обычных обстоятельствах работы температура вакуум-аппарата бывает слишком низка для того, чтобы воздействовать на альбумин или казеин. Во время этого исследования было уделено внимание возможности перегревания слоя молока, находящегося в непосредственном соприкосновении с нагретыми паром змеевиками.

Лейтон и Дейшер (9) в результате более поздних исследований относительно влияния температуры подогревания на прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром пришли к заключению, что подогревание придает неустойчивость составным частям молока. Однако они нашли, что в сгущенном молоке с сахаром температура подогревания 65°Ц слегка стабилизирует законченный продукт по сравнению с неподогретым продуктом; при 75°Ц также наблюдается незначительная стабилизация; при 85°Ц наблюдается понижение стабильности, что бывает очень заметным при 95°Ц; повышенная стабильность наступает при подогревании при 110°Ц и 120°Ц. Эти открытия в общем согласуются с данными Роджерса и его сотрудников в пределах колебаний температуры, допущенных в их исследовании.

Влияние составных частей золы молока на прогрессивное загустевание. Теперь хорошо известно, что минеральные соли молока оказывают заметное влияние на поведение и стабильность молока по отношению к действию температуры. Некоторые из составных частей золы находятся в соединении с казеином. Это в особенности касается кальция и фосфора. Содержание лимонной кислоты в молоке, которое ко-

леблется в пределах от 0,1 до 0,274%, бывает в соединении с кальцием, магнием и калием, как сообщают Ван-Слайк и Босворт (50). Соммер и Харт (33) показали, что стабильность молока по отношению к температуре зависит от некоего оптимального баланса между кальцием и казеином и что равновесие кальция и казеина обусловливается главным образом, помимо наличия казеина, количеством лимонной кислоты, фосфора и магния, как подробно объяснено в главах XIV и XXII.

Кроме того Соммер и Харт установили, что в большинстве случаев коагуляции свежего и выпаренного молока при относительно низкой температуре нагревания неустойчивость казеина бывает вследствие излишка кальция и что прибавление к такому молоку нитратов или фосфатов восстанавливало надлежащее равновесие кальция и казеина и повышало температуру коагуляции. Вышеуказанные исследования были сделаны в связи с выпаренным молоком, так как в этом продукте, вследствие высоких применяемых температур стерилизации, температура коагуляции является важным фактором.

Роджерс, Дейшер и Эванс (23) в более поздней работе и еще позже Лейтон и Дейшер (9) показывают, что на температуру коагуляции выпаренного молока также весьма существенно влияла температура подогревания. В то время как допускают, что частично действие температуры подогревания проявляется вследствие осаждения части альбумина во время подогревания, как указывает Соммер (29), вполне вероятно, что понижение температуры коагуляции выпаренного молока при подогревании частично происходит вследствие осаждения некоторых из растворимых солей кальция, так же как и других еще не вполне уясненных перемещений в отношении кислоты и основания, влияющих на стабильность казеина.

Это предположение, кроме того, подкрепляется работой Роджерса и сотрудников (8) со сгущенным молоком с сахаром, которая показывает (см. таблицу 51), что удаление казеина значительно ослабляет прогрессивное загустевание даже при высоких температурах подогревания.

В опытах, в которых было добавлено даже до 2,8 *г* лимонно-кислого кальция на 3 500 *г* молока, повышение общего количества лимонно-кислых солей приблизительно на 28% не оказало заметного влияния на вязкость сгущенного молока, сохранявшегося при 30°Ц. Однако это не удивительно, так как добавленный в виде соли кальция цитрат, очевидно, не мог сколько-нибудь заметно повлиять на равновесие кальция и казеина. В дальнейших опытах вместо лимонно-кислого кальция были добавлены молекулярные количества одноосновного и двухосновного фосфорнокислого калия. Одноосновная соль была добавлена в количествах, эквивалентных приблизительно 5% общего количества фосфатов молока. Эти количества лишь слегка повышали вязкость. Разница между такими образцами молока и контрольными была слишком мала для того, чтобы иметь какое либо значение.

В более позднем опыте эти количества были увеличены от 7 к. с. $\frac{м}{1}$ до 10 к. с. $\frac{м}{1}$ одноосновного, двуосновного и трехосновного фосфорнокислого калия соответственно. Через 48 дней вязкость молока в связи с каждой из этих трех солей очень сильно увеличилась, тогда как первоначальная вязкость для всех образцов, включая и контрольный, была в сущности одинаковой.

Во всех этих опытах молоко было подогрето при низкой температуре 63°Ц, как было показано, загустевание вследствие физических изменений очень сильно замедлялось, если вовсе не прекращалось, так что контрольное молоко, которое не получило добавления солей, имело постоянно пониженную вязкость.

Следовательно, здесь вопрос заключался не в восстановлении равновесия кальция и казеина, нарушенного осаждением части растворимого кальция при нагревании. Эти результаты можно истолковать как указание на то, что добавление больших количеств фосфорнокислых солей калия вызывало недостаток кальция, необходимого для оптимального равновесия кальция и казеина. Они (фосфорнокислые соли калия) делали казеин неустойчивым и тем самым способствовали повышению тенденции к прогрессивному загустеванию.

Лейтон и Дейшер (9) показали, что влияние температуры подогревания на стабильность сгущенного молока с сахаром было почти противоположным ее влиянию на выпаренное молоко. Высокие температуры подогревания до 95°Ц делали сгущенное молоко с сахаром неустойчивым, тогда как они стабилизовали выпаренное молоко. Низкие температуры подогревания—ниже 65°Ц—стабилизовали готовый продукт с сахаром и делали неустойчивым выпаренное молоко. Работа Роджерса и сотрудников показала аналогичное действие температуры подогревания на оба продукта.

Лейтон и Дейшер приписывают эти результаты в отношении сгущенного молока с сахаром действию сахарозы при нагревании. Они указывают, что помимо разжижающего эфекта сахароза может затронуть равновесие солей при различных температурах подогревания посредством реакции с металлами или растворяя некоторые иначе нерастворимые соли кальция или магния. При попытке изучения химического действия сахара они поставили опыт, в котором сахароза была добавлена к одной части молока нормальным путем во время подогревания, ко второй—после подогревания и к третьей—после сгущения. Было сделано сравнение неподогретого молока с молоком, подогретым при 95°, 110° и 120°Ц. Их результаты привели к выводу, что сахар оказывал влияние во время подогревания, во время сгущения и во время процесса коагулирования. Они сообщают, что при температуре подогревания 95°Ц эфект выражался в лишении продукта устойчивости, а при 110 и 120°Ц в придании ему устойчивости.

Эти открытия определенно наводят на мысль, что подогревание молока под давлением выше атмосферного, пользуясь котлами, снабженными паровыми рубашками, как объяснено в главе IV в разделе «Подогревание», может оказаться эфективным средством для того, чтобы свести к минимуму, если не предотвратить совсем, прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром. Этот обычай, кроме того, оказал бы существенную помощь в получении продукта с очень низким содержанием зародышей. Молоко было бы фактически стерильным и путем поддержания высокого стандарта чистоты оборудования и во время обработки молока между вакуум-аппаратом и закупоренными жестянками можно в сущности устранить бактериальную порчу содержимого в запаянной упаковке.

Влияние высокой температуры в вакуум-аппарате на вязкость и прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром. Сгущение при относительно высокой температуре вакуум-аппарата или выдерживание партии в горячем вакууме повышает как первоначальную вяз-

кость, так и прогрессивное загустевание во время хранения. Этот опыт в практическом производстве легко объясним, исходя из влияния температуры на загустевание вследствие физических изменений.

Раньше было сказано, что когда сгущенное молоко подвергается действию 30°Ц, то это ускоряет загустевание. По мере того, как температура подымается сверх вышеуказанной точки, загустевание в высшей степени усиливается. Заканчивание варки при 65°Ц придает молоку более высокую первоначальную вязкость и более сильную тенденцию к прогрессивному загустеванию, чем при температуре от 55° до 60°Ц.

Такое загустевание вследствие высокой температуры в вакуум-аппарате становится в особенности ярко выраженным, если молоко оставляют в горячем вакууме даже только на сравнительно короткое время и особенно если имеются неплотные соединения в клапанах паровой рубашки или змеевиков, что вызывает перегревание молока. Для того, чтобы ослабить тенденцию к загустеванию, следует заканчивать варку под очень низким давлением пара, предпочтительно около 55°Ц, а законченный продукт необходимо удалить и начать охлаждение как можно скорее.

Сводка причин, вызывающих загустевание сгущенного молока с сахаром, и их предупреждение. Загустевание сгущенного молока с сахаром бывает либо вследствие действия бактерий, либо вследствие физических изменений или же по той и другой причине вместе. Основные причины и их предотвращение в практическом производстве можно суммировать следующим образом:

1. Антисанитарное состояние оборудования, как напр. труб, по которым течет молоко, насосов, баков, разливочных машин, и слишком продолжительное соприкосновение с воздухом между вакуум-аппаратом и запаиванием банок, что вызывает чрезмерное загрязнение сгущенного молока бактериями, продукты которых (кислоты или энзимы или те и другие вместе) вызывают впоследствии бактериальное загустевание. Это легче всего предотвратить неослабным вниманием к самой тщательной чистоте всего оборудования и защитой законченного продукта от соприкосновения с воздухом.

2. Низкое содержание сахарозы (низкий процент раствора сахарозы в воде) усиливает тенденцию к загустеванию, потому что оно допускает активность вызывающих загустевание бактерий. Высокое содержание сахарозы задерживает эту активность и предотвращает бактериальное загустевание. Сахарное отношение около 61 (61% раствора сахарозы в воде) задерживает бактериальное загустевание, когда бактериальное загрязнение ограничивается обыкновенно более или менее неактивными формами бактерий. При обильном заражении микроорганизмами с усиленной их активностью требуется концентрация сахара от 63,5 до 64,5 (от 63,5% до 64,5%-ного раствора сахарозы в воде) для того, чтобы успешно задержать бактериальное загустевание.

3. Загустевание из-за различных физических изменений бывает вследствие того, что молоко подвергается действию высоких температур в процессе производства и при хранении.

4. Температуры подогревания 65°Ц или ниже или 100°Ц или выше стабилизуют молоко и ослабляют тенденцию к загустеванию.

5. Заканчивание варки в вакуум-аппарате при температуре не выше 55°Ц, удаление приготовленного молока из вакуума и быстрое охлаждение ослабляют загустевание.

6. Высокая концентрация обезжиренного сухого вещества молока, в особенности концентрация свыше 26%, усиливают загустевание сгущенного молока с сахаром.

7. Высокое процентное соотношение альбумина и казеина и наличие молозива повышает тенденцию к загустеванию. Так как такое состояние склонно преобладать в начале лета, рекомендуется понижать концентрацию сухого вещества молока в это время года.

8. Высокие температуры хранения ускоряют и бактериальное загустевание и загустевание вследствие физических изменений. Загустевание сильно замедляется при обыкновенной температуре и ниже. При температуре между 7° и 12°Ц оно совершенно задерживается.

Комковатое сгущенное молоко с сахаром

Общее описание. Довольно часто в сгущенном молоке с сахаром находят комки различной величины. Они могут быть мягкими и распространиться по всему содержимому банки или могут в особенности появляться в виде местных уплотнений вдоль швов банки, или плавать на поверхности; в последнем случае они обыкновенно бывают твердыми и похожими на сыр белого или желтого цвета.

Причины и предупреждение. Главные причины комковатого сгущенного молока—это плохое качество свежего молока, нечистые трубы на заводе, молоко от новотельных коров, проникновение кислоты припоя в жестяные банки и нечистое и загрязненное состояние последних.

Плохое качество свежего молока и нечистое состояние завода. При вскрытии банки сгущенного молока даже вскоре после того, как ее наполнили, крышка покрывается крупными и мелкими комочками, приставшими к жести и представляющими весьма непривлекательный вид. Это состояние обыкновенно бывает возможно проследить до плохого качества свежего молока, с повышенной кислотностью. Однако в некоторых случаях причина лежит в самом заводе, где ее обычно находят в загрязненном состоянии молочных труб или другого оборудования. В таких случаях тщательный осмотр молочных труб и насосов обнаруживает скопление остатков молока, которые попадают в молоко последующей варки. Там, где существует такое положение, бывает заметно, что первая варка за день содержит больше комочков, чем последующие. Обыкновенно эти комочки не увеличиваются ни в размере, ни в количестве по мере хранения сгущенного молока, но они неприятны на вид и, конечно, не могут увеличить полезности молока для здоровья. Легко может случиться, что они сопровождаются образованием птоманнов. Более строгий осмотр всего свежего молока при поступлении его на завод и тщательная чистка всех молочных баков и молочных насосов, труб и конвейеров обыкновенно предупреждает повторение этого порока.

Молоко от новотельных коров. Ранней весной часто наблюдается на паровой рубашке и змеевиках в вакуум-аппарате толстый слой желатинообразного или комковатого молока. Это, вероятно, происходит вследствие того, что молоко в течение весенних месяцев поступает преимущественно от новотельных коров и может содержать или некоторое количество молозива или ненормально высокое количество альбумина и лактоглобулина. Эти белки чувствительны к действию высокой температуры и легко коагулируют, когда приходят в соприкосновение при высокой концентрации с горячими поверхностями на-

грева змеевиков и паровой рубашки. Это сгустившееся вещество обычно не вытекает из вакуум-аппарата до тех пор, пока большая часть сгущенного молока не будет удалена из вакуума. Следовательно, оно появляется в последней порции. Если молоко в банках смешано с остальным сгущенным молоком, комочки снова появятся в жестяных банках. Там, где встречается это затруднение, рекомендуется отливать в отдельную посуду ту часть варки, которая содержит этот комкообразный продукт. Это молоко с комочками можно вновь растворить в горячей воде и его необходимо снова сгущать в последующей партии. Таким образом завод фактически не терпит убытка. Чтобы не допустить попадания этих комочков в охлаждающиеся банки, на некоторых заводах прикрепляют фильтр к выходному отверстию вакуум-аппарата. Этот обычай не является необходимостью, поскольку он может повредить молоку в вакуум-аппарате. Процеживание сильно замедляет выход из вакуума молока, и последнее задерживается в вакуум-аппарате столь долго, что получается частичное перегревание, вредно отражающееся на качестве.

Таблица 54

Сравнительный состав желатинистого покрова на паровой рубашке и змеевиках и нормального сгущенного молока одной и той же варки, приготовленной 23/IV 1908 г.

	Слой на паровой рубашке и змеевиках (%)	Нормальное сгущенное молоко (%)
Вода	24,76	30,44
Молочный сахар	13,12	13,16
Жир	9,60	7,44
Белок	8,14	7,30
Зола	1,42	1,80
Молочная кислота	0,33	0,40
Свекловичный или тростниковый сахар	41,36	40,02
Итого	98,63	100,46

Вышеуказанные анализы были сделаны с целью определить разницу в химическом составе между той частью партии, которая весною образует желатинистый слой на паровой рубашке и змеевиках, и той частью, которая остается нормальной. Цифры не показывают большой разницы, на которую указывает физическое сравнение этих двух продуктов. Возможно, что наиболее важным пунктом, который вскрывает эти анализы, является то, что в этом слое белков больше, а золы меньше, чем в нормальном сгущенном молоке.

Излишек молочной кислоты в сгущенном молоке и кислота припоя в жестяных банках. Присутствие в сгущенном молоке органических и минеральных кислот сверх количества, содержащегося в нормальном свежем молоке, стимулирует образование комочков.

Чрезмерное содержание кислоты в сгущенном молоке может быть вследствие присутствия больших количеств выделяющих кислоту бактерий, способных развиваться в концентрированном растворе сахарозы и вызывающих брожение сахара дрожжей, или же вследствие пользования содержащим кислоту припоем при изготовлении и запаивании жестяных банок. Сгущенное молоко, в котором происходит кислое или газовое брожение, обыкновенно содержит комочки. Кислота, развивающаяся в нем в результате брожения, свертывает казеин, с которым она приходит в соприкосновение, как объяснено в разделе «Бактериальное загустевание» в этой главе.

Одним из наиболее обычных источников механического загрязнения кислотой сгущенного молока является употребление банок, при изготовлении и запаивании которых пользовались припоем, содержащим кислоту. Припой, имеющий широкое применение, содержит хлористый цинк. Применение кислоты предшествует паянию и некоторое количество ее непременно проникает через швы во внутренность банок. Комочки, получившиеся от этого источника, обыкновенно бывают розового или буровато-красного цвета, в особенности в случае больших количеств кислоты припоя. Хлористый цинк—весьма ядовитое вещество, и его применение для производства жестяных банок, предназначенных для хранения продуктов питания людей, должно быть запрещено законом. Помимо своего вредного действия на здоровье и жизнь потребителя присутствие хлористого цинка даже в небольших количествах в сгущенном молоке понижает его продажную стоимость. В таких банках скапливаются, обычно вдоль швов, комочки и вещества, которые, как найдено, состоят из казеинокислого цинка.

Большинство заводских припоев состоит главным образом из хлористого цинка и содержит в себе много кислоты, хотя многие из них рекламируются как припои, не содержащие кислоты. Для того, чтобы избегнуть появления в сгущенном молоке комочков, получившихся из этого источника, следует пользоваться банками, в производстве и в запаивании которых применяли исключительно не содержащий кислоты припой. Сухая, истолченная в порошок канифоль или канифоль, растворенная в алкоголе или газолине, безвредна в этом отношении и одинаково эфективна, как и припой, содержащий кислоту.

Местные уплотнения («пуговицы») в сгущенном молоке с сахаром. Местные уплотнения, известные производителю сгущенного молока под наименованием «пуговиц», представляют собою тип комочков, отличающихся от тех, которые описаны ранее. Местные уплотнения—это комочки сгустка белка плотной, похожей на сыр консистенции. Они обыкновенно плавают сверху в сгущенном молоке в банке или в бочке. Они являются достаточно твердыми частицами, так что их можно легко удалить и совершенно смыть с них сгущенное молоко. Они бывают различных размеров, в зависимости от периода хранения сгущенного молока и температуры, при которой оно хранилось. Чем дольше хранилось молоко и чем выше температура хранения, тем крупнее размер местных уплотнений. Большинство из них имеет около сантиметра в диаметре, но часто они бывают достаточного размера для того, чтобы покрыть всю поверхность молока в жестянке (рис. 107).

Эти местные уплотнения бывают беловато-бурого до желтовато- или красновато-бурого цвета. Они появляются в старом сгущенном молоке с сахаром чаще, чем в молоке, которое хранилось лишь в течение короткого времени. Они совершенно отсутствуют в свеже-приготовленном сгущенном молоке. Они сами имеют и сообщают сгущенному молоку сырный затхлый вкус и придают всему продукту непривлекательный внешний вид.

Причины местных уплотнений. Практический опыт показал, что местные уплотнения больше всего склонны появляться в сгущенном молоке, находящемся на складе, при упаковке которого не было уделено достаточно внимания санитарным условиям на заводе и состоянию банок или бочек. Применение чистых стерильных банок или бочек и строгие санитарные требования при обращении с продуктом до упаковки значительно понижают этот порок.

Роджерс, Дальберг и Эванс (44) исследовали причины и возникновения местных уплотнений опытным путем. Они нашли, что местные уплотнения вызываются ростом плесени Aspergillus repens и, возможно, другими плесенями, что развитие колонии плесени ограничивается имеющимся кислородом в банке или бочке и что самое уплотнение вероятно происходит вследствие действия энзима, продолжающегося после смерти плесени.

Эти открытия подтверждают более ранние опытные данные автора, который не был в состоянии получить колонии растущих плесеней в нормальном сгущенном молоке с сахаром посредством посева от вполне выросших местных уплотнений.

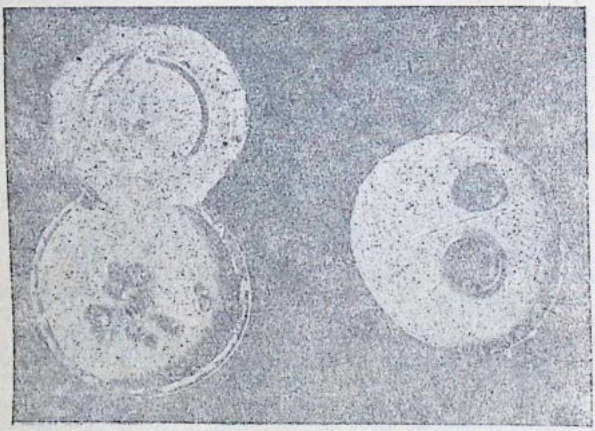


Рис. 107. Типичные местные уплотнения под крышкой, разных размеров. Исчезли все признаки плесени.

Роджерс и его сотрудники установили, что время, требующееся для развития различных стадий местных уплотнений, колеблется в зависимости от температуры, количества имеющегося воздуха и, возможно, от других факторов. Колония плесени обыкновенно появлялась через 5—10 дней. Предполагается, что рост плесени прекращается через две-три недели вследствие истощения запаса воздуха. Через месяц красновато-бурая окраска стала вполне заметной и к концу второго месяца местное уплотнение обычно принимало определенную форму. Расчленение волокна плесени оказалось медленным процессом, растягивающимся свыше 5 и до 6 месяцев.

Предотвращение местных уплотнений. Предотвратить местные уплотнения можно посредством: 1) недопущения загрязнения, 2) низкой температуры, 3) исключения кислорода.

Недопущение загрязнения. Загрязнение сгущенного молока образующими местные уплотнения плесенями может скорее всего случиться во время работы, связанной с охлаждением, выдерживанием и разливанием, и в результате загрязнения банок и бочек.

На заводах, где молоко охлаждается старым способом в открытых 38-литровых флягах, вращающихся в баке с холодной водой и помешиваемых деревянными лопаточками, нетрудно понять причину образования местных уплотнений. При такой системе сгущенное молоко имеет соприкосновение с воздухом в течение нескольких часов, причем 38-литровые фляги и деревянные лопаточки никогда не бывают стерильными и являются богатым источником загрязнения, если не соблюдать особых предосторожностей в отношении санитарного состояния оборудования и воздуха.

На заводах, где применяется непрерывный метод охлаждения и выдерживания сгущенного молока с сахаром, продукт бывает защищен от заводской атмосферы с момента выхода его из вакуум-аппарата до разливания по жестяным банкам, и если оборудование и трубы, которыми пользуются при этой системе, содержатся в чистоте и перед употреблением их тщательно пропаривают, что легко и быстро проделывается с оборудованием такого типа, то можно считать, что загрязнение в значительной степени устранено и приняты меры против появления местных уплотнений (рис. 108).

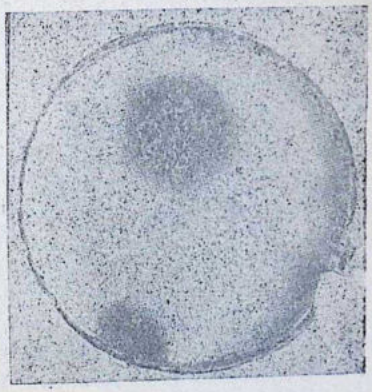


Рис. 108. Местные уплотнения под крышкой в растущем состоянии; плесени все еще весьма заметны.

Порожние жестяные банки на многих заводах содержатся в антисанитарных условиях. Они подвергаются загрязнению из различных источников во время перевозки на завод и при хранении их там. Если эти загрязненные банки впоследствии наполняют сгущенным молоком, то загрязнение продукта неизбежно, и образование местных уплотнений вполне вероятно.

Поэтому жестянки следует защитить от такого загрязнения, которого можно избегнуть, а еще лучше — их стерилизовать перед тем, как наполнить. Можно легко сконструировать практичный стерилизатор порожних жестянок, устроив так, чтобы они проходили дном вверх над целым рядом зажженных газовых горелок — под колпаком. Этим способом с успехом пользуются на некоторых из европейских заводов, и он в значительной мере разрешил для них вопрос о предупреждении местных уплотнений. Ясно, что крышки и разливочные машины должны подвергнуться такой процедуре, чтобы они не могли стать источниками загрязнения. Бочки необходимо пропаривать, а затем перед наполнением парафинировать.

На заводах с деревянными полами, где производится разливка и запаивание, опасность загрязнения плесенью бывает гораздо больше чем там, где имеются бетонные полы.

По Тому и Эйрсу (95) споры плесени Aspergillus repens, так же как и большинства других обыкновенных плесеней, уничтожаются

в течение 30 минут при 60°Ц. Подогревание молока в подогревателях, которое обычно производится при температуре от 82 до 93°Ц, и затем выпаривание в вакуум-аппарате при температуре от 57 и до 65°Ц практически исключают возможность выдерживания этими плесенями процесса производства, если бы они находились в свежем молоке. Поэтому отсюда следует, что их присутствие в законченном продукте объясняется загрязнением сгущенного молока по выходе его из вакуум-аппарата.

Низкая температура. При низких температурах рост плесеней замедляется, если не прекращается совсем. Это также происходит с образующей местные уплотнения плесенью Aspergillus repens. Роджерс и другие (44) заявляют, что эта плесень очень плохо растет при температурах 20°Ц или ниже. Они сообщают, что им никогда не приходилось наблюдать местных уплотнений в сгущенном молоке, со-

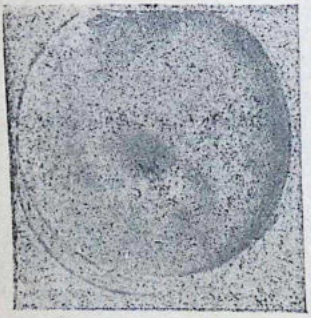


Рис. 109. Развитие местных уплотнений под крышкой под атмосферным давлением.

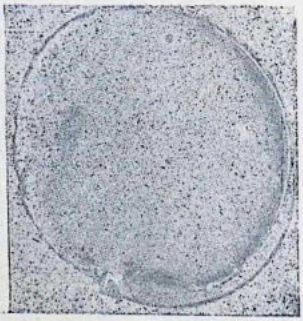


Рис. 110. Отсутствие местных уплотнений под крышкой в банках, укупоренных под вакуумом в 50 *см*.

храняющемся при 20°Ц и ниже. Эти температурные пределы несколько расходятся с опытными данными Ханзикера и практическим опытом работника завода. В заводском производстве хранение сгущенного молока с сахаром при 20°Ц вызовет появление множества местных уплотнений, если в таком молоке содержатся образующие местные уплотнения споры. Выдерживая молоко при температуре около 10°Ц или ниже, можно с большой уверенностью предупредить появление местных уплотнений.

Исключение кислорода. Плесени для своей жизни и роста нуждаются в воздухе. Они не могут развиваться при отсутствии кислорода. Согласно этому Роджерс и другие нашли, что запаиванием банок под уменьшенным давлением от 51 *см* или больше можно полностью предупредить появление местных уплотнений в сгущенном молоке, загрязненном образующими их плесенями. См. также процесс «Термокепт» (рис. 109 и 110).

Вероятно, такого же эфекта можно было бы добиться, если это практически осуществимо, пропустив в банки или бочки какой-нибудь инертный газ с целью удаления атмосферного воздуха.

Газовое брожение в сгущенном молоке с сахаром

Общее описание. Одним из наиболее серьезных пороков в производстве сгущенного молока с сахаром является появление «разбухших головок» у банок. Этот термин применяется к банкам сгущенного молока, содержимое которых претерпевает газовое брожение, в результате чего концы банок вспучиваются от внутреннего давления и часто лопаются по швам. У товара, находящегося в бочке, давлением может сорвать крышку бочки. Такое газовое брожение обыкновенно, хотя не всегда, сопровождается развитием кислоты и образованием комочков.

Перебродившее молоко в промышленном отношении не представляет никакой ценности и означает чистый убыток для завода. Потеря обычно усугубляется тем обстоятельством, что этот порок не сразу бросается в глаза: для его развития требуется несколько недель, причем возможно, что уже выработаны большие количества сгущенного молока, прежде чем обнаружится, что оно порочно. Часть товара может уже поступить к потребителю прежде чем банки начнут вспучиваться, и в таком случае репутация завода (организации) подвергается риску. Бывают примеры, когда этот порок обнаруживается в целых партиях, между тем как иногда лишь несколько банок или ящиков из каждой партии оказываются вспученными.

Причины вспучивания и предупреждение его. В большинстве случаев этот порок — вспучивание — является результатом сильного загрязнения молока специфическими типами микроорганизмов, особенно бродильными дрожжами, которые способны развиваться в высоко-концентрированных растворах сахарозы. Присутствие больших количеств этих вызывающих брожение организмов можно объяснить: загрязнением свежего молока; подогреванием при слишком низкой температуре или в течение слишком короткого времени для того, чтобы обеспечить высокую эфективность в смысле уничтожения зародышей; сильным вторичным загрязнением после сгущения и до укупорки в банки; антисанитарным состоянием оборудования, труб и насосов; продолжительным соприкосновением сгущенного молока с воздухом до разливки по банкам, что стимулирует жизнедеятельность зародышей, уже находящихся в продукте; нечистыми жестянками или жестянками негерметично закупоренными; загрязненным сахаром.

Недостаточная концентрация сухого вещества молока или сахарозы или и того и другого может служить одной из причин вспучивания.

Жестянки могут также вспучиваться в результате соприкосновения последовательно с низкой и высокой температурой в том случае, если жестянки являются не вполне непроницаемыми для воздуха, как напр., жестянки, закупоривающиеся без припоя. В таких примерах вспучивание происходит не вследствие активности микробов, оно вызывается механическим сокращением и расширением; в то время как содержимое таких банок может быть и обыкновенно бывает вполне нормальным, банки бракуются, потому что растянутые концы придают им вспученный вид.

Вспучивание вследствие присутствия в молоке специфических газообразующих организмов. Газовое брожение в сгущенном молоке с сахаром изучалось многими исследователями; их открытия не вполне согласуются между собой в отношении многочисленных более или менее очевидных причин, как, напр., разнообразие микроорганизмов, способных вызывать брожение продукта, степень загрязнения, необходимая

для возникновения этого порока, степень активности микроорганизма, обнаруженного во время осмотра, тщательность исследования и метод, которым пользовались при попытках воспроизвести порок, так же как выведенные заключения при отсутствии достаточных опытных данных.

Кассдеба (96), который исследовал некоторое количество вспученных жестянок, не нашел ни аэробов, ни анаэробов в их содержимом, но заметил некоторое количество плесени. Он пришел к заключению, что вспучивание происходило вследствие химических и физических причин, а не микробиологических.

Додж (97) сообщил, что содержимое вспученных жестянок обесцветилось и потемнело и приобрело очень кислый и сырный запах. Ему не удалось найти газообразующих микроорганизмов и он не мог воспроизвести газового брожения при помощи микроорганизмов, изолированных из вспученных банок. Он пришел к заключению, что бактерии не были причиной вспучивания. Когда металл жестянок подвергали действию 0,5%-ного раствора масляной кислоты и 0,2%-ного раствора молочной кислоты, происходило медленное газообразование. На основании этих результатов автор пришел к мысли, что образование газа в порочных жестянках вызывалось не непосредственно бактериями, но электролитическим действием между кислотами, выделенными бактериями в молоке до его сгущения, и металлом банок.

Петибридж (98) исследовал случай газового брожения сгущенного молока с сахаром в Ирландии и пришел к заключению, что брожение произошло вследствие того, что дрожжи размножались. В брожением молоке он нашел небольшие комочки. Он изолировал два типа дрожжей, которые были способны вызывать газовое брожение, если их ввести в жестянки с нормальным сгущенным молоком с сахаром. В результате получилось вспучивание приблизительно через шесть недель после укупорки в банки. Бродившее молоко было нормального цвета со слабым запахом алкоголя, но не имело «неприятного» запаха. Бродившее молоко содержало 28,8% обезжиренного сухого вещества, 44,0% сахарозы и 27,2% воды. Изолированные дрожжи вызывали брожение насыщенных растворов сахарозы.

Кордес (99) изучал микроорганизмы в многочисленных банках сгущенного молока с сахаром, в которых оказалось газовое брожение. При его исследовании была сделана попытка определить, сколько дрожжевых клеток практически находилось в сгущенном молоке, обнаруживающем дрожжевое состояние, и сколько клеток следовало бы ввести в жестянку для ее вспучивания. Целью этого изучения была разработка метода для стандартного исследования разного рода молока, которое бы определило, какое молоко даст вздутие и какое нет. Кордес сообщает об открытии множества видов бактерий, способных выделять газ в различных концентрациях сахарозы и молочного сахара. Среди них были streptococcus, coli-aerogenes и другие бактерии, которые выделяли газ в 30%-ных растворах сахарозы. Однако ни в одном случае внесения культур любого из этих различных типов бактерий не вызвало газового брожения в нормальном сгущенном молоке с сахаром.

С другой стороны, дрожжи, изолированные из вспученных банок, размноженные в чистой культуре в средах сахарозы и снова введенные в нормальное сгущенное молоко, практически неизменно вызывали вспучивание с характерным газовым брожением.

Изолированные дрожжи несколько отличались по своей морфологии, причем некоторые напоминали Torule lactis-condensi, а другие

ближе соответствовали Torula saccharalis. Некоторые были большими и овальными, иные — маленькими и сферическими, были также длинные и узкие. Отличительные черты культур не были детально разработаны, но было найдено, что культуры от всех этих типов дрожжей производили вспучивание.

Корднс нашел широкие колебания содержания дрожжей во вспученном сгущенном молоке с сахаром — в пределах от 2 950 клеток до 2 300 000 клеток на грамм. Он указывает, что эта разница может происходить, по крайней мере отчасти, вследствие неравномерного распределения их в молоке. Он заметил, что надо в высшей степени тщательно размешивать сгущенное молоко, разбив все комочки, для того чтобы получить сколько-нибудь согласованные подсчеты.

Хаммер (100) исследовал случай газового брожения в сгущенном молоке с сахаром, приготовленном на одном заводе в штате Айова, где было поражено около десяти варок молока. Банки начинали вспучиваться через 7-8 дней после укупорки. Газообразование протекало бурно, и многие из банок лопнули. В молоке содержалось много газовых пузырьков даже после того, как банки были раскрыты. Молоко имело запах и вкус дрожжей, которые не были неприятными. Признаков гниения не было обнаружено. Микроскопические мазки, сделанные тотчас же из бродивших банок, обнаружили множество бактерий и дрожжей. В обыкновенном мясном бульоне с агаром развились многочисленные колонии, большинство которых были бактериями (в особенности— кокки). На пластинках агара с 30% сахарозы колонии состояли главным образом из дрожжей, но было также немного кокков, вероятно, типа, сходного с устойчивыми в отношении сахарозы кокками, которых наблюдали Райс и Даунс (15) во время бактериального загустевания сгущенного молока с сахаром. Дрожжи, введенные в бульон, содержащий излишек сахарозы против насыщения, энергично росли при 37°Ц. Нормальные банки сгущенного молока с сахаром по введении в них бульона с культурой воспроизвели газовое брожение характера, сходного с тем, который в большинстве случаев был найден в первоначально бродивших банках. Источник загрязнения не был определенно установлен.

Эта культура выделяла газ в сахарозе, глюкозе и фруктозе, но не прорастала в бульоне с растворами молочного сахара. Вместе с газообразованием она выделяла эквивалентное количество от 2 до 3% нормальной кислоты. В бульоне с раствором сахарозы она дала от 1,75 до 3,90% алкоголя. Большее количество было выделено в 30%-ном и меньшее в 50%-ном бульоне с раствором сахарозы. Культура не проявила признаков роста при введении в обыкновенное молоко. Микроскопическое исследование показало, что эта культура представляет собою дающие ростки дрожжи овальной формы от 2,3 до 2,9 микронов длины и от 1,2 до 1,8 микронов в ширину, обычно в одиночку или с единственным ростком; спорообразования не наблюдалось. Культура легко окрашивается и была грам-положительной. Хаммер предложил назвать ее Torula lactis-condensi.

Роджерс и Клеммер (101) сообщают, что они нашли микроорганизм типа aerogenes, выделяющий газ в сгущенном молоке с сахаром иногда в количествах, достаточных для того, чтобы разорвать банку. Сгущенное молоко содержало от 40 до 45% сахарозы. Они утверждают, что температура в подогревателе была достаточной для уничтожения этого микроорганизма, но что при осмотре завода были обнаружены широкие возможности для инфекции, в особенности через мух, между вакуум-аппа-

ратом и разливочной машиной. Однако культура aerogenes не стала бы расти в молоке, содержащем 40%-ный раствор сахара, и исследователи пришли к мысли о возможности того, что в вспученных банках сгущенного молока с сахаром произошла кристаллизация, которая уменьшила количество его в растворе до точки, допускающей рост микроорганизмов. Они утверждают, что инвертный сахар давал больший консервирующий эффект, чем тростниковый сахар, но разница не так велика, как можно было бы ожидать, исходя из соображений теоретического характера. Их указание на то, что рост этих бактерий стал возможным вследствие вероятной кристаллизации части сахара, уменьшив таким образом концентрацию последнего в растворе, несколько расходится с нашим общим знанием растворимости сахарозы. В сгущенном молоке, содержащем только 40% сахарозы, содержание ее гораздо ниже точки насыщения при обыкновенной температуре.

Савидж и Ханвик (102) произвели всестороннее изучение бактериальной флоры 95 жестянок нормального и порочного сгущенного молока с сахаром, из которых 33 банки были найдены сильно вспученными. Эти исследователи нашли, что вспучивание жестянок со сгущенным молоком с сахаром почти всегда происходит вследствие роста и химического действия дрожжей, способных вызывать брожение высоко концентрированных растворов сахарозы. Однако их опыты ясно показывают, что вопрос о вспучивании жестянок не ограничивается кажущимся простым вопросом наличия или отсутствия дрожжей, но что факторы, связанные с образованием вспучивания, являются весьма сложными.

Их данные показывают, что «присутствие дрожжей, даже бродильного типа, не обязательно даст в результате брожение и порочные банки, но что существует первостепенной важности фактор, как-то: способность в достаточной степени размножаться в сгущенном молоке с сахаром при анаэробных условиях, который и решает вопрос». Что требуется нечто большее, чем простое присутствие бродильных дрожжей, было, кроме того, показано тем фактом, что только дрожжи, фактически изолированные из вспученных жестянок сгущенного молока, были способны вызывать брожение сгущенного молока, создавая состояние вспученности.

Эти открытия согласуются с хорошо известными требованиями дрожжей по отношению к кислороду. Эти требования различны для роста и для брожения. Для того, чтобы расти и размножаться, дрожжи должны иметь кислород, тогда как брожение, с другой стороны, является по преимуществу анаэробным процессом. Имея в виду эти требования и опираясь на результаты своих опытов, Савидж и Ханвик предлагают следующие выводы;

«Наши опыты показывают, что дрожжи с трудом размножаются в сгущенном молоке. Это происходит не из-за высокого процента соотношения сахарозы, так как она не служит для них препятствием; это отчасти происходит вследствие того факта, что сгущенное молоко является не вполне подходящей средой для их роста, но главным образом вызывается ограниченным запасом кислорода. В жестянках сгущенного молока запас кислорода очень ограничен и скоро истощается. Если дрожжи находятся в достаточных количествах или если они могут размножаться в достаточной степени с тем небольшим запасом кислорода, какой имеется, то они будут в состоянии выделить достаточное количество энзимов для разложения сахарозы и образования газа. Они тогда бывают сравнительно независимыми от какого-либо запаса кис-

лорода (вероятно, для поддержания жизни достаточно его следов), и им нет надобности продолжать значительно размножение, но их энзимы могут неуклонно вырабатывать газ. Дрожжевое брожение бывает сравнительно медленным, так как для этого нужна соответствующая предварительная инверсия сахарозы.

Поэтому, если только небольшое количество бродильных дрожжей получит доступ в банку, они вряд ли образуют газ и вызовут вспучивание банок, так как они не размножатся в достаточной степени перед тем, как в жестянке установится анаэробное состояние, прекращая таким образом их размножение. При таких условиях они вероятно постепенно вымирают.

Хорошо известно, что количество вспученных жестянок преобладает летом по сравнению с зимой. Мы думаем, что это происходит вследствие двух факторов, а именно: большего преобладания дрожжей в летнее время и, следовательно, их проникновения в больших количествах, а также большей возможности для их размножения в теплую погоду в сгущенном молоке при наличии кислорода. На заводах часто не разливают сгущенное молоко по банкам до следующего дня или даже позднее, так что многие проникшие туда дрожжи имеют достаточно времени для своего размножения.

Эти теоретические рассуждения приводят к другому пункту, имеющему важное практическое значение. По обыкновению жестянки бывают непроницаемыми для воздуха. Но этому вопросу не придают большого значения, так как продукт никогда не бывает стерильным, и надеются на то, что высокий процент сахарозы подавит рост дрожжей. Фактически очень многие банки не бывают герметически закупоренными. Таким путем может проникать небольшое количество кислорода, достаточного для того, чтобы дать возможность каким-либо находящимся дрожжам размножаться, а затем бродить. Вероятно, это и является причиной вспучивания, хотя мы не имеем опытных доказательств в ее пользу».

Савидж и Ханвик изучали распределение дрожжей из источников, связанных с производством сгущенного молока. Их открытия суммированы ниже:

Таблица 55

Распределение бродильных дрожжей

Исследованный материал	Количество образцов	Количество образцов, содержащих дрожжи	Процент банок, содержащих дрожжи
Вспученные забракованные жестянки	33	30	91
Забраков. жестянки, но не вспученные	13	3	23
Нормальные образцы из торговой сети магазинов	15	4	27
Нормальные свеже-укупорен. заводские образцы	25	14	61
Нормальные выдержанные заводские образцы .	15	11	73
Обыкновенное свежее молоко	12	9	75
Воздух в разливочном цехе и т. д.	8	4	100
Сахар, которым пользуются при выработке сгущенки.	10	4	40
Отложение с труб в разливочных цехах . . .	2	2	100
Все источники	133	85	65

Ханзикер (103) имел возможность исследовать многочисленные случаи этого порока. Во всех случаях, которые привлекли его внимание, состояние содержимого в вспученных банках было очень сходным. В банках развивалось сильное давление и многие из них часто лопались в самом слабом месте (обычно вдоль шва корпуса самой банки). Содержимое их было, пожалуй, жидким, обладая определенно дрожжевым кислым запахом и дрожжевым вкусом. Этот вкус не был особенно неприятным, но он был ненормальным. При более внимательном осмотре в молоке обыкновенно обнаруживали некоторое количество мелких комочков.

Рассмотрение мазков под микроскопом неизменно вскрывало присутствие различных видов бактерий и большое количество дрожжевых клеток; часто дрожжевые клеточки были ограничены на небольших комочках и вокруг них, а в остальном молоке жестянки их находили лишь в незначительных количествах. Ни в одном случае не удалось воспроизвести состояния брожения посредством введения в нормальное сгущенное молоко чистых культур бактерий, изолированных из бродивших банок, но в громадном большинстве случаев обильное введение в нормальное сгущенное молоко чистых культур дрожжей из бродивших банок вызывало в них точно такое же газовое брожение.

Оказалось, что дрожжи, служившие причиной газового брожения, были того же самого общего типа. Микроскопический осмотр показал, что они состоят из довольно крупных овальных, почкующихся клеток, обычно единичных или группочками из двух, либо трех клеток, легко окрашивающихся обыкновенными красками. Содержимое клеток имело зернистый вид с одним или двумя более светлыми телами внутри, как показано на рис. 115. Во всех случаях эти дрожжи уничтожались при температурах ниже 82°Ц и, следовательно, если они находятся в сыром молоке, то погибают от обычных температур подогревания, которыми пользуются в промышленном производстве.

Во время одной «эпидемии» брожения сгущенного молока с сахаром, исследованной автором, источник загрязнения был определенно установлен. Он исходил от сахара. Сахар поступал через жолоб в полу верхнего этажа, оканчивающийся над подогревателем. Пары, поднимаясь из подогревателя, отлагались на внутренней части жолоба для сахара, заставляя сахар приставать к стенкам и образовывать корку. Эта сахарная корка в жолобе привлекала мух и ос, которые, вероятно, и загрязняли ее. Цвет корки стал светло-бурым. Введение частиц этой корки в концентрированный сахарный раствор дало очень сильное брожение с бурным газообразованием. Микроскопические наблюдения обнаружили в сущности чистую культуру того же самого типа дрожжей, какой был найден в бродившем молоке. Введение в жестянки с нормальным молоком кристаллов этой корки и раствор культуры таковой, соответственно, произвели вспучивание при 23,5°Ц в течение от одной до двух недель. Содержимое этих вспученных банок имело тот же самый вид, как и ненормально бродившее молоко, и дрожжи, найденные в банках, в которые вносилась дрожжевая закваска, были одного и того же типа. Закрытие желоба для сахара и высыпание сахара непосредственно из бочки немедленно и вполне ликвидировало этот порок. Эти дрожжи были в состоянии размножаться в перенасыщенном растворе бульона с сахарной сывороткой, содержащем 85% сахарозы (600 *г* сахарозы на 100 к. с. сывороточного бульона).

Загрязнение дрожжами на скотном дворе. В большинстве случаев источники дрожжевого брожения сгущенного молока с сахаром находятся

на заводе. В то время как такое загрязнение может происходить, а часто фактически и происходит на скотном дворе, дрожжевые клетки, хотя они могут быть и спороносными, уничтожаются температурой, действию которой подвергается свежее молоко в подогревателях до поступления в вакуум-аппарат. Точка термической смерти всех форм дрожжей, на которые автор обратил внимание в связи с огромным количеством исследований бродившего сгущенного молока, была ниже 82°Ц (рис. 111 и 112).

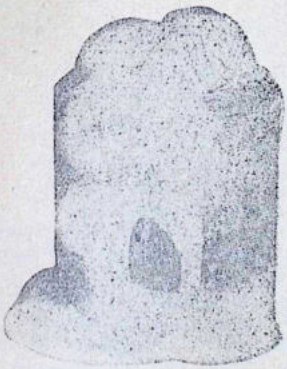


Рис. 111. Газовое брожение в сгущенном молоке с сахором.



Рис. 112. Дрожжевые клетки, вызывающие газовое брожение. Этот вид дрожжей способен вызывать газовое брожение сахарных растворов, содержащих 85% сахарозы.

Если однако температура подогревания ограничивается 62,5°Ц или ниже, и молоко не выдерживают при такой температуре в течение около 30 минут, можно представить себе, хотя это и мало вероятно, что дрожжи, содержавшиеся в сыром молоке, могут вновь появиться в виде живых клеток в сгущенном продукте в достаточных количествах для того, чтобы вызвать газовое брожение.

Загрязнение дрожжами на заводе. Как было сказано раньше, источники дрожжевого брожения сгущенного молока можно почти всегда проследить до отдельных технологических процессов на заводе. После того как молоко выйдет из подогревателей, его уже больше никогда не нагревают до температур достаточно высоких для того, чтобы уничтожить эти клетки бродильных дрожжей. Имеется много путей, по которым загрязнение может пройти на заводе, как показано ниже.

Загрязненная сахароза. Сахароза сама по себе может быть загрязненной бродильными дрожжами. Дрожжи были изолированы из сахара многими исследователями. Однако, если пользуются высококачественным сахаром, загрязнение его дрожжами в количестве, которое могло бы явиться причиной вспучивания, наблюдается редко.

Тем не менее даже сахар лучшего качества может сделаться причиной брожения молока, если его держать при таких условиях, которые способствуют его чрезмерному загрязнению. Если дать сахару на складе или в каком-либо ином месте подмокнуть, то это является одним из самых верных средств для того, чтобы стимулировать вспучивание, как показано исследованием автора, приведенным выше.

Сырой сахар привлекает насекомых, как, напр., мух, пчел, муравьев и т. д., которые значительно усиливают загрязнение. Во влажном или сыром сахаре, имеющем свободное соприкосновение с воздухом, существуют идеальные условия для размножения дрожжей, благодаря обильному притоку кислорода. Размножение бродильных дрожжей сопровождается выделением инвертазы, так что их действие на такой сахар может достигнуть второй стадии, т. е. брожения. Раз оно начнется, то воздействие последующего подогревания может явиться недостаточным для того, чтобы его остановить, и брожение будет продолжаться в законченном продукте. В таких случаях необязательно иметь достаточный приток кислорода, ибо, как указано Савиджом и Ханвиком (102) в продолжение только первой стадии активности дрожжей, т. е. размножения, обильный приток кислорода имеет существенное значение. По достижении брожения уже бывает налицо энзим инвертазы. Он не требует кислорода для своего действия на сахар и надо очень мало кислорода для продолжения бродильного действия дрожжей.

Следовательно, с практической стороны весьма важно, чтобы запас сахара хранился в сухом виде и был защищен от насекомых, и если пользуются желобом для сахара, следует не допускать покрытия его коркой сырого сахара, которая бы подвергалась загрязнению и брожению в промежутке между той или иной стадией производственного процесса, которое раньше или позже будет перенесено в молоко.

Загрязненное оборудование и молокопроводы. О важности самой добросовестной чистоты всего оборудования и труб уже было сказано в общих чертах в главе III под заголовком «Санитария на заводе». Это имеет особое значение в отношении броженного сгущенного молока с сахаром, потому что санитарное состояние оборудования между подогревателем и разливочной машиной в немалой степени обусловливает количество бактерий, находящихся в содержимом жестянок. Уже было указано, что бродильные дрожжи и другие микроорганизмы находятся в большинстве жестянок как нормальных, так и порочных. Но для того, чтобы вызвать газовое брожение в столь неблагоприятной среде, как сгущенное молоко с сахаром, бродильные организмы должны находиться в больших количествах.

Собирательный эффект загрязнения молока при его соприкосновении с большим количеством посуды и труб, которыми пользуются на заводе, вместе с микроорганизмами, перенесенными из свежего молока с зародышами, введенными с воздухом на заводе, создает угрозу его качеству в одинаковой степени, как и любой источник загрязнения.

Наиболее надежное средство для уменьшения до возможно низкого минимума этого собирательного эфекта загрязнения от заводского оборудования заключается в ежедневной чистке после работы всех частей, приходящих в соприкосновение с цельным и сгущенным молоком, промывании затем большим количеством горячей воды и пропускании по ним пара, пока металлические поверхности не разогреются. Промывка и тщательное пропаривание всего оборудования и труб рекомендуется на следующее утро, прежде чем пустить по ним молоко.

Это означает, что молокопроводы от подогревателей к вакуум-аппарату и от последнего к холодильнику надо ежедневно промывать, соединения труб разъединять и чистить и вакуум-аппарат необходимо утром вновь пропаривать, пока он не будет горячим. Порожние банки надо как следует промыть, хорошо пропарить и высушить, холодильники с внутрилежащими змеевиками и трубчатые надо опоражнивать и чистить

по меньшей мере по одному разу в неделю; баки для хранения сгущенного молока, трубы, идущие к разливочным машинам, и сами эти машины должны ежедневно подвергаться самой добросовестной чистке и основательному пропариванию. Также нельзя пренебрегать флягами для свежего молока, оборудованием и трубами в помещении для взвешивания и подогревателями. Популярная и вообще слишком удобоприемлемая теория о том, что зародыши все равно будут уничтожены в процессе подогревания и поэтому якобы загрязнение до подогревания имеет ничтожное значение — совершенно ошибочна. Чем сильнее загрязнение молока до подогревания, тем труднее уничтожить бактерии. Обильное загрязнение усиливает опасность наличия больших количеств микроорганизмов, которые являются высокоустойчивыми в отношении температуры и не погибают при нагревании. Опять-таки, чем больше первоначальное число зародышей, тем больше их будет после подогревания. Даже пользуясь процессом, который обеспечивает высокую эффективность в отношении уничтожения бактерий, фактическое число выживающих бактерий бывает наибольшим, когда число первоначальных организмов бывает максимальным.

Загрязнение во время охлаждения и выдерживания до укупорки банок. Охлаждение и выдерживание сгущенного молока с сахаром в открытых банках или баках способствует загрязнению на заводе, увеличивая как количество микроорганизмов, так и их типы в молоке. Длительное выдерживание определенно нежелательно также потому, что в присутствии воздуха дрожжи будут быстро размножаться, и к тому времени, когда молоко закатают в жестянки, их может быть достаточно для того, чтобы вызвать инверсию сахара посредством энзима инвертазы. Такое состояние облегчает брожение и стимулирует вспучивание. Необходимо как можно лучше предохранить молоко от соприкосновения с воздухом во время охлаждения и выдерживания и закупорить в жестянки или бочки по возможности скорее после охлаждения.

Загрязнение через вскрытые банки. Существует обычай опорожнивать содержание пробных банок, которые были вскрыты для какой-либо надобности, обратно в последующие партии сгущенного молока. Если окажется, что эти образцы загрязнены бродильными дрожжами, то этот порок, естественно, распространяется из партии в партию, и бывает чрезвычайно трудно точно определить источник загрязнения. Ясно, что все подозрительные вскрытые банки следует отвергнуть, а все вскрытые банки, которые желательно использовать, надо выливать в подогреватель, где их содержимое снова пастеризуется.

Опасное влияние высокой кислотности молока. Кислоты обладают способностью инвертировать сахарозу. Инверсия от действия кислоты бывает особенно активной при нагревании. Молоко в вакуум-аппарате сгущается при температуре от 54,5° до 65,5° Ц. Эти температуры являются наиболее благоприятными для инверсии части сахарозы при наличии кислоты. Чем выше содержание кислоты в молоке, тем активнее бывает инверсия. Так как инвертированный сахар является той самой составной частью, которая необходима для того, чтобы вызвать брожение в законченном продукте, весьма существенно, чтобы кислотность молока, подлежащего сгущению, была минимальной.

Автор, указывая на опасность инвертированного сахара и глюкозы, вполне осведомлен о том, что эти сахары имеют более высокое осмотическое давление, чем сахароза. Так как теоретически консервирующая способность сахара измеряется его осмотическим давлением,

то эти сахара должны оказывать более сильное консервирующее действие, чем сахароза. Однако известно, что глюкоза и инвертированный сахар являются в высшей степени бродильными сахарами и вследствие этого их присутствие в сгущенном молоке с сахаром наводит на мысль об их непригодности с точки зрения предупреждения газового брожения.

Загрязнение масляно-кислыми бактериями. Часто доставляющий неприятности микроб не является дрожжами, а принадлежит к масляно-кислой группе бактерий, высокоустойчивой в отношении температуры и которую не удается уничтожить нагреванием молока до точки кипения. Наиболее выдающимися среди них являются Granulobacillus saccharo-butyricus mobilis или Bacillus saccharo-butyricus, Bacillus esterificans и Bacillus dimorphobutyricus. Как кажется, гнилостные формы масляно-кислых организмов, как напр., Bacillus putrificus, Plectridium foetidum, Plectridium novum и т. д., не развиваются в сгущенном молоке с сахаром.

Загрязнение может произойти от пыли сена или другого фуража, зернового корма, подстилки или слоя грязи на вымени и окружающих частях тела животного или посредством доения сырыми и нечистыми руками или от остатков молока в нечистой посуде.

Заметно, что огромное большинство случаев вспученного молока появляется в конце лета и ранней осенью, когда производится снятие урожая, и воздух на скотном дворе часто бывает насыщен пылью от поступающих хлебов.

Чашки Петри с желатиновой средой, выставленные на скотном дворе до и во время наполнения силосных башен, показали громадное увеличение колоний. Само собой разумеется, что молоко, выдоенное при таких условиях, подвергается чрезмерному загрязнению, если не принять особых мер предосторожности.

Самым обычным источником этих масляно-кислых организмов являются остатки молока в ведрах, цедилках, холодильниках, банках и во всякой другой посуде, с которой молоко может прийти в соприкосновение, а также загрязненная вода, которой пользуются для полоскания посуды. Цедилка из серпянки вследствие того, что ее трудно как следует промыть, очень редко бывает действительно чистой и представляет весьма серьезную угрозу в этом отношении. При обычных условиях на ферме, если не пользуются новой матерчатой цедилкой при каждом доении, можно вовсе от нее отказаться и рекомендовать употребление мелкого ситочка из тонкой проволочной сетки, содержащей около 31-32 отверстий на сантиметр. На некоторых фермах молоко сохраняют в старых флягах, которые никогда не промываются на фляго-моечной машине на заводе. Ко времени перевозки эти фляги опоражниваются в чистые фляги с завода. Эти старые фляги зачастую не промываются как следует, а то иногда их и совсем не моют. Остатки молока в этих флягах порождают ряд нежелательных зародышей и загрязняют свежее молоко. Ясно, что такой обычай неизбежно ставит под угрозу качество и прочность законченного продукта и может создать постоянную причину вспучивания молока.

В то время как определенно не установлено, что масляно-кислые бактерии являются непосредственной причиной газового брожения в сгущенном молоке с сахаром, их присутствие в высшей степени нежелательно. Как показано ранее, в большинстве случаев газового брожения в сгущенном молоке содержится большое количество бактерий,

так же как и дрожжей. Вполне возможно, что некоторые из этих бактерий, включая масляно-кислый тип, оказывают дополнительное влияние к действию дрожжей.

Отношение концентрации сахарозы к газовому брожению. Опытные данные многих исследователей, приведенные в этой главе, убедительно показывают, что некоторые виды бродильных дрожжей могут вызывать брожение насыщенных растворов сахарозы при прочих благоприятных условиях. Этот факт служит доказательством что нельзя предотвратить вспучивания простым повышением концентрации сахарозы.

Однако, кроме того, было указано, что при более высоких концентрациях сахара, как, напр., в растворах, содержащих 60% сахарозы в воде, большинство бродильных дрожжей бывает менее энергично и менее активно, чем в более низких концентрациях сахара.

В дополнение в действию высокой концентрации сахарозы, которая замедляет брожение, наблюдается также влияние концентрации молочного сахара и вязкости, причем и то и другое усиливает способность продукта к хранению. Эти факторы почти исключительно обусловливаются концентрацией обезжиренного сухого вещества молока.

Однако молочный сахар бывает в состоянии насыщения в промышленном сгущенном молоке с сахаром при всяких концентрациях, так что невероятно, что повышение концентрации обезжиренного сухого вещества молока придало бы продукту добавочную способность к сохранению с точки зрения увеличившегося процентного соотношения молочного сахара. Но оказывается, что увеличившаяся вязкость в результате высокой концентрации обезжиренного сухого вещества создает условия, менее благоприятные для газового брожения.

Точных данных относительно этой специфической фазы под руками не имеется, но анализы сгущенного молока с сахаром показывают, что там, где концентрация обезжиренного сухого вещества молока высока, концентрация сахарозы обычно бывает относительно низка и обратно. Таким образом сгущенное цельное молоко с сахаром, содержащее от 26 до 27% обезжиренного сухого вещества молока, обычно содержит приблизительно от 38,5 до 40% сахарозы и концентрация последней (раствор сахарозы в воде) бывает около 60,5 до 62%. В сгущенном цельном молоке с сахаром, содержащем около 20% обезжиренного сухого вещества, количество сахарозы бывает обыкновенно от 45 до 46% и концентрация сахара (раствор сахарозы в воде) бывает около 63 до 65%.

Практический опыт показал, что молоко с низкой концентрацией сахара и с низкой концентрацией обезжиренного сухого вещества гораздо более подвержено газовому брожению, чем молоко хорошей вязкости и с нормально высоким отношением сахара и высокой концентрацией сухого вещества. Этого не следует истолковывать в том смысле, что только высокая концентрация либо сахарозы, либо сухого вещества молока или и того и другого вместе служит надежным предохранительным средством против газового брожения.

Вспучивание, производимое механическим сжатием и расширением молока в жестянках. Банки сгущенного молока с сахаром могут также вспучиваться в случае, если они негерметически закупорены и попеременно подвергаются действию слишком холодной и комнатной температуры. В таком случае сгущенное молоко совершенно нормально и не затронуто, и вспучивание бывает в результате механического сокращения и расширения от холода и тепла. Это возможно только в том случае, если банки закупорены не совсем герметически (см. главу X). В отношении

крышки Джиби и крышки Мак-Дональда с притертой головкой упаковка не вполне непроницаема для воздуха. В то время как поры между головкой и банкой микроскопического размера и недостаточно велики, для того, чтобы дать вязкому содержимому вытекать, они достаточны для пропускания воздуха. Банки обыкновенно наполняют сгущенным молоком при температуре около 21° Ц. Если наполненные и запаянные банки подвергаются действию очень низкой температуры, что может случиться зимою, на складах или при перевозке, молоко и воздух в банках сжимаются. Это сжатие усиливается тем обстоятельством, что сгущенное молоко с сахаром не замерзает. Его концентрация настолько высока, что его точка замерзания обыкновенно ниже самой крайней температуры холодильника. Это сжатие молока и воздуха в банках создает частичное разрежение, втягивая воздух в банки через микроскопические отверстия в спайке. Когда впоследствии банки пересылают в места с более умеренной температурой, молоко и воздух в банках расширяются, но молоко на внутренней части банок запечатывает поры и не выпускает излишний воздух. В результате получается вспучивание концов банок. Это явление было опытным путем установлено автором.

Завод, пользующийся крышкой типа Джиби, (см. рис. 52), хранил свой товар в продолжение зимних месяцев под навесом при низкой температуре. Когда отправляли это молоко, погода была теплая. Вскоре поступили жалобы на порчу молока, причем банки оказались вспученными. Когда жестянки были посланы автору для исследования, у них оказались типичные вспученные концы, какие бывают в этом случае, но молоко было совершенно нормальным. Для того, чтобы определенно установить причину, наполнили много жестянок с крышками Джиби сгущенным молоком с сахаром из новой партии. Равное количество жестянок, наполненных таким же точно молоком, было герметично закупорено при помощи припоя. Обе партии банок поместили в холодильник при 4,5° Ц и полдюжины банок с крышкой Джиби и запаянных припоем, купленным в розничных магазинах наудачу, были тоже помещены в этот холодильник.

В конце третьего дня все банки были принесены в контору и поставлены на верхнюю полку, где температура была приблизительно 26,5° Ц. По истечении трех дней были исследованы все банки. Каждая жестянка с крышкой Джиби была вспученной, причем концы определенно выпячивались. Каждая жестянка, запаянная припоем, оказалась нормальной и концы не были выпячены. По вскрытии содержимое всех жестянок было найдено совершенно нормальным.

Из вышеуказанных данных явствует, что вспучивание банок в результате действия чрезвычайно низких температур и последующего перехода в более теплую среду можно легко избегнуть, защитив банки от чрезмерного холода или пользуясь банками, которые запаяны с помощью припоя. Укупорка с припоем герметическая, так что нельзя втянуть воздух в банки, когда внутри их образуется разрежение в результате сжатия воздуха и молока.

Прогорклое сгущенное молоко с сахаром

Общее описание. В сгущенном молоке с сахаром может развиваться определенно прогорклый вкус и запах — порок, который делает его неприемлемым для потребителя.

Существует много факторов, которые могут принимать активное участие в образовании прогорклости. Тот факт, что в прогорклом масле

обыкновенно находят некоторые виды микроорганизмов, как, напр., грибки Penicilium glaucum, Penicilium roqueforti, Cladosporium butyri, Oidium lactis, Actinomycoces odorifora, дрожжи или разнообразные виды бактерий, как, напр., Bacterium fluorescens liquefaciens, Bacillus prodigiosus, Bacillus mesentericus и т. д., и что эти виды способны сделать масло прогорклым, привел к заключению, что они могут также быть причиной прогорклости сгущенного молока либо непосредственным действием их, либо путем выделения расщепляющих жир энзимов. Кроме того, было найдено, что молочные продукты от некоторых отдельных коров или от коров при известных физиологических условиях более предрасположены к развитию прогорклого вкуса, чем молочные продукты от других коров или от коров, находящихся в более нормальном состоянии.

Отношение загрязненной воды к прогорклости. Загрязненная и нечистая вода бывает обычно заражена грибками и бактериями, принадлежащими к вышеперечисленным видам и относительно которых найдено, что они способны вызывать прогорклость. Поэтому нет ничего невероятного в том, что при пользовании такой водой на заводе для мытья фляг, труб, котлов, конвейеров и т. д. в конденсаторе вакуум-аппарата и в баках для охлаждения, как это часто случается, загрязнение ею молока может в результате привести к развитию прогорклости.

Один характерный случай развития в сгущенном молоке с сахаром прогорклого вкуса и запаха был предложен вниманию автора. Прогорклый вкус развивался в течение от 4 до 6 недель после укупорки банок. Исследование показало, что конденсатор вакуум-аппарата был полностью покрыт внутри толстым и твердым слоем остатков молока, которые издавали в высшей степени отвратительный запах, характерный для культур Bacillus fluorescens liquefaciens — типичного обитателя загрязненной воды.

Обследование водопровода обнаружило, что вода, которой пользовались для конденсирования и для других надобностей на заводе, поступала из речки, сильно загрязненной отбросами бойни. Пользование водой из артезианского колодца вместо речной воды и тщательная чистка конденсатора прекратили появление этого порока.

Металлический вкус сгущенного молока с сахаром

Общее описание. Сгущенное молоко с сахаром часто обладает вполне определенным металлическим привкусом, напоминающим медь.

Причины металлического вкуса и предупреждение его. Это обычно можно проследить до колпака вакуум-аппарата. Сахар и кислота в кипящем молоке в вакуум-аппарате имеют тенденцию к образованию окиси меди и солей меди на тех частях внутренней поверхности вакуум-аппарата, которые не подвергаются ежедневной полной чистке.

Что медь на колпаке разъедается, можно очень легко доказать, вытерев внутреннюю поверхность колпака сырой губкой, затем сделав анализ выжатой жидкости, которую поглотила губка. Было найдено, что в этой жидкости содержатся различные количества меди, в зависимости от чистоты колпака.

Сапли (104) сообщает, что нагретое молоко или находящееся в соприкосновении с медью вбирает в себя металл в количествах, колеблющихся менее чем от 1 до 7,4 частей на миллион частей сухого вещества молока. Ханзикер показал, что количество меди, растворенной в молоке, бывает

незначительным, когда медная поверхность чистая, светлая и блестящая, но оно бывает относительно велико в случае, если медные поверхности бывают нечистые, потускневшие или разъеденные. Донауер (170) нашел, что из всех металлов, имеющих всеобщее употребление в связи с молочными продуктами, интенсивность металлического привкуса на единицу металлической соли бывает наибольшей в отношении меди. Молочно-кислые соли меди и окиси меди обладают наиболее интенсивным металлическим вкусом, и наличие этих солей, даже в весьма ничтожных количествах, способно придать молочному продукту металлический вкус.

Помимо придания сгущенному молоку нежелательного металлического вкуса присутствие меди и солей меди в этом продукте в высшей степени нежелательно вследствие их тенденции к уничтожению жизнеспособности некоторых из ценных витаминов молока, как, напр., витаминов А и С (см. главу XXIII).

Кроме того, соли меди являются весьма ядовитыми и их токсический эффект носит, так сказать, собирательный характер (характер накопления), так что сгущенное молоко, которое содержит медь в достаточных количествах для того, чтобы оно имело определенно металлический вкус, можно рассматривать, как продукт вредный для здоровья.

Во избежание металлического вкуса в сгущенном молоке с сахаром, колпак следует промывать ежедневно с такой же тщательностью, с какой производится очистка паровой рубашки, корпуса и змеевиков, и каждое утро, перед тем как пустить молоко в вакуум-аппарат, весь аппарат, включая колпак и патрубок, следует тщательно прополаскивать большим количеством чистой воды. Медные подогреватели, молочные трубы и все другие металлические поверхности следует содержать светлыми, посредством надлежащей чистки, прополаскивания и пропаривания.

Наблюдается также склонность к возникновению металлического привкуса в сгущенном молоке, выпаренном посредством непрерывного концентратора, когда лопасти быстро вращающейся мешалки сделаны из стали и установлены слишком близко в медной паровой рубашке. В таком случае медь механически соскабливается с внутренних стенок концентратора в молоко. Замена металлических лопастей деревянными устраняет этот порок.

Бурый цвет сгущенного молока с сахаром

Общее описание. Некоторые из сортов сгущенного молока в продаже имеют бурый цвет, напоминающий шоколадный пудинг.

Причины и предупреждение. Цвет всякого сгущенного молока с сахаром, которое не было выдержано при низкой температуре, становится с течением времени более темным. При правильной выработке и при отсутствии неблагоприятных условий этот бурый цвет появляется лишь постепенно и лишь только тогда, когда сгущенное молоко пролежит несколько месяцев. Если оно подвергается действию высокой температуры во время хранения или перевозки, как напр. будучи сложено близ котельного отделения в трюме парохода или разложено по полкам магазина, в котором тепло, то оно вскоре сделается бурым. Сгущенное молоко, содержащееся в холодильнике, сохраняет свой естественный цвет на неопределенно долгое время. Там, где сгущенное молоко вторично конденсируется (сгущенное молоко вновь растворяют или в

воде или в свежем молоке и сгущают второй раз), продукт всегда бывает более темного цвета. Бурый цвет является следствием окислительного действия высокой температуры как на молочный сахар, так и на сахарозу, причем часть сахара карамелизуется. Практический опыт показал, что сахар более чувствителен к окислительному действию температуры вторичного сгущения, чем при сгущении первый раз.

Бевридж (105) наблюдал побурение сгущенного молока с сахаром, хранившегося в тропическом климате, и он приписывает это уменьшению сахара от действия спороносных бацилл, которые не погибли в процессе производства. Он утверждает, что высокая температура стимулирует рост бактерий, которые в свою очередь вырабатывают кислоты, и что эти кислоты дают реакцию с раствором солей железа, полученных из жести посуды. Для подкрепления этой теории не было представлено опытных данных.

Это предположение относительно бактериального потемнения сгущенного молока с сахаром кажется в высшей степени неправдоподобным и противоречит практическому опыту тех, которые изучали причину потемнения. Нет доказательств, которые бы показывали, что сгущенное молоко темнеет с течением времени быстрее или интенсивнее, когда оно изготовлено или закупорено в банки при условиях, вызывающих размножение бактерий или высокую кислотность. Напротив, наблюдения указывают на то, что всякое сгущенное молоко становится более темным по цвету с течением времени, если его не выдерживали на холоде, и что чем выше температура, тем быстрее бывает изменение цвета. Вместе с тем те, которые занимались внимательным изучением микрофлоры сгущенного молока, допускают, что при средних условиях, когда не существует непормального загрязнения содержимого и когда жестянки имеют достаточно непроницаемую для воздуха укупорку, чтобы не допустить проникновения внутрь наружного воздуха, бактерии размножаются медленно, если они вообще размножаются, и во многих случаях их количество уменьшилось вследствие преобладающих анаэробных условий. Однако эти образцы молока с низким количеством бактерий при благоприятных температурных условиях темнеют так же быстро, как и те, в которых обнаруживается заметное увеличение числа бактерий. Что потемнение не происходит вследствие реакции кислоты, выделенной бактериями на металл посуды, подтверждается тем фактом, что сгущенное молоко, упакованное и хранящееся в деревянных бочках, становится бурым точно так же легко, как и в жестяных банках.

Эти наблюдения также подтверждаются исследованиями Савиджа и Ханвика (102), которые нашли, что у сгущенного молока обнаруживается заметное потемнение цвета по истечении от 3 до 5 недель при температуре 37° Ц, и очень заметное побурение после 8 месяцев, хотя число бактерий оставалось очень низким. Эти исследователи не могли выявить взаимоотношения между подсчетом бактерий и окраской; сильное увеличение числа бактерий не было связано с какими-либо изменениями в цвете и не сопровождалось последними. Они считают, что потемнение происходит вследствие карамелизации сахара и в особенности сахарозы.

Отстаивание жира в сгущенном молоке с сахаром. Отстаивание жира в сгущенном молоке с сахаром наблюдается редко. Появление выделившегося жира происходит только тогда, когда продукт обладает ненормально низкой вязкостью. Это в свою очередь бывает вследствие недостаточного сгущения или низкой температуры подогревания. Роджерс,

Дейшер и Эванс (18) сообщают о незначительном отстаивании жира в сгущенном молоке с сахаром, подогревавшемся при 63° Ц. Это молоко было концентрировано до 28% сухого вещества молока и 60% сахарного раствора. Отстаивание было несколько менее заметным в образце, гомогенизованном при 211 *кг* давления на кв. *см*. В образцах того же самого молока, но подогревавшихся при 95° Ц не обнаруживалось жироотделения. В дополнительном опыте, проделанном таким же способом, вязкость молока, подогревавшегося при низкой температуре, была очень низка и было определенное отстаивание жира во время хранения при 30° Ц. В этом случае гомогенизация совершенно предотвратила отстаивание жира; также в образце, подогревавшемся при высокой температуре, не обнаружилось жироотделения. Эти исследования наводят на мысль о невероятности того, что отстаивание жира вследствие низкой температуры подогревания могло бы произойти в крупных партиях, изготовленных при промышленных условиях.

Ханзикер (106) наблюдал незначительное жироотделение в ненормально жидком сгущенном молоке с сахаром, низкая вязкость которого получилась вследствие низкой концентрации сухого вещества молока. Отстаивание жира было более заметным при высоких температурах хранения.

ГЛАВА XXV

Пороки выпаренного молока

В неправильно выпаренном молоке могут оказаться следующие наиболее серьезные пороки: свертывание, зернистость, отстаивание жира или обивание, брожение, бурый цвет и металлический вкус.

Свернувшееся выпаренное молоко

Общее описание. В свернувшемся выпаренном молоке белковая часть (казеин и альбумин) дает осадок в виде хлопьев или комков, что лишает продукт желательной ровной структуры, похожей на сливки, и однородной консистенции и придает ему вид испорченного молока, хотя его кислотность, вкус, запах и полезность для здоровья могут быть нормальными.

Причины и предупреждение. Выпаренное молоко бывает свернувшимся, когда оно выходит из стерилизатора. Это происходит вследствие действия высокой температуры, которой пользуются для того, чтобы сделать продукт стерильным.

В процессе стерилизации у большинства партий образуется сгусток. Если этот сгусток мягкий, молоко можно вновь легко довести до однородной, напоминающей сливки, консистенции путем встряхивания. Если коагуляция при нагревании доведена до точки, когда сгусток становится твердым и морщинистым, то он неудовлетворительно реагирует на встряхивание, и молоко навсегда остается в свернувшемся состоянии.

Наличие или отсутствие свертывания в выпаренном молоке обусловливается главным образом температурой и длительностью процесса стерилизации и температурой коагуляции молока при нагревании.

Влияние процесса стерилизации на свертывание выпаренного молока. Чем выше температура или чем дольше выдерживание в стерилизаторе, или и то и другое вместе, при всех прочих равных условиях, тем сильнее бывает опасность развития в молоке постоянного сгустка, и чем ниже точка коагуляции при нагревании молока, тем оно чувствительнее по отношению к температуре и тем интенсивнее бывает свертывающее действие.

Основная цель стерилизации заключается в уничтожении всех ферментов в молоке. Для этого требуется определенное отношение температуры и продолжительности выдерживания. В известных пределах чем выше температура, тем короче требующаяся выдержка, и чем ниже температура, тем дольше следует подвергать молоко ее действию. Для получения полных подробностей относительно температур стерилизации см. главу XIII.

Так как уничтожение зародышей и спор необходимо для обеспечения прочности, заводской практикой было найдено, что предупреждение свертывания молока нельзя целиком возлагать на урегулирование температуры стерилизации, которая бы подходила к температуре коагуляции молока. Практический опыт показал, что лучше всего можно достигнуть стерильности молока и отсутствия свертывания посредством стандартизации процессов стерилизации и подогнав затем температуру коагуляции молока в таких пределах, какие допускают применение принятого стандартного процесса стерилизации для всех партий (см. главу XIII).

Влияние качества сырого молока. Качество полученного и принятого заводом молока имеет непосредственное влияние на тенденцию выпаренного молока к постоянному свертыванию в стерилизаторе. Молоко, которое имеет даже незначительно повышенную кислотность или загрязненное образующими сычуг бактериями, имеет относительно низкую температуру коагуляции и подвержено сильному свертыванию под действием температуры стерилизации. Тщательное наблюдение и надлежаще поставленный контроль над качеством свежего молока имеют, следовательно, первостепенное значение (см. главу III и XIV).

Влияние молозива и чрезмерного содержания альбумина в молоке. Присутствие в молоке молозива или чрезмерного количества альбумина понижает точку коагуляции при нагревании и усиливает свертывание выпаренного молока (см. главу XIV). По этой-то причине молоко от коров менее чем за 30 дней до отела и первых семи дней после отела непригодно и от него следует отказаться (см. главу III).

Влияние минеральных солей на молоко. Баланс минеральных солей в молоке играет весьма важную роль в определении температуры коагуляции и регулировании способности к свертыванию (см. главу XIV). Так как в большинстве случаев молоко содержит излишек кальция, то добавление к молоку небольших количеств лимонно-кислого натрия или двуфосфорно-кислого натрия обычно повышает температуру коагуляции и понижает тенденцию к свертыванию. Количество минеральных солей, которое надо добавить, лучше всего определить при помощи пробного стерилизатора лабораторного типа (см. главу XV).

Влияние температуры подогревания. Подогревание при температуре 35° Ц повышает температуру коагуляции и способствует предотвращению свертывания выпаренного молока. Кроме того выдерживание молока в течение от 10 до 15 минут при температуре подогревания уменьшает интенсивность свертывания. Подогревание при температурах выше точки кипения или ниже 35° Ц понижает температуру коагуляции и усиливает образование сгустка в стерилизаторе (см. главу XI и XIV).

Влияние давления в гомогенизаторе. Чрезмерное давление в гомогенизаторе усиливает стремление молока к свертыванию. Не рекомендуется пользоваться давлением свыше 211 *кг* на 1 *см*^{2} (см. главы XII).

Влияние концентрации. Чем выше концентрация выпаренного молока, тем ниже его температура коагуляции и тем сильнее опасность развития постоянного сгустка в стерилизаторе (см. главу XIV). Добавление воды извне ослабляет тенденцию к свертыванию.

Влияние продолжительной выдержки до стерилизации. Выдерживание выпаренного молока до укупорки в банки или после укупорки в течение продолжительного периода времени понижает его температуру коагуляции и усиливает опасность свертывания, если не выдерживать молоко при очень низкой температуре. Если такое выдерживание неизбежно, то

температура при этом должна быть лишь слегка выше точки замерзания (2,0,—7,0° Ц), чтобы не допустить развития кислоты (см. главу XIV). Точно такая же предосторожность относится и к сырому молоку до подогревания.

Влияние сгущения в непрерывнодействующем концентраторе. Некоторые заводы располагают молокоприемными пунктами, на некоторых молоко сгущают в непрерывнодействующем концентраторе до довольно высокой степени сгущения. Затем такое сгущенное молоко отправляют на завод, где его смешивают с жидким молоком и пропускают через вакуум аппарат. В приготовленном таким образом выпаренном молоке постоянный сгусток может и не развиться в стерилизаторе, но оно имеет склонность к свертыванию или загустеванию при хранении. Это также наблюдается, когда целая партия сгущается при помощи непрерывнодействующего концентратора.

Точная причина такого свертывания не вполне уяснена, но практический опыт и наблюдения указывают на то, что или высокая концентрация или высокая температура, которой подверглась та часть молока, которая сгущалась в непрерывнодействующем концентраторе, или и то и другое вместе являются причиной этого явления. Практический опыт в производстве выпаренного молока, где все молоко сгущают в непрерывнодействующем концентраторе, показал, что после стерилизации продукт имеет тенденцию к загустеванию. В некоторых случаях наблюдалось полное его затвердевание.

Проникновение в банки кислоты припоя вызывает образование комков подобно тому, как по этой причине образуются комки в сгущенном молоке с сахаром. Кислота, проникающая во внутренность банок, вызывает свертывание молока, происходит в местах соприкосновения со швами. При производстве и запаивании банок следует пользоваться только таким припоем, который не содержит кислоты.

Зернистый осадок в выпаренном молоке

Общее описание. У выпаренного молока проявляется склонность к образованию осадка на дне жестянки при хранении. Этот осадок состоит из зернистого, хрустящего на зубах, белого цвета нерастворимого вещества некристаллического характера. Быстрота, с которой накопляется это песчанистое вещество, и его количество колеблются в зависимости от характера молока и температуры хранения.

Причины и предупреждение. Было найдено, что песчанистый, зернистый осадок в выпаренном молоке состоит из солей кальция и магния. Сато (107) сообщает, что анализ осадка дал трехзамещенный фосфорнокислый кальций $Ca_3(PO_4)_2$, фосфорнокислый магний $Mg_3(PO_4)_2$ и трехзамещенный лимоннокислый кальций $Ca_3(C_6H_5O_7)_2$. Можонье и Трой (17) также изучали зернистый осадок в выпаренном молоке и сообщают, что он состоит из трехзамещенного лимоннокислого кальция.

Влияние состава молока на количество осадка. В главе XIV и XXII было указано, что минеральные составные части молока и их соли значительно колеблются в зависимости от лактационного периода и корма, причем по мере продвижения периода лактации отношение кальция к фосфору повышается, тогда как зеленые корма повышают количество содержащихся лимонной кислоты и фосфора.

В то время как недостает точных данных относительно сезонных колебаний в величине осадка кажется вероятным, что изменения в отноше-

нии и количествах минеральных солей в молоке являются в значительной мере причиной наблюдаемой разницы в степени образования осадка в партиях выпаренного молока при повидимому тождественных условиях производства и однородной концентрации.

Влияние концентрации на количество осадка. Практический опыт в промышленном производстве показал, что сильно сгущенное выпаренное молоке склонно выделять большее количество осадка, чем продукт с более умеренным сгущением. Этого логически и можно было бы ожидать. Процент обезжиренного сухого вещества повышается со степенью сгущения, увеличивая количество солей, извести и магния, вероятно, усиливая их состояние перенасыщения, тем сымым освобождая большие количества для осаждения.

Влияние процесса стерилизации. Определенно неизвестно, до какой степени температура, применяемая в процессе стерилизации, влияет на появление песчанистого осадка. Однако осадок более растворим в холодных растворах, чем в горячих, он легче осаждается из кипящих растворов, чем из холодных, что является характерным для многих солей извести и магния. Поэтому казалось бы, что чем выше температура стерилизации или чем продолжительнее выдержка или и то и другое вместе, тем сильнее проявляется в выпаренном молоке тенденция к образованию песчанистого осадка.

Наблюдения, основанные на осмотре значительного числа жестянок с выпаренным молоком, склонны также поддержать это предположение. Оказывается, молоко темного цвета (бурое) дает больше осадка, чем светлое. Так как помимо естественного цвета сырого молока густота цвета выпаренного молока увеличивается с температурой стерилизации, это наблюдение указывает на то, что заметное большое отложение в выпаренном молоке темного цвета может получиться по крайней мере частично вследствие высокой температуры стерилизации. Хотя процесс стерилизации может увеличить получающийся осадок, однако он необязательно является причиной осадка, что доказано Можоннье и Трой (17), которые сгущали образец ненагретого обрата примерно до одной трети его первоначального объема над серной кислотой, без нагревания. Они прибавляли кусок тимола во избежание порчи молока от действия бактерий и выдерживали продукт в запаянной посуде при 30° Ц в течение трех месяцев и нашли там значительное количество отложения лимоннокислого кальция в конце периода, в который производились наблюдения. Эти результаты указывают на то, что осадок в выпаренном молоке может образоваться без какого-либо нагревания и что процесс стерилизации может и не быть регулирующим фактором. Относительно высокая концентрация (3:1), до какой был сгущен этот опытный образец, без сомнения усиливала тенденцию солей извести к образованию осадка.

Влияние температуры хранения на количество осадка. Так как соли кальция и магния менее растворимы в теплых растворах, чем в холодных, логически следует, что высокие температуры хранения вызвали бы больше осадка, чем низкие температуры хранения. Эта зависимость была определенно установлена путем тщательного изучения Можоннье и Трой (17). Эти исследователи экспериментально установили, что при хранении выпаренного молока при 30° Ц в нем оказывалось большое количество мелких и крупных частиц осадка в конце месяца. Значительное количество осадка, состоящего из крупных частиц, было также найдено при хранении при 20° Ц в период от 78 до 110 дней. При температуре хранения 7° Ц не было осадка даже по прошествии четырех месяцев.

Следовательно, эти наблюдения показывают, что самым надежным средством для предотвращения раннего появления в выпаренном молоке песчанистого осадка является охлаждение его приблизительно до 7° Ц и хранение при этой температуре до тех пор, пока это необходимо. Образовавшийся однажды осадок остается постоянным; его нельзя удалить встряхиванием.

Отстоявшееся и сбитое в комки выпаренное молоко

Общее описание. Этот порок относится к молоку, в котором молочный жир в жестянке поднялся на поверхность, образуя слой густых сливок поверх выпаренного молока. Когда отстаивание жира лишь незначительно, встряхивание банки обыкновенно размешивает эти сливки, но эмульсия бывает только временной. При отстаивании жир снова выделяется. Когда выделение бывает настолько значительным, что образуется тяжелый компактный слой сливок, встряхивание не в состоянии восстановить эмульсии жира, фактически оно будет иметь тенденцию заставить сливки сбиться, образуя комки масла. В то время, как выпаренное молоко с выделившимся жиром обыкновенно бывает нормальным по вкусу и полезности для здоровья, его ненормальный и непривлекательный вид не говорит в его пользу.

Причины и предупреждение. Как объяснено в главе XII о «гомогенизации», основная причина отстоявшегося и сбитого в комки выпаренного молока заключается в разнице между удельным весом молочного жира и остальных составных частей молока. Жировые шарики, будучи легче обрата, имеют тенденцию подыматься на поверхность, образуя слой густых сливок. Когда это отстоявшееся выпаренное молоко подвергается встряхиванию, как напр. во время перевозки, эти сливки сбиваются в комки масла. Это стремление жира к отделению во время хранения и к сбиванию во время перевозки возрастает с увеличением размера жировых шариков, и тому что чем крупнее ширики, тем больше их объем по отношению к их поверхности и тем сильнее их стремление подыматься наверх. Этот факт основан на хорошо известном физическом законе, который гласит, что поверхность двух шаров так относится одна к другой, как квадраты их диаметров, и что объем двух шаров так относится друг к другу, как кубы их диаметров. Объемы определяют их удельный вес, тогда как поверхности обусловливают силу сопротивления. Поэтому чем крупнее жировые шарики, тем значительнее их способность к отставанию и тем слабее относительное сопротивление, которое они должны преодолеть при своем движении вверх.

Влияние местности и времени года. Так как преобладающий размер жировых шариков в молоке колеблется в зависимости от породы и лактационного периода коров, легкость, с которой выпаренное молоко отделяет жир, и трудность преодоления этого порока колеблются в зависимости от местности и времени года. Жировые шарики в молоке джерзейской и гернзейской породы в среднем в два-три раза крупнее, чем таковые в молоке голландской и айрширской. Следовательно, заводы, расположенные на территории, где преобладающими породами являются голландская и айрширская, не столь много страдают от отстаивания жира в выпаренном молоке, как заводы в местностях, где преобладает джерзейский и герзейский скот.

Кроме того жировые шарики бывают наиболее крупными в начале лактационного периода и уменьшаются в размере по мере его продви-

жения. Следовательно, существует стремление для жировых шариков быть наиболее крупными, когда большинство коров отелилось. В высокоразвитых молочных районах, где производители молока научились ценить преимущества ведения молочного хозяйства зимою, отелы коров обычно распределяются по всему году. Это сильно уменьшает сезонные колебания среднего размера жировых шариков и облегчает стандартизацию процесса производства с точки зрения предотвращения отстаивания жира.

В менее развитых молочных районах, где производители молока являются сторонниками ведения молочного хозяйства в летнее время и где громадное большинство коров телится весною, в молоке оказывается сильное преобладание крупных жировых шариков в начале лета. Это усиливает опасность отстаивания жира в это время года.

Влияние степени сгущения. Чем более сгущен продукт, при всех прочих равных условиях, тем менее опасность отстаивания жира в готовом продукте. Причина этого лежит в том факте, что в зависимости от сгущения вязкость и сопротивляемость отстаиванию выпаренного молока повышаются, препятствуя жировым шарикам двигаться вверх. Этому частично противодействует увеличение удельного веса продукта, но увеличение сопротивляемости отстаиванию бывает более сильным, чем то влияние, которое сила тяготения оказывает в пользу отстаивания жира.

Однако одного сгущения недостаточно для предотвращения отстаивания жира, когда имеющиеся другие условия благоприятствуют этому пороку.

Влияние процесса стерилизации. Процесс стерилизации является одним из факторов, обусловливающих отделение жира, поскольку он влияет на вязкость выпаренного молока. Кратковременный процесс, быстро повышая температуру до высокой точки при выдерживании только лишь в течение короткого времени, при всех прочих равных условиях дает молоко с относительно низкой вязкостью, которое в результате склонно повести к значительному отстаиванию жира. Длительный процесс, повышая температуру стерилизации постепенно, не нагревая аппарат до высокой точки, при остановке барабана, как объяснено под заголовком «Стерилизация», имеет тенденцию повышать вязкость и уменьшать опасность отстаивания жира в выпаренном молоке. До появления гомогенизатора заводы во многих местностях считали необходимым применять длительный процесс стерилизации при низкой температуре для того, чтобы обезопасить себя от отстаивания жира.

Влияние гемогенизации. Ни один фактор не оказал столь существенного содействия в предотвращении отстаивания жира в выпаренном молоке, как применение гомогенизатора и пользование им. Гомогенизатор делает возможным столь мелкое раздробление жировых шариков, что их уменьшившаяся способность к отстаиванию уже больше не является достаточной для преодоления сопротивления окружающей жидкости. Они не в состоянии подняться на поверхность и остаются в виде постоянной эмульсии.

Кроме того постоянству эмульсии и неспособности жировых шариков подниматься еще содействует тот факт, что гомогенизация вызывает некоторое повышение вязкости, которое, как думают, происходит вследствие увеличившейся адсорбции, в особенности казеина, с увеличением дисперсных поверхностей жировых шариков. Относительно всех подробностей способа и влияния гомогенизации см. главу XII.

Переворачивание жестянок во время хранения. Переворачивание жестянок через регулярные промежутки времени при хранении товара на заводе замедляют всплывание жира и образование плотного слоя сливок. Когда товар потребляют вскоре после того, как его отправляют с завода, эта предосторожность достигает цели. Но когда продукт подвергается обычной задержке между заводом и потребителем, то обычай переворачивать жестянки на заводе приносит мало пользы.

Перебродившее выпаренное молоко

Перебродившее выпаренное молоко подвергалось изменениям бактериального характера, и оно уже испорчено. Содержимое банок может оказаться кислым с образованием сгустка, который может образоваться с развитием кислоты, или могут быть нежелательные привкусы, а также газовое брожение, которое приводит к вспучиванию банок, а вспучивание может сопровождаться развитием высокой кислотности или продуктами гниения.

Перебродившее выпаренное молоко, более известное под наименованием порченого, получается в результате или неполной стерилизации или негерметичности укупорки. Когда это происходит вследствие неполной стерилизации, обыкновенно приходится иметь дело с весьма устойчивыми в отношении температуры бактериями, и обычно, хотя не всегда, бывает затронута вся партия. Когда это происходит вследствие герметичных банок, микроорганизмы часто бывают таких типов, которые имеют относительно низкую термическую точку смерти, и вообще этот порок проявляется только в части партии.

Кислое, свернувшееся выпаренное молоко

Общее описание. Такого рода порча обнаруживается посредством встряхивания жестянок рукою. Своеобразное ощущение глухого удара и звука показывает, что содержимое не является нормально жидким и что образовался сгусток. По вскрытии банок находят более или менее плотный сгусток, а вкус и запах оказываются кислыми.

Причины и предупреждение. Такое состояние бывает в результате наличия микроорганизмов, обычно молочнокислого типа, которые вызывают скисание молока, а образовавшаяся кислота свертывает казеин. Так как большинство молочнокислых бактерий неустойчиво по отношению к нагреванию и погибают при относительно низкой температуре, этот порок обыкновенно не вызывается неполной стерилизацией. Хотя температура стерилизации могла быть недостаточной для уничтожения споровых форм, она достаточно высока для того, чтобы уничтожить микроорганизмы, необразующие споры, как напр. истинные молочнокислые бактерии и другие.

Обычный источник образования этого порока — последующее загрязнение содержимого банок микробами, и единственным возможным путем для их проникновения являются негерметичные банки или банки негерметично запаянные. Тщательный осмотр банок с кислым, свернувшимся выпаренным молоком, обыкновенно обнаруживает бракованные банки или неправильное запаивание. Малейшая утечка в швах или в запаянных местах банок помимо того, что способствует загрязнению, также создает благоприятные условия для размножения микробов, связанных с таким загрязнением. Этим обеспечивается необходимый доступ воздуха.

Было также найдено, что кислое, свернувшееся выпаренное молоко получается вследствие деятельности микроорганизмов, которые достаточно устойчивы по отношению к температуре, чтобы навести на мысль о спорообразовании, и в таких случаях неполная стерилизация, по всей вероятности, и является причиной этого порока.

Хаммер (108) сообщил о таком случае кислого, свернувшегося выпаренного молока. По вскрытии порченой банки в ней оказался плотный сгусток и отделилось небольшое количество сыворотки. В нескольких случаях свернувшееся молоко имело вид хлопьев. Вкус и запах были чуть-чуть кислыми и слегка напоминающими сыр, но они не были неприятными. Кислотность колебалась от 104° до 126° по Тернеру. Микроорганизм, вызывающий этот порок, был введен в герметичные банки и при выдерживании при 55° Ц свертывал молоко в течение от 4 до 6 дней, при 37° Ц—в течение от 9 до 14 дней и при комнатной температуре в течение 19 дней. Он свертывал молоко с незначительным отделением сыворотки.

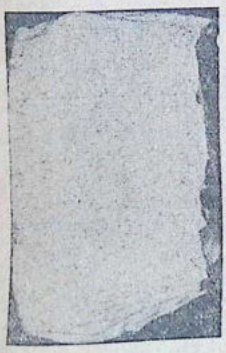


Рис. 113. Кислый сгусток в выпаренном молоке.

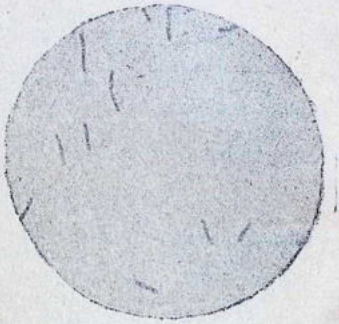


Рис. 114. B. coagulans.

Хаммер предложил назвать его «B. coagulans». В старых культурах оказывались микроорганизмы, которые имеют вид спорообразующих, хотя споры не были реально легко отличимыми. Молочные культуры, выращиваемые в продолжение 9 дней при 37° Ц, выдерживали нагревание до 80° Ц в течение 10 минут. Источник загрязнения молока «B. coagulans» не был установлен. Но описание этого микроорганизма наводит на мысль, что причиной этого специфического случая кислого, свернувшегося выпаренного молока была неполная или неравномерная стерилизация (рис. 113 и 114).

Ханзикер и Кордес (109) изучали случай кислого, свернувшегося выпаренного молока, из которого они выделили микроорганизмы, совпадающий во всех деталях с описанным Хаммером «B. coagulans». Были исследованы две заводских банки, содержащие продукт с этим пороком. Содержимое было ввиде сгустков неправильной формы. Так как банки проделали значительное расстояние от завода до лаборатории, это наводит на мысль о том, что первоначально был однородный сгусток, который

разбился при перевозке. Отделения сыворотки в банках не было. Молоко имело несколько горький, слегка кислый вкус сырного характера, который не был неприятен. Не было доказательств появления газа.

Подсчет на чашках Петри показал, что одна банка содержит 9 100 000, а другая 75 000 бактерий на 1 $см^2$. Было значительное преобладание «B. coagulans». При введении в стерильный обрат с выдерживанием при 37° Ц он образовал мягкий сгусток, причем коагуляция началась на дне через два дня. При введении в герметичные жестянки выпаренного молока с выдерживанием при 37° Ц через 10 дней он образовал мягкий сгусток с характерным, несколько кислым и слегка горьким вкусом и сырным запахом, найденными в первоначальном порченом продукте. Кислотность в различных жестянках колебалась от 0,86% до 1,50%. После продолжительного выдерживания наверху появилась чистая сыворотка. Микроорганизм не был уничтожен при 80° Ц в течение 10 минут, но он не в состоянии был выдержать температуру 112,2° Ц, причем длительность перехода 100° Ц до 112,2° Ц составляла 7 минут. Этот завод пользовался относительно низкими температурами для стерилизации и сообщил, что этот порок оказался только в некоторых частях партий. Это наводит на мысль о неравномерном нагревании стерилизатора (см. главу XIII).

Горькое выпаренное молоко

Общее описание. По вскрытии банок их содержимое представляет затвердевший сгусток, обыкновенно белый по цвету и очень горький на вкус, напоминая горечь одуванчика. Наблюдается отстаивание чистой сыворотки, сгусток не легко разламывается при встряхивании, и кислая реакция смеси сгустка и сыворотки составляет от 39° до 44° Тернера, что является нормальным для выпаренного молока.

Причины и предупреждение. Микроскопические исследования культур в стерильном молоке при сильном увеличении показывают присутствие очень небольших микробов. Молоко образует плотный сгусток в течение от пяти до семи дней, и по прошествии более чем недели сгусток имеет тот же самый сильный горький вкус, как и в банках. Горечь повышается с течением времени. Эти микробы лучше всего растут при 32° Ц. Это — факультативные анаэробы, развивающиеся как в аэробных, так и в анаэробных средах, но они предпочитают анаэробные условия.

В наблюдавшемся случае споры не были обнаружены, и выдерживание в течение 15 минут при 100° Ц уничтожило эти зародыши. Вышеуказанные открытия не исключают возможности спорообразования при весьма неблагоприятных для роста и жизни условиях.

Присутствие этого вида образующих горький сгусток микроорганизмов говорит о неполной стерилизации выпаренного молока Поразительная белизна сгустка во всех случаях, которые обратили на себя внимание автора, является дальнейшим доказательством правильности этого вывода. Это указывает на то, что банки получили относительно мало тепла в стерилизаторе, иначе сгусток был бы более темного цвета. Это порок обыкновенно не проявляется во всех банках одной и той же партии, но только в ограниченной части каждой партии. Этот факт наводит на мысль о том, что нагревание в стерилизаторе происходит неравномерно, причем некоторые банки меньше нагреваются, чем другие, как объяснено в главе XIII «Распределение теплоты в стерилизаторе». Некоторые случаи горького выпаренного молока, которые привлекли

внимание автора и были им исследованы, относились к молоку, выработанному в конце лета, и в каждом случае повторение порока не было донущено посредством повышения температуры стерилизации сверх 113° Ц и улучшения процесса нагревания в стерилизаторе.

Один случай горького выпаренного молока был изучен Хаммером (110), который, изолировав небольшой микроорагнизм в форме палочки, предложил назвать его «Bacillus amarus». Чистые культуры, введенные в нормальное молоко и выдерживаемые при 37° Ц слегка увеличили кислотность, сообщив определенно горький вкус, и после продолжительного выдерживания образовали плотный сгусток. Однако степень коагуляции не была во всех случаях равномерной. Посев культур, предварительно выдерживавшихся от 6 до 21 дня, дал рост на сывороточном агаре при нагревании до 80° Ц в течение десяти минут.

Шпитцер и Эпшель (111) исследовали случай горького выпаренного молока, в котором, как оказывается, причиной затруднения микроб был иного типа, нежели тот, который наблюдали Ханзикер (113), Хаммер (110) и Ханзикер и Кордес (109) во время «эпидемии» горького выпаренного молока, как описано выше. Шпитцер и Эпшель нашли, что горечь происходит вследствие присутствия в выпаренном молоке микроорганизма, который соответствует по классификации Мигулы (1900 г.) «Bacillus panis», как он описан Лоренсом и Даубахом (112).

Этот микроорганизм является неподвижной бактерией, имеющей форму палочки с закругленными концами, размером приблизительно от 0,4 до 2,0 микронов. Он является спороносным, причем споры легко образуются через 48—72 часа и обыкновенно появляются близ центра палочки. Микрорганизм заключен в оболочку и весьма устойчив по отношению к температуре. Шпитцер и Эпшель нашли, что он выносит температуру 121° Ц в течение 8 минут, но он погибал при той же самой температуре после 10-минутной выдержки. Микроорганизм не выделяет газа, он не вспучивает банок и не коагулирует казеина. Содержимое банок кажется совершенно нормальным наглаз, единственное заметное изменение выражается в чрезвычайно горьком вкусе. Это активный протеолетический зародыш, способный выделять энзимы, которые протеолитически активны, быстро разлагая белки молока на большие количества пептонов и соединений сложного характера с более низким содержанием азота. Авторы указывают, что чрезвычайно развитая пептонизирующая функция микроорагнизма может быть первоначальной причиной горечи.

Описание характерных особенностей со стороны культуры и термической точки смерти этого микроорагнизма наводит на мысль о том, что присутствие этого зародыша в выпаренном молоке и порча продукта бывают не по вине неправильного процесса стерилизации, а в результате заводских условий, которые позволяют этому зародышу сохраниться в молоке и загрязнять его. Антисанитарное состояние труб, насосов, гомогенизаторов, разливочной машины и т. д. обыкновенно бывает наиболее вероятным местом размножения микроба и источником загрязнения.

Рыбный привкус в выпаренном молоке

Общее описание. Это редкий порок брожения. Хаммер (114) сообщил об одном случае с рыбным привкусом в выпаренном молоке. Порок был обнаружен в банке, которая поступила к потребителю. Содержимое имело определенно рыбный запах и вкус. Кислотность была 62° по Терперу по сравнению с 35° Тернера в нормальной банке из того же самого ящика.

В рыбном молоке содержалось несколько небольших комочков; в остальном оно имело нормальный внешний вид.

Причина и предупреждение. В стерильном молоке, в которое ввели вещество из банки с рыбным привкусом, развился определенно рыбный запах после выдерживания при комнатной температуре в течение 3 дней или более. Чистые культуры микроорганизма, введенные в нормальное выпаренное молоко, дали через несколько дней тот же самый порок. Было незначительное вспучивание банок, и по вскрытии улетучилось некоторое количество газа. Были небольшие комочки сгустка. Кислотность повысилась с 35° Тернера до 65° Тернера. Рыбный привкус был более ярко выраженным по выдерживании при комнатной температуре, чем при 37° Ц. Микроб, служивший причиной рыбного привкуса, имел форму палочки длиною от 1,0 до 2,1 микронов и от 0,6 до 0,8 микронов ширины. Спор не было замечено. Культуры, подвергшиеся действию температуры 70° Ц в течение от 5 до 10 минут, не дали роста. Его низкая сопротивляемость нагреванию показывает, что этот микроорганизм не выдержал бы процесса стерилизации и что порок, должно быть, возник вследствие загрязнения, которое получилось от дефективной банки. Хаммер нашел, что этот микроорганизм разжижает желатин и перевариваетказеин. Он считал, что этот микроорганизм тесно связан с группой «Proteus» и предложил название «B. ichthyosmius» (рис. 115).

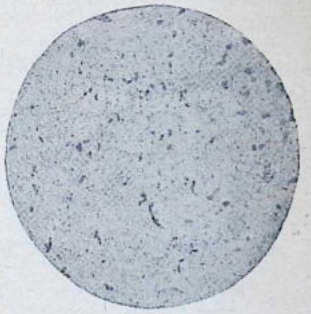


Рис. 115. B. ichthyosmius, придающий выпаренному молоку рыбный привкус.

Газовое брожение в выпаренном молоке

Общее описание. Концы банок весьма заметно выпячиваются до такой степени, что банки лопаются по швам. Это происходит вследствие газового брожения, образующего в банках,сильное давление. Оно часто бывает столь высоким, что при вскрытии банок большая часть содержимого разлетается с огромной силой. В некоторых случаях взорвавшегося выпаренного молока содержимое имело кислый запах, приятный и ароматичный. Однако в большинстве случаев выделяется весьма отвратительный запах, указывающий на сероводород и гнилостное разложение. Этот запах чрезвычайно быстро всюду проникает, и его трудно удалить из всего того, с чем он приходит в соприкосновение.

Причины и предупреждение. Было изучено несколько разных видов газового брожения, вызывающего вспучивание. Савидж и Ханвик (115) изолировали несколько аэробных видов группы «B. coli», которые вызвали газообразование, когда их ввели в герметичные банки, и эти исследователи читают эти микроорганизмы определенной причиной порчи и развития газа в банках с выпаренным молоком. Они также изолировали микробы характера кокков, микрококков, стрептококков и дрожжей, способных вызывать газовое брожение. Кроме того эти исследователи сообщают, что кислотность в девяти осмотренных взорвавшихся

банках колебалась от 50° до 162° Тернера против 33° до 45° Тернера в 24 образцах герметичных жестянок.

Они также изолировали спорообразующие анаэробные микробы из порченых раздувшихся банок. Выдерживание герметичных банок после введения в них культур анаэробов воспроизвело характерное газовое брожение, сопровождающееся вначале повышением кислотности, а позднее разложением и запахом гнили. Они заметили, что, когда были введены одни только споры, последние не всегда размножались или вызывали изменения в молоке, но если споры прорастали, то разлагали молоко. Савидж и Ханвик указывают, что вероятно, этому содействует присутствие двух типов анаэробных спорообразующих микробов, как-то: «B. putrificus» и «Rauschbrand bacillus», которых они нашли в выпученном молоке и которые воспроизвели вспучивание в нормальных банках.

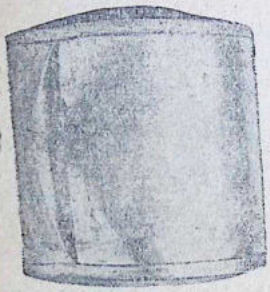


Рис. 116. Последствие газового брожения.

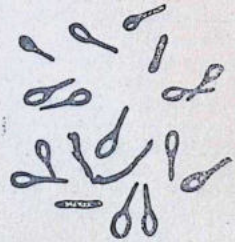


Рис. 117. Plectridium foetidum — весьма устойчивый вид анаэробных микроорганизмов, вызывающий «вспучивание» крышек банок выпаренного молока.

Оказывается, что рассмотренные выше примеры вспучивания скорее указывают на случаи разбухания отдельных банок, чем на неблагополучие целых варок. Характерные «эпидемии» вспучивания в промышленном производстве выпаренного молока, которые связаны с огромным большинством серьезных случаев газового брожения, вызываются микроорганизмами, обладающими большой устойчивостью по отношению к температуре. Такие виды брожения обыкновенно бывают обязаны своим происхождением анаэробным бактериям, принадлежащим к группе маслянокислых, и в большинстве случаев, хотя и не всегда, преобладают гнилостные типы. Более видными среди них являются «Bacillus putrificus», «Plectridium novum» и «Plectridium foetidum».

В нескольких исследованных автором случаях вспучивания гниения не было, и газообразование сопровождалось высокой кислотностью и несколько ароматичным запахом, причем в молоке оказывался сгусток.

Но обычный тип вспучивания был связан с интенсивными гнилостными изменениями, сопровождаемыми сильным газообразованием и наличием отвратительного запаха. В каждом из этих случаев микроорганизм, вызвавший брожение, оказался «Plectridium foetidum» (рис. 116 и 117).

Plectridium foetidum является строгим анаэробом, он совершенно не может расти при аэробных условиях. Это — активный подвижный, среднего размера организм со жгутиками и спорами. На одном конце

он имеет похожее на томагавк утолщение, в котором находится спора. Бацилл напоминает барабанную палочку, похожую на «B. tetani». При анаэробных условиях и выдерживании при 32° Ц он ферментирует молоко через четыре дня. Молоко сначала свертывается, затем сгусток постепенно растворяется полностью, оставляя чистую желтую жидкость, похожую по внешнему виду на растопленное масло. Броженню сопутствует постепенное развитие легко уловимого скверного запаха. Этот микроорганизм выдерживает температуру 118° Ц. Его термическая точка смерти лежит между 118° и 121° Ц.

Plectridium foetidum так же, как и большинство других видов анаэробных спороносных маслянокислых бацилл и бактерий, в изобилии встречается в возделанной почве, в полевых посевах и даже на ядрышках зерен. Так как этот вид порока выпаренного молока характерен в особенности для продукта, выработанного в течение последних летних и первых осенних месяцев, не кажется невероятным, что пыль при уборке урожая в поле служит главным образом источником загрязнения молока на ферме, хотя вполне возможно, что загрязнение этими зародышами может также произойти вследствие пользования нечистым оборудованием на заводе.

Поэтому во избежание случаев вспученного перебродившего выпаренного молока необходимо применять наивысшие температуры стерилизации или наиболее продолжительную выдержку при температуре стерилизации, или и то и другое вместе, но так ,чтобы это было совместимо с отсутствием свертывания молока. Практический опыт показал, что пользование градацией температуры и продолжительностью выдержки, данными в главе XIII «О стерилизации», эффективно предохраняет от этого порока.

Вспучивание выпаренного молока вследствие замерзания. Если выпаренное молоко остается на хранении при температурах ниже точки замерзания воды, то содержимое банок замерзает. Во время замерзания содержимое расширяется в достаточной степени для того, чтобы вызвать выпячивание концов банок. Когда впоследствии банки попадают в более теплую среду, при которых их содержимое снова растаивает, молоко сокращается, и банки принимают свой нормальный вид.

В то время как процесс замерзания не влияет на полезность продукта для здоровья и на его вкус, растаявшее выпаренное молоко обыкновенно бывает менее однородным и очень часто слегка зернистым. Это происходит вследствие того обстоятельства, что во время замерзания бывает частичное отделение водянистой части от казеинового вещества. Казеин сокращается, а водяная часть замерзает. При таянии эмульсия бывает менее полной, чем она была до замерзания. Как оказывается, казеин остается в таком сжатом состоянии и лишает продукт его первоначальной однородности. Эмульсию и однородность можно восстановить, подвергнув такое молоко процессу встряхивания.

Вспученное выпаренное молоко вследствие химического действия. Возможно, что банки совершенно стерильного молока при продолжительном хранении будут вспучиваться в результате действия кислоты на тару. Выпаренное молоко имеет кислотность от 39° до 55° Тернера. Когда выпаренное молоко разливают в жестяные банки, жесть бывает светлой и не потускневшей как внутри, так и снаружи. После процесса стерилизации внутренняя поверхность банок темнеет и становится тусклой. Это вызывается совместным действием кислоты и теплоты, которые, повидимому, разъедают жесть. Это явление еще иллюстрируется тем фактом, что там, где заводы пастеризуют обрат и возвращают его

поставщикам в молочных флягах в горячем состоянии, срок службы фляг оказывается недолгим, они вскоре ржавеют и начинают давать течь.

Молочная кислота в выпаренном молоке продолжает действовать на жесть банки после ее наполнения, и в очень старом выпаренном молоке молочная кислота может разложить значительную часть железа, сопровождая это выделением водорода. Оно ускоряется при непрерывном соприкосновении банок с высокими температурами (летняя жара). Этот факт был также опытным путем доказан (116), посредством царапин, сделанных напильником на дне жестяных банок внутри, после чего банки были наполнены 0,4% раствором молочной кислоты и уксусной кислоты соответственно. После запаивания банки были стерилизованы в автоклаве с целью избегнуть малейшей возможности действия со стороны бактерий. После охлождения эти стерилизованные банки выдерживались в течение некоторого времени при 32° Ц. Банки, содержащие разбавленную молочную кислоту, начали разбухать, тогда как контрольные банки, содержащие только дестиллированную воду, остались нормальными.

Додж (97) также нашел, что действие 0,5% раствора масляной кислоты и 0,2% раствора молочной кислоты на металл жестянки вызывало постепенно развитие газа. Однако Савидж и Ханвик (115), подлив в молоко молочной кислоты с тем, чтобы довести общую кислотность до 75° Тернера и выдержав молоко в течение продолжительного времени, не могли обнаружить газообразования и на основании своих опытов пришли к заключению, что весьма неправдоподобно, что жестянки выпаренного молока когда-либо разбухают от действия одних только химических средств.

Вспученное выпаренное молоко вследствие изменения высоты над уровнем моря. Когда банки наполнены выпаренным молоком на заводах, расположенных невысоко над уровнем моря, то они могут вспучиваться при перевозке в высокие местности. Опасность усугубляется, если выпаренное молоко во время разливания было холодным и если температура, с которой оно приходит в соприкосновение в высокой местности, высока.

Такого рода вспучивание банок, очевидно, не обусловливает качества содержимого и это явление происходит не в результате брожения или химических изменений. Оно вызывается тем обстоятельством, что давление в банке, запаянной на уровне моря, несколько больше давления атмосферы, окружающей банку, когда она попадает в высокую местность. Если, вместе с тем, молоко, упакованное на уровне моря, поступает в банку при низкой температуре и если атмосферная температура в высокой местности, куда отправляют запаянные банки, окажется высокой, то разница в давлении внутри и снаружи банки еще более увеличивается вследствие расширения молока и воздуха в банке. Совокупности этих факторов может быть достаточны для того, чтобы выпятить концы банки, произведя ошибочное впечатление того, что в упаковке содержится перебродивший товар. Такой случай фактически имел место с одним из заводов, выполнявшим контракт для правительства во время мировой войны, причем вся партия выпаренного молока была забракована правительством из-за вспученных банок. Вслед за этим товар после осмотра содержимого жестянок был найден хорошего качества.

Такого рода случаи можно предупредить, наполняя банки, предназначенные для сбыта в высоких местностях, горячим выпаренным молоком.

Бурое выпаренное молоко

Общее описание. Идеальным цветом выпаренного молока является густой кремовый цвет, напоминающий естественную кремово-желтую окраску сырых сливок. Обработка молока в процессе производства имеет тенденцию сделать цвет выпаренного молока более темным.

Причины и предупреждение. Природный цвет сырого молока колеблется в зависимости от местности, времени года и породы скота и корма. Он колеблется от белого до густого кремово-желтого. Пальмер и Эккельс (117) и Пальмер (118) показали, что желтый цвет бывает вследствие присутствия двух желтых пигментов—каротина и ксантофила, найденных в свежих зеленых кормах. По этой причине цвет молока и сливок бывает несколько более желтым в конце весны и летом, когда коровы имеют доступ к массе зеленого корма. Поздней осенью и зимою, когда зеленого корма нехватает или совсем не бывает и, следовательно, количество желтого пигмента невелико, естественный цвет молока бывает гораздо светлее, почти белый. На кремово-желтый оттенок также влияет порода коров. Молоко джерзейской и гернзейской пород имеет более густой оттенок кремово-желтого цвета, чем молоко голландской, айрширской пород. Ясно, что в силу этих фактов цвет выпаренного молока будет также колебаться в зависимости от времени года и местности. Однако нежелательный бурый цвет, иногда встречающийся в жестянках выпаренного молока не вызывается, хотя он может быть чуть-чуть усилен естественными иколебаниями в оттенке желтизны свежего молока.

Главный фактор, обусловливающий цвет выпаренного молока, лежит в температуре, действию которой молоко подвергается во время производства и хранения, и в продолжительности последнего. Высокая температура стерилизации и в особенности длительное подогревание и продолжительная стерилизация делают цвет молока более темным. Короткий процесс стерилизации при высокой температуре делает цвет молока значительно менее темным, чем продолжительный процесс стерилизации при соответственно более низкой температуре.

Бурый цвет выпаренного молока обусловливается главным образом вследствие «карамелизующего» влияния высоких температур на молочный сахар. Цвет белкового вещества также темнеет в результате слишком сильного действия высокой температуры. Наличие в выпаренном молоке значительных количеств сгущенного молока от предыдущей партии из вскрытых банок также придает продукту буроватый цвет. Применение двууглекислой соды в значительных количествах производит такой же эффект. Так как потребитель предпочитает выпаренное молоко со светлым оттенком кремово-желтого цвета и возражает против бурого цвета, то важно, чтобы обработка молока в процессе производства регулировалась таким образом, чтобы избегнуть чрезмерного потемнения и поддерживать по возможности однородной цвет различных партий.

Суррогат выпаренного молока

Он состоит из обрата, к которому добавлен растительный жир, как, напр. кокосовое масло, вместо молочного жира. Смесь подвергается гомогенизации наподобие настоящего выпаренного молока.

Суррогат, очевидно, в этом отношении ниже настоящего выпаренного молока, что в нем недостает тех важных витаминов, способствующих росту, и целебных свойств, которые присущи молочному жиру цельного

молока. Этот продукт впервые поступил на рынок под маркой «Гебе» (Hebe), но позже его продавали под многими другими марками.

Опыты, поставленные в университете штата Огайо Хатчисоном, инструктором отдела сельскохозяйственной химии под руководством проф. Ерфа, зав. отделом молочного хозяйства, и доктора Липмана, проф. сельскохозяйственной химии, показали, что в результате кормления молоком «Гебе» молодых белых крыс обнаружилось недоедание, сопровождаемое задержанием роста, болезнью глаз и смертью некоторых из опытных крыс наподобие других рационов, в которых нехватает витаминов, растворимых в жирах.

Этот продукт очень похож по внешнему виду, вкусу и запаху на выпаренное цельное молоко. В то время как американские законы об охране продуктов питания требовали, чтобы химический состав и составные части суррогата продукта были ясно и отчетливо напечатаны на этикетке упаковки, для потребителя было трудно отличить настоящий продукт от суррогата.

Такое положение было в особенности серьезным, когда матери покупали выпаренное молоко для кормления детей и не понимали, что суррогат выпаренного молока для этих целей непригоден, так как грудные и растущие дети нуждаются в молочном жире для своего наилучшего развития.

Производство суррогата выпаренного молока началось незадолго перед войной и развилось до крупных размеров, как показано американскими статистическими данными в таблице 56. Когда эта угроза как благосостоянию потребителя, так и безопасности промышленности была полностью признана, в САСШ были проведены местные и государственные мероприятия законодательного порядка, регулирующие его производство и продажу. Производство суррогата выпаренного молока теперь воспрещено во многих штатах Америки, а торговля штатов друг с другом этим продуктом запрещена конгрессом.

Таблица 56

Ежегодная выработка суррогата выпаренного молока, изготовленного полностью или частично из обрата, к которому добавлены посторонние жиры

Г о	Ящичный товар (в кг)	Оптовый товар (в кг)	Всего (в кг)
1916	5 448	6 424 869	6 430 323
1917	8 410	7 848 665	7 95[illegible] 076
1918	18 651 752	3 450 537	22 102 289
1919	28 301 009	1 249 145	29 [illegible]50 154
1920	38 201 818	1 235 [illegible]09	3[illegible] 437 727
1921	26 [illegible]40 [illegible]09	2 669 545	29 510 454
1922	17 517 272	870 454	18 [illegible]87 726
1923	3 152 272	50 000	3 20[illegible] 272
1924	—	—	—

Часть VI
ПРОИЗВОДСТВО СУХОГО МОЛОКА

ГЛАВА XXVI

История развития промышленности

Определение. Молочный порошок, сухое молоко, высушенное молоко, пульверизованное молоко, молочная мука, молочные хлопья приготовляются из цельного молока или из частично или полностью снятого молока, или же из молока, которое было обогащено дополнительным молочным жиром, к которому могли быть добавлены сахар, или щелочи, или соли и которое было выпарено до относительно низкого содержания воды или под атмосферным давлением или в вакууме.

Сухое молоко поступает для продажи под такими наименованиями, которые служат для обозначения относительного содержания в нем жира или характера сырья, из которого оно изготовлено. Таким образом продукт, изготовленный из цельного молока или в котором содержится не менее 26% молочного жира (по правилам департамента сельского хозяйства САСШ), известен как «сухое молоко», или «цельное сухое молоко» (буквально—«порошок из цельного молока»). Сухое молоко, содержащее 50% или больше молочного жира, в торговле носит название «сухие сливки». Сухому молоку, изготовленному из молока, у которого часть молочного жира была удалена, так что в законченном продукте содержится менее 26% молочного жира, дано торговое название «частично снятого сухого молока». Сухое молоко, приготовленное из обрата, называется «обрат в порошке» или «сухой обрат». Продукт, получаемый в результате высушивания пахты, известен как «пахта в порошке» или «сухая пахта». Большинство видов сухого молока, вырабатывавшихся в первое время по возникновении этой отрасли промышленности, содержало добавленный тростниковый или свекловичный сахар и стабилизаторы казеина ввиде щелочей и минеральных солей. Цель добавления казеиновых стабилизаторов заключалась в том, чтобы сохранить растворимость законченного продукта. С тех пор процессы производства подвергались значительным улучшениям, так что теперь можно достигнуть высокой степени растворимости без добавления стабилизаторов казеина.

Развитие процесса изготовления сухого молока. Происхождение и история промышленности, занятой производством сухого молока, имеют близкое родство и тесно связаны с происхождением и историей промышленности сгущенного молока. Основная цель двух продуктов одна и та же, т. е. консервирование молока по возможности в его естественном (натуральном) состоянии и уменьшение до минимума его объема, чтобы сделать экономичной его перевозку на дальние расстояния.

и следовательно не является сухим молоком в смысле молочного порошка в том виде, в каком оно вырабатывается и как оно известно в наши дни, все же солодовое молоко представляет собою шаг в развитии промышленности по выработке сухого молока.

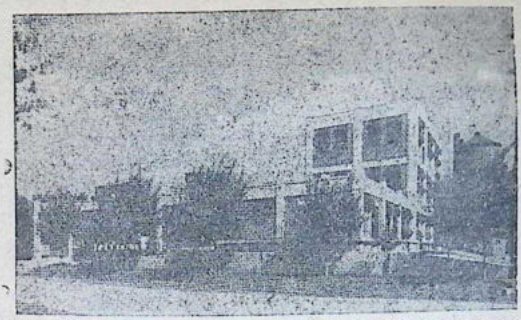


Рис. 118. Завод сухого молока, принадлежащий компании Гоульден Стэйт.

Усовершенствование процессов, пригодных для производства сухого молока в заводском масштабе, сравнительно недавнего происхождения и относится главным образом к последним годам девятнадцатого и к первому десятилетию двадцатого века. До 1898 г. в САСШ не вырабатывали сухого молока без примеси посторонних несвойственных молоку составных частей. Однако с того времени промышленность по выработке сухого молока достигла быстрых успехов. Как американские, так и другие изобретения и усовершенствования быстро следовали друг за другом. Качество продукта существенно улучшилось и теперь достигло высокой степени совершенства, а годовая продукция выросла до крупных размеров, особенно в отношении сухого обрата, хотя сухое цельное молоко и сухие сливки также вырабатываются в значительных количествах, как показано в таблице 57.

Таблица 57

Годовая выработка сухого обрата, цельного сухого молока и сухих сливок в САСШ с 1914 по 1924 г. (в тыс. кг)

Год	Сухой обрат	Цельное сухое молоко	Сухие сливки	Всего
1914	.....	.....	.....	9 528
1916	7 474	964	. ....	8 438
1917	10 271	1425	.....	11 696
1918	11 546	1890	297	13 733
1919	15 016	3932	269	19 217
1920	19 019	4692	140	23 851
1921	17 450	1926	59	19 435
1922	18 712	2542	54	21 308
1923	28 262	2982	149	31 393
1924	31 425	3581	462	354 468

В 1922 г. число заводов в САСШ, вырабатывающих один из трех видов сухих молочных продуктов, было таково:

Сухой обрат	53 завода
Сухое цельное молоко	18 заводов
Сухие сливки	4 завода

ГЛАВА XXVII

Принципы, системы и процессы, применяемые в производстве сухого молока

Высушивание молока можно производить посредством применения холода или тепла. В то время как использование холода для высушивания молока не достигло промышленной стадии развития, имеются многочисленные системы и процессы успешного производства сухого молока посредством нагревания. Различные принципы, системы и процессы высушивания сгруппированы в нижеследующей схематической классификации.

Схема систем и процессов производства сухого молока

- Производство сухого молока
  - Холодным способом
    - Посредством вымораживания воды
      - Пользуясь вакуум-аппаратом с механической мешалкой
      - Продувая нагретый воздух через нагретое молоко, сгущая его до консистенции теста, заканчивая затем операцию на полочных сушилках или на конвейерах, идущих через нагретый проход
  - Горячим способом
    - Высушиванием до консистенции теста
      - На барабанах под атмосферным давлением
        - Поверхность нагрева при температуре выше точки кипения
          - Пользуясь жидким молоком
          - Пользуясь предварительно сгущенным молоком
        - Поверхность нагрева при температуре ниже точки кипения
      - На барабанах, заключенных в вакуум камеру.
    - Пленочным высушиванием (на барабане)
    - Высушиванием посредством распыления
      - Распыление под давлением
        - Распыление жидкого молока.
        - Распыление предварительно сгущенного молока
      - Распыление под действием центробежной силы.

Высушивание молока посредством замораживания. Этот процесс основан на принципе вымораживания воды из молока. Известно, что при замерзании молока вода имеет склонность отделяться от сухих веществ молока. Полнота отделения воды от сухого вещества молока ускоряется надлежащим помешиванием во время замораживания. Методика процесса замораживания при высушивании молока такова:

Молоко охлаждается постепенно и при непрерывном помешивании доводится до температуры ниже точки замерзания воды. Помешивать при точке замерзания необходимо таким образом, чтобы получилась масса мелких, напоминающих снег кристаллов. Полученные таким образом кристаллы состоят почти исключительно из замерзшей воды, окруженной сухим веществом молока в незамерзшем состоянии. Вся масса затем с большой скоростью центрофугируется, причем сухое вещество молока отделяется и выпускается в виде густой пасты, тогда как кристаллы замерзшей воды остаются в середине центрофуги. Паста, состоящая из сухих веществ молока, затем насухо выпаривается в нагретой сушильной камере при умеренной температуре.

Процесс высушивания молока посредством замораживания, насколько указывают имеющиеся под руками данные, еще не вышел из лабораторной стадии своего развития и не нашел применения в производстве сухого молока в промышленном масштабе. Одним из наиболее серьезных затруднений в промышленном использовании этого процесса является неполное восстановление сухих веществ молока. Такой продукт, очевидно, имеет обильную микрофлору наподобие жидкого молока, и если вслед за этим, не высушив его, подвергнуть действию достаточно высокой температуры для того, чтобы обеспечить весьма низкое содержание влаги, то быстрая порча от действия бактерий является неизбежной.

Высушивание молока посредством нагревания. Все процессы без исключения, которые получили применение в промышленном производстве сухого молока, основаны на принципе удаления воды посредством ее выпаривания. Процессы высушивания молока, которые оказались в заводском отношении успешными и нашли широкое применение, можно подразделить на три основные группы, в соответствии с принципами, на которых они основаны, а именно:

1. Система высушивания до консистенции теста.
2. Система пленочного высушивания.
3. Система высушивания посредством распыления.

Для подробного обсуждения основных принципов этих процессов, использованных авторами различных патентов, вниманию читателя предлагается нижеследующее краткое их описание и иллюстрации.

Система высушивания до консистенции теста

К этой группе главным образом принадлежат более ранние и более примитивные процессы. Молоко сгущается любым способом или посредством нагревания в открытых котлах под атмосферным давлением и обычно с помощью механического помешивания, или в вакуум-аппарате с механическим помешиванием или без него, или в открытых котлах посредством продувания нагретого воздуха через молоко до высокой

степени концентрации и до тестообразной консистенции. Затем сгущенный продукт раскладывают тонким слоем по подносам, либо в какую-нибудь иную похожую на них посуду, и высушивают до твердого состояния в вакуум-камерах или в иных крытых камерах, или в сушилках, оборудованных приспособлениями для нагревания или для пропускания струи горячего воздуха. Высушенный продукт затем перемалывают в мелкий порошок. В качестве примеров такого рода процессов изготовления сухого молока служат процесс Уиммера, процесс Кампбелля и др.

Процесс Уиммера. Молоко выпаривают в вакуум-аппарате наподобие такого, каким пользуются при производстве сгущенного молока.

Вакуум-аппарат имеет глубокую паровую рубашку для нагревания, но вместо обычных змеевиков аппарат снабжен механической мешалкой. Молоко сгущается при относительно низкой температуре, и мешалка вращается до тех пор, пока содержание воды в молоке не будет доведено приблизительно до 30% и пока молоко не сделается рыхлым и пористым, хотя оно все еще будет представлять собою компактную массу. Затем высушивание заканчивается на открытом воздухе и без дополнительного нагревания. Продукт перемалывают в порошок. Таков проц есс, открытый Олэ Булл-Уиммером из Копенгагена, Дания (рис. 119).

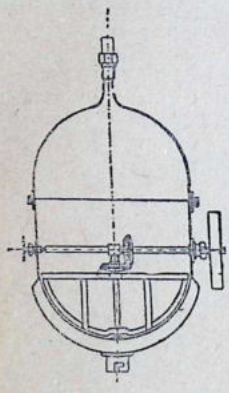


Рис. 119. Машина Уиммера для производства сухого молока.

Процесс Кампбелля. Этот процесс был открыт, запатентован и усовершенствован Дас. Х. Кампбеллем в гор. Нью-Йорке, САСШ.

Процесс Кампбелля состоит в основном из сгущения молока до высокой степени концентрации посредством продувания через него нагретого воздуха в открытом котле. Молоко доводят до очень густой консистенции, напоминающей взбитое тесто. Потом сгущенное молоко механически измельчают при помощи машин, напоминающих глиномялки или соломорезки, или иным способом. Этот измельченный продукт помещают на полки или подносы и высушивают в сушильной камере, нагретой до температуры ниже точки коагуляции альбумина. Или же высушивание заканчивается посредством пропускания частично высушенного молока по транспортеру через нагретый паром сушильный проход (рис. 120).

В процессах, основанных на принципе высушивания до консистенции теста, высушенный продукт превращается посредством размалывания в приемлемый для потребителя порошок, который затем просеивается через сито.

Система пленочного высушивания

Эта система, вкратце говоря, состоит из одного или более вращающихся металлических барабанов. Эти барабаны наполняются горячей водой или паром под давлением и снабжены подвижным ножом или скребком, расположенным таким образом, что он автоматически удаляет тонкую пленку высушенного молока из вращающихся барабанов.

Молоко или молочные продукты, предварительно сгущенные или несгущенные, подаются на поверхность барабана таким образом, чтобы покрыть его тонким слоем. Это можно сделать, применяя резервуар, расположенный по всей длине барабана на нижней его части. Молоко доводится до достаточно высокого уровня для того, чтобы дать возможность барабану своей нижней стороной погружаться в молоко. Узкая часть барабана может покрываться небольшим количеством жидкого продукта в случае, если комплект двух барабанов установлен вместе настолько близко, что жидкий продукт удерживается наверху между

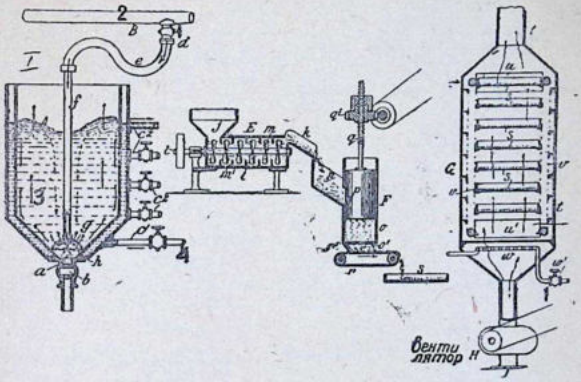


Рис. 120. Прибор Кампбелля для производства сухого молока. I—Открытый котел для сгущения молока; *1*—горячая вода; *a*—отверстие для выпуска сгущенного молока; *b*—кран; *c*—водяная рубашка с непрерывной циркуляцией горячей воды; c^1—трубопровод для подвода горячей воды в рубашку; c^2—отвод воды из рубашки; *B*—трубопровод для подвода воздуха; *e*—соединительный воздушный рукав; *f*—центральная воздушная труба; *g*—воздухораспределительный колпак; *t*—корпус сушильной камеры. II. *E*—мельница; *i*—рабочий цилиндр; *j*—разгрузочная воронка; *k*—выгрузочной желоб; горизонтальная ось с приводным шкивом; *m*—дробящие била; m^1—дробящие ребра; *F*—вермишельная машина; *n*—приемный ковш; *o*—цилиндрическая рабочая камера; *p*—поршень; *q*—червячный винт; q^1—червячная гайка; q^1—мелкие выходные отверстия; *r*—передаточный конвейер; *s*—приемник с сетчатым дном. III. Воздушная сушилка; *t*—корпус сушилки; *H*—вентилятор для воздуха; t^1—выпускная труба для воздуха; *u*—отверстие для загрузки сит в камеру; u^1—отверстие для вынимания сит; *v*—бесконечные цепи с упорами для поддержки сит; *w*—змеевиковый подогреватель воздуха; w^1—труба для подвода к змеевику циркулирующей горячей воды.

барабанами,— или посредством разбрызгивания жидкого продукта на барабан или же посредством соприкосновения поверхности сушильного барабана с небольшим барабаном, вращающимся в молоке. В каждом случае вращающийся барабан захватывает тонкий слой жидкого молока. Вода испаряется от нагревания барабана. Барабан вращается медленно, чтобы дать возможность пленке в достаточной мере высохнуть к тому моменту, когда барабан сделает один оборот. Пленка высушенного молока автоматически соскабливается неподвижно установленным ножом или скребком, и продукт падает в приемник, из которого его удаляют

с помощью бесконечного транспортера. Затем он идет на мельницу и пропускается через сито, где и превращается в мелкий порошок.

Принцип высушивания жидкостей на нагретом вращающемся металлическом барабане не нов. Еще 60 лет тому назад высушивали жидкий желатин, превращая его в сухие пластинки аналогичным процессом. Однако применение способа пленочного высушивания или высушивания на барабане к молоку и молочным продуктам более позднего происхождения и относится к 1898 г.

Первоначальные конструкции машин и процессы оставляли желать много лучшего с точки зрения качества продукта и его растворимости. Более поздние изменения преимущественно были связаны с усилиями преодолеть эти недостатки путем усовершенствования способа подачи жидкого молока на барабан, улучшения регулирования температуры барабана и молока, предназначенного к высушиванию, и улучшения координирования скорости барабана с быстротой и полнотой высушивания.

Пленочное высушивание жидкого или предварительно сгущенного молока. Молоко и молочные продукты, как напр. обрат и пахта, содержат много воды. Количество воды, содержащейся в цельном молоке среднего качества, составляет около 87%, а в обрате и пахте около 90%. Удаление столь большого процента воды посредством выпаривания на барабане отнимает много времени и в значительной степени ограничивает пропускную способность каждого барабана. От значительной части этой воды можно быстрее и экономичнее избавиться, пользуясь оборудованием и процессами, специально предназначенными для сгущения молока, как напр. вакуум-аппаратом или непрерывным концентратором или иным тому подобным стандартным оборудованием, употребляемым и приспособленным для сгущения объемистых жидкостей наподобие молока. В то время как большие количества молока и молочных продуктов все еще высушиваются пленочным способом без предварительного сгущения, обычай превращать молоко в более сгущенную и менее объемистую жидкость перед тем, как подавать ее на сушильные барабаны, быстро приобретает популярность и находит себе широкое применение.

Пленочное высушивание под атмосферным давлением или в вакууме. Системы высушивания с помощью барабанов, применяемые в наше время в заводском производстве, можно подразделить на две группы, а именно: высушивание под атмосферным давлением и высушивание в вакууме.

Первоначальные барабанные сушилки работали таким образом, что их поверхности подвергались атмосферному давлению. Молоко высушивалось при наличии воздуха. Это применяется и теперь во многих случаях и с достаточным успехом. Главный недостаток высушивания с помощью барабанов под атмосферным давлением заключается в том, что молоко приходится подвергать действию относительно высоких температур. Это в свою очередь понижает растворимость законченного продукта. Для молочных продуктов, где не требуется полная растворимость или где сухой продукт употребляется для кормления скота или для других целей (как напр. пахта) с ней можно не считаться. Но в отношении обрата, цельного сухого молока и сухих сливок, которые предназначаются в пищу людям, растворимость служит в большинстве случаев важным фактором, и для этих целей пленочное высушивание под атмосферным давлением имеет свои недостатки.

Одним из важных усовершенствований пленочного высушивания — с точки зрения сохранения растворимости готового продукта — является заключение вращающегося барабана или барабанов в вакуум-камеру и проведение процесса высушивания при пониженном давлении. Большое преимущество пленочного высушивания в вакууме заключается в том, что оно дает возможность производить работу при значительно более низкой температуре. Разница между температурой молока и нагревающей средой здесь больше, и это в свою очередь способствует более быстрой теплопередаче, что в свою очередь ускоряет выпаривание воды из молока. Это, вместе с более низкими температурами, действию которых подвергается молоко во время высушивания при пониженном давлении, способствует сохранению растворимости законченного продукта. Дополнительная защита молока от действия высоких температур достигается посредством поддержания частичного разрежения в нагреваемом паром барабане, что понижает таким образом температуру поверхности нагрева, с которой молоко приходит в самое тесное соприкосновение. Пб приведенным соображениям желательно пользоваться высушиванием в вакууме при изготовлении сухого молока по «пленочному» способу, что и практикуют в отношении сухого обрата, сухого цельного молока, сухих сливок и солодового молока. Описание машин и процессов при пленочном высушивании некоторых американских и других заграничных патентов, которые нашли широкое промышленное применение, описаны ниже.

Барабанные сушилки под атмосферным давлением

Конструкция джаста. Эта конструкция была первой из конструкций этого рода, которая нашла широкое применение для высушивания молока (рис. 121).

Основное оборудование, связанное с процессом Джаста, состоит: из двух горизонтальных нагреваемых паром вращающихся металлических барабанов; эти барабаны установлены достаточно близко друг от друга, так что они соприкасаются у своей периферии; из молокораспределительного бака (*1*) с регулируемым выходным отверстием (*2* и *3*) в центре над и между двумя цилиндрами; из скребков или ножей (*4*), которые удаляют пленку сухого молока с цилиндров и из приемных коробок (*5*), которые принимают законченный продукт в виде порошка.

В патенте Д. Джаста обусловлена обработка молока окисью кальция и хлористым кальцием ($CaO+CaCl_2$) или же двойной солью лимонно-кислого натрия и кальция для того, чтобы уменьшить кислотность молока и щелочным гипохлоридом для сохранения жирных кислот в готовом продукте. Нагревание и кипячение молока производится приведением его в соприкосновение с поверхностью нагрева, имеющей температуру выше 100° Ц и ниже 133° Ц. Нагреваемое молоко стекает равномерно в определенном количестве на поверхность вращающихся металлических цилиндров, нагреваемых паром, где оно и высушивается ввиде пленки, снимающейся затем специальными ножами. Температура поверхности нагрева цилиндров должна превышать 100° Ц и быть ниже 133° Ц.

Высокая температура, до которой нагревается молоко, очевидно, понижает растворимость законченного продукта. Цель нейтрализации повышенной кислотности молока и пользование стабилизаторами казеина ввиде лимонно-кислых солей перед высушиванием заключается

в доведении до минимума опасности действия высоких температур на растворимость сухого молока.

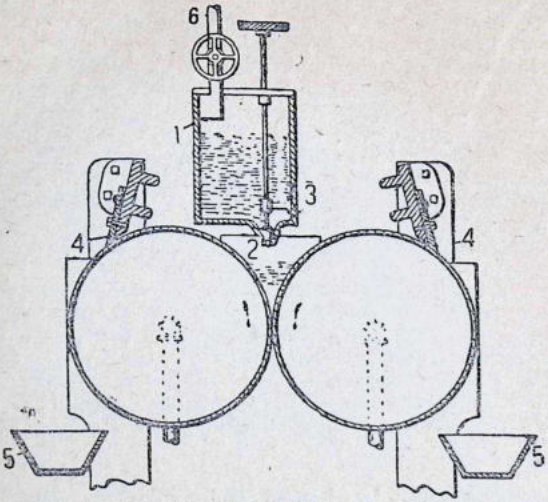


Рис. 121. Аппарат Джаста для производства сухого молока.

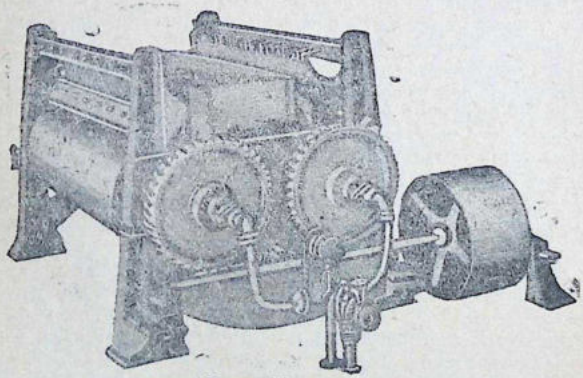


Рис. 122. Аппарат Джаст-Хатмейкера для производства сухого молока.

Процесс Хатмэйкера. Этот процесс сходет с процессом Джаста и представляет собою видоизменение первоначального процесса Джаста, известен как процесс Джаст-Хатмэйкера (рис. 122).

Конструкция Гартмана. В этой конструкции (рис. 123), подобно конструкции Джаста, молоко высушивается ввиде пленки на вращающемся нагреваемом паром барабане под атмосферным давлением. Однако в этом случае пользуются только одним барабаном, причем барабан (*A*)

имеет конусообразную форму вместо цилиндрической и его поверхность имеет спиралеобразную нарезку (*a*). Нижняя часть кожуха барабана имеет внутри также спиралеобразную нарезку (*b*), идущую в противоположном направлении той, которая находится на конусе. Поэтому, когда конус вращается, высыхающее молоко растирается между двумя поверхностями и постепенно подается или подталкивается спиралеобразной нарезкой вращающегося конуса к узкому или выходному концу машины.

Воронка (*D*) регулирует подачу молока на барабан в его большем конце и щетка (*G*), расположенная близ узкого конца конуса, удаляет с поверхности барабана все приставшие к ней частички сухого молока. Предусмотрены щиты для собирания молока, которое может расплескаться на барабане.

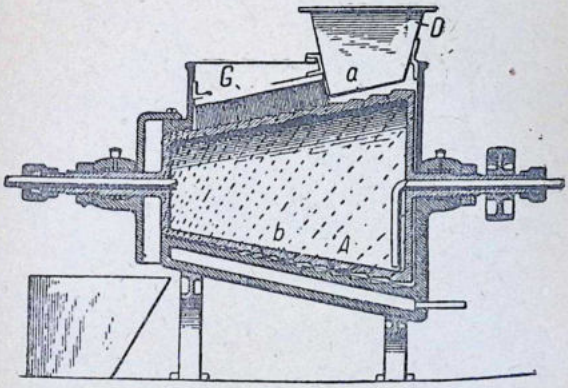


Рис. 123. Аппарат Гатманна для производства сухого молока.

Условия патента предусматривают высушивание молока посредством подачи его к непрерывнодвижущейся нагретой поверхности, где ему и представляется возможность образовывать сравнительно тонкий слой. Этот тонкий слой подвергается размешиванию, которое постепенно переходит в размалывающее действие, по мере того как молоко затвердевает и образует порошок.

Температура поверхности нагрева барабана примерно должна соответствовать температуре кипения воды, но может и превышать последнюю, доходя до 133° Ц. Молоко поступает через воронку без предварительного подогревания и какой-либо иной подготовки.

Аппарат для высушивания молока Миньо-Плюмей. Этот аппарат был изобретен Миньо и Плюмей и им пользуются в промышленном масштабе на некоторых заводах сухого молока во Франции. Он состоит из двух вращающихся барабанов, один в 30 *см*, а другой в 75 *см* в диаметре. Меньший барабан не нагревается, а, вращаясь в молоке, содержащемся в резервуаре, подает пленку молока к поверхности большего барабана, который и является нагреваемым паром сушильным барабаном. Толщина пленки молока, которая захватывается большим барабаном, обусловливается относительно близким соприкосновением поверхностей обоих барабанов. Температура нагреваемого барабана поддерживается

от 92 до 94° Ц. Если температура поднимается выше, то большой цилиндр прижимается теснее к малому цилиндру вследствие расширения от действия теплоты, и это делает пленку молока тоньше.

Вследствие относительно низкой температуры, при которой работает барабан этой машины, высушивание происходит медленнее, чем на нагреваемых паром барабанах. Следовательно барабан должен вращаться с меньшей скоростью. Работа этой сушилки требует предварительного сгущения молока для того, чтобы дать возможность малому цилиндру передать на поверхность сушильного барабана пленку молока соответствующей толщины. Главное преимущество этой сушилки с барабанами и процесса заключается в доведении до минимума отрицательного влияния высокой температуры, понижающей растворимость. Тот же самый принцип применяется также машинам и процессам Габлер Салитер и Куник.

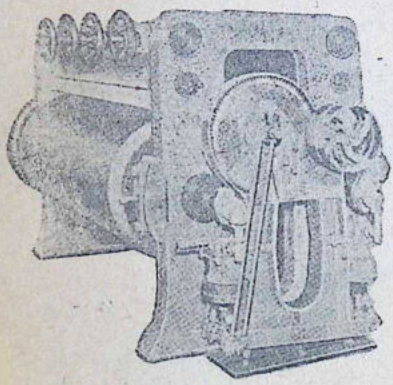


Рис. 124. Аппарат Джемса Бэлла для производства сухого молока. При аппарате имеется компрессор.

Аппарат для высушивания молока Джэмса Белля с новым компрессорным приспособлением. Эта сушилка была изобретена и ее производство налажено машиностроительной компанией Джэмс Белл в г. Мельбурн, в Австралии, и широко применяется там для высушивания цельного молока, обрата и пахты.

Как показано на рис. 124, в этом аппарате молоко освобождается от воды под атмосферным давлением, и подобно машине Джаст-Хатмэйкера агрегат Джемс Белля состоит из двух нагреваемых паром вращающихся металлических барабанов с неподвижными, допускающими регулирование ножами или скребками, которые автоматически удаляют пленку сухого молока после каждого оборота барабанов.

Молоко подается распределительной трубой, идущей вдоль между двумя барабанами как раз над линией их соприкосновения. Молоко подогревается горячими поверхностями барабанов, причем часть воды испаряется и это предварительно сгущенное молоко покрывает поверхность вращающихся барабанов тонким слоем.

Барабаны установлены на специальных роликовых подшипниках, которые дают возможность легко удалить любой барабан без необходимости разбирать какую-либо часть рамы. Конструкция рамы открытого типа, облегчающая удаление газов и паров и усиливающая скорость выпаривания. Четыре винта, показанные на верхней части рамы, служат для поддержания бруса, который в свою очередь поддерживает нож; эти винты регулируют давление, которое оказывает нож на барабан.

Одна из ценных особенностей агрегата Джэмса Белля состоит в компрессорном приспособлении, показанном на переднем конце рамы барабана. Оно состоит из приводимого в действие трансмиссией насоса, что дает возможность непрерывно возвращать пар под давлением из бара-

банов обратно в котлы. Это приспособление заменяет обычно применяемые конденсационные горшки. Его преимущество заключается в том, что он действует непрерывно, тогда как конденсационные горшки работают с перерывами. Компрессорное приспособление, вследствие своего непрерывного действия и способности удалять пар под давлением, обеспечивает большую равномерность температуры барабанов, что в свою очередь способствует более равномерному составу и лучшему качеству законченного продукта. Кроме того утверждают, что это приспособление существенно повышает пропускную способность машины и осуществляет значительную экономию топлива.

Компрессорное приспособление было сконструировано технической фирмой О'Коннелл и Керр, связанной с организацией Джемса Белля, при попытке найти практическое разрешение трудной задачи экономичного высушивания пахты, предназначаемой для кормления свиней и домашней птицы.

Вакуум-сушильный аппарат с барабанами

Конструкция Пассбурга. Эта пленочная сушилка работает под уменьшенным давлением. Она состоит: из наружного воздухонепроницаемого кожуха, в котором вращается нагреваемый паром металлический бара-

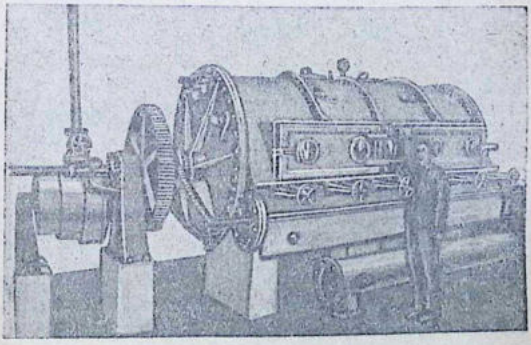


Рис. 125. Аппарат Пассбурга для производства сухого молока.

бан; из автоматически регулируемого приемника, который поддерживает молоко в вакуум-камере на постоянном уровне; из отверстия для избыточного молока, которое регулирует толщину пленки, из вакуум-насоса: из ножа для удаления пленки сухого молока с вращающегося барабана и из приемника для сухого продукта (рис. 125).

Молоко засасывается в цилиндр с барабаном или вакуум-камеру силою разрежения в этой камере. При надлежащей установке крана, регулирующего подачу, и крана, удаляющего излишки поступившего молока, молоко поднимается до определенного уровня и остается на этом уровне во время всей работы. Вращающийся нагреваемый паром барабан слегка погружается в молоко в вакуум-камере и захватывает пленку молока, которая высыхает под уменьшенным давлением, в то

время как барабан делает один оборот. Сухое молоко удаляется автоматически ножом и законченное сухое молоко выпускается в приемник, в то время как насыщенный влагой воздух и пары исчезают через конденсатор, расположенный вне сушильного аппарата.

Температура в вакуум-камере во время высушивания колеблется от 40° до 55° Ц, в зависимости от относительной полноты поддерживаемого разрежения. Эти барабаны в состоянии высушивать от 1590 до 1715 *кг* жидкого молока в час. Для высушивания больших количеств рекомендуется предварительное сгущение молока.

Конструкция Эхенберга. Это — пленочный аппарат для сушки молока, работающий под вакуумом.

Он состоит из вращающегося, нагреваемого паром никелевого барабана, помещенного в вакуум-камеру. Торцы барабана вогнуты. Барабан снабжён ножами, которые удаляют пленку сухого молока по мере ее накопления. К вакуум-камере прикреплена камера меньших размеров, которая служит для приемки сухого молока по мере того, как оно соскребывается с барабана. Малая камера отделена от большой вакуум-камеры целым рядом «воздушных замков», так что продукт можно удалять, не нарушая разрежения в большой вакуум-камере.

Как только молоко поступит в вакуум-камеру, оно разбрызгивается на вогнутые концы барабана. Таким путем оно предварительно сгущается. Затем его удаляют из вакуум-камеры при помощи насоса и возвращают снова, разбрызгивая на этот раз по периферии барабана. Для образования вполне сухой пленки находящийся на барабане слой молока должен сделать $^3/_4$ оборота.

После того как сухое молоко удалено из аппарата, его помещают в специальную сушильную камеру с температурой 32° Ц, где оно остается в течение времени, необходимого для выкристаллизовывания молочного сахара. Это обыкновенно совершается в течение часа. После того его размалывают, просеивают и упаковывают, приводя в готовый вид для отправки к месту назначения.

Конструкция Говерса (рис. 126). По конструкции Говерса молоко высушивается на двух вращающихся полых цилиндрах (*5*), помещающихся столь близко один от другого, что поверхности обоих цилиндров в сущности соприкасаются друг с другом, подобно тому как в аппарате Джаста. Однако эти вращающиеся цилиндры заключены в вакуум-камеру (*2*), которая сообщается посредством трубопровода (*27*) с вакуум-насосом. Сверху камеры помещен бак для подачи молока (*1*) с регулирующим клапаном (*4*), и молоко течет по трубопроводу (*3*) в вакуумную камеру. Перегородки (*10*), которые выступают с противоположных концов цилиндров (*5*), образуют с вращающимися цилиндрами приемное пространство (*13*), где поступающее жидкое молоко вследствие подогревания от барабанов в некоторой степени сгущается. Цилиндры наполняются горячей водой через трубопроводы (*16*). Ножи (*21*) удаляют сухое молоко с цилиндров во вращающийся приемник (*28* и *29*), который удаляет сухое молоко из вакуумной камеры наружу, не нарушая рабочего состояния разрежения.

Во время работы этой машины стремятся поддерживать частичное разрежение, достаточное для того, чтобы заставить молоко кипеть при температуре около 69° Ц. Через вращающиеся металлические цилиндры проходит непрерывный поток горячей воды при температуре несколько выше 69° Ц, но ниже 100° Ц, так что молоко никогда не подвергается действию температуры 100° Ц или выше.

В приемнике (*13*) молоко непрерывно нагревается вращающимися цилиндрами примерно до 70° Ц. Оно частично сгущается и поверхность цилиндров покрывается тонкой пленкой этого сгущенного молока, где и высыхает. Сухая пленка удаляется с цилиндров при помощи ножей и выпускается наружу через лопасти клапанов (*28*), расположенных близ дна по обеим сторонам вакуум-камеры.

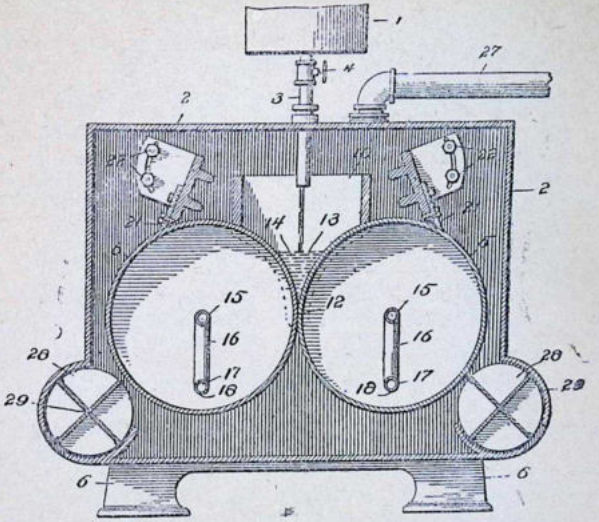


Рис. 126. Аппарат Говерса для производства сухого молока.

Барабан для высушивания молока «Буфловэк». Принцип высушивания молока и других жидкостей на нагреваемом паром или горячей водой вращающемся барабане в вакууме нашел чрезвычайно широкое применение благодаря энергии Буффальской литейной и машиностроительной К° в г. Буффало в, штате Нью-Йорк. Сушилка «Буфловэк» состоит из вакуум-камеры, содержащей полый, нагреваемый паром барабан, который вращается на «подшипниках Сьюмета», на обоих концах сушилки. Главная масса жидкого молока содержится в большом резервуаре на дне вакуум-камеры, из которой оно непрерывно накачивается в мелкий бак прямо под поверхностью барабана и совсем близко от нее. В этом баке поддерживается пониженное давление. Благодаря этому молоко устремляется на поверхность барабана, когда он проходит над баком. Это приспособление совместно с другими дает возможность точно и равномерно регулировать толщину пленки (рис. 127 и 128).

Сухое молоко удаляется с поверхности барабана посредством ножа, помещающегося на противоположной стороне барабана, так что для фактического высушивания представляется максимум поверхности барабана. Параллельно барабану идет спиральный конвейер, в который падает сухое молоко, которое и уносится к приемникам. Предусмотрены два приемника — по одному с каждого конца конвейера. Когда один приемник полон, конвейер можно поставить в обратную сторону и напол-

нять второй приемник, в то время как первый опоражнивается. Это дает возможность высушивать непрерывно без необходимости останавливать аппарат и нарушать вакуум для того, чтобы удалять сухой продукт. Для устранения утечки вместе с водяными парами в виде молочной пыли имеется специальный коллектор, прикрепленный к сушилке.

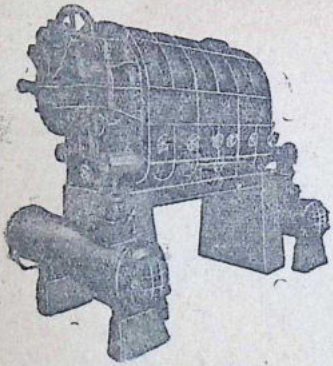


Рис. 127.

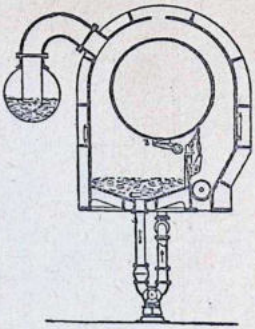


Рис. 128.

Аппарат Буфловэка для производства сухого молока.

«Комбинированный» вакуум-аппарат для сгущения и сушки молока. Этот агрегат, показанный на рисунке 129, был сконструирован Химической и вакуум-машиностроительной К° в Буффало, в штате Нью-Йорк. Его цель состоит в том, чтобы сделать возможным сгущение молока или другой жидкости до любой желательной степени концентрации прежде чем оно достигнет сушильной камеры и произвести сгущение и высушивание в одном и том же агрегате путем непрерывной операции. Агрегат состоит из аппарата типа выпаривателя быстрого действия, описанного в главе VI, и из сушильного барабана, помещенного в вакуум-камеру наподобие сушилки «Буфловэк». Выпариватель прикреплен непосредственно к нижней части камеры вакуум-сушилки с барабаном таким образом, что внутренняя часть труб выпаривателя сообщается непосредственно с сушильной камерой. Выпариватель состоит из труб, заключенных в паровую коробку, причем предназначающаяся к высушиванию жидкость находится внутри труб, а пар — снаружи. Верхний конец паровой коробки прикреплен к нижней стороне наружной камеры сушилки. Верхняя сторона паровой рубашки, образующая резервуар для жидкости, прикреплена к нижнему концу паровой коробки и снабжена дверками, так что нижние концы всех труб, нагревающих молоко, могут быть доступны для чистки. Предусмотрен спуск для возвращения излишка молока из сушильной камеры в резервуар для жидкости.

Молоко поступает в выпариватель со дна аппарата и одновременно в паровую коробку выпаривателя пускают пар. По достижении желательной концентрации нагревают сушильный барабан и начинают высушивание. С этого момента поддерживают правильную концентрацию на протяжении всего процесса. Уровень жидкости в трубах поддерживается автоматически. Вследствие образования и расширения пара молоко

а нагретых трубах быстро уносится вверх вдоль стенок труб, причем часть воды испаряется. Постоянное образование и увеличивающееся количество паров усиливают эту скорость движения вверх до тех пор пока у верхнего конца труб молоко не получит достаточной скорости для того, чтобы с большей силой удариться о сушильный барабан и образовать там пленку. Толщина этой пленки регулируется специальным приспособлением. Излишняя жидкость возвращается самотеком в резервуар для жидкости, откуда она опять поднимается через нагревательные трубы.

Чистка внутренних частей всего агрегата облегчается благодаря дверкам на петлях на дне и по бокам сушильной камеры, делая возможным доступ ко всем частям машины.

Сухое молоко автоматически выпускается в приемные камеры. Для того, чтобы выпускать его не нарушая вакуума, с тем чтобы сделать процесс непрерывным, пользуются двумя приемными камерами, расположенными у каждого конца сушилки. Винтовой конвейер, идущий параллельно ножу, который удаляет сухую пленку с барабана, и помещающийся несколько ниже этого ножа, переносит сухой продукт в любой приемник. Специально сконструированный клапан между каждым приемником и сушилкой допускает разгрузку последней и одновременно нагрузку первого.

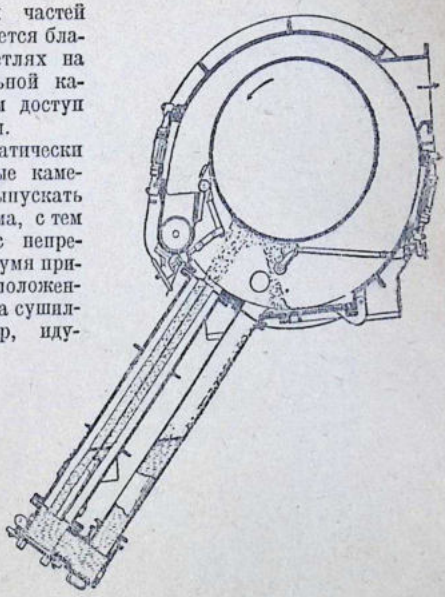


Рис. 129. Машина, представляющая собою комбинацию вакуум-аппарата и барабанной сушилки.

Этот комбинированный вакуум-аппарат для сгущения и сушки молока является новинкой и обладает многими преимуществами. Когда сгущение и высушивание производятся как одна непрерывная операция, то здесь затрачивается меньше пара для нагревания, меньше воды для охлаждения и меньше труда для удаления продукта. Кроме того нужна меньшая площадь пола, меньшая потеря вследствие лучшего испускания, меньшая потеря продукта, а отсюда лучший контроль над составом и качеством продукта. Короче говоря, это обещает максимальную эффективность.

Распылительно-пленочная вакуум-сушилка. Эта пленочная сушилка отличается от других машин пленочно-сушильного типа способом передачи молока на поверхность нагрева барабана. Молоко разбрызгивается на барабан посредством специального валика, вращающегося в небольшой

шом и мелком резервуаре. Этот комбинированный аппарат был усовершенствован Химической и вакуум-машиностроительной К° в г. Буффало, в штате Нью-Йорк, усилия которой были направлены на преодоление трудностей, встречающихся в работе большинства барабанных сушилок, которые состоят в нанесении на барабан и поддержании там пленки равномерной толщины. Отсутствие однообразия толщины слоя молока при барабанной сушке дает различное содержание влаги в готовом продукте, а также создает опасность местного пригорания молока к барабану, что отражается неблагоприятно на вкусе, цвете и растворимости сухого продукта. Детали внутреннего устройства распылительной вакуум-сушилки показаны на рис. 130.

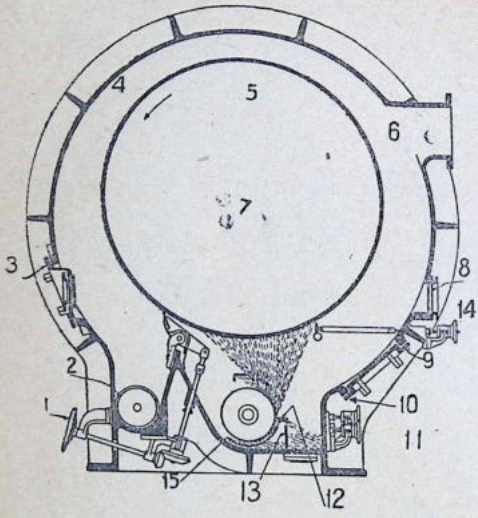


Рис. 130. Распылительно-пленочная вакуум-сушилка для молока. *1*—нож для соскабливания пленки; *2*—конвейер для сухого продукта; *3*—люк с наблюдательным стеклом; *4*—вакуум-камера; *5*—вращающийся нагреваемый паром барабан; *6*—выходное отверстие для паров в пароотделитель и конденсатор; *7*—наблюдательное стекло; *8* и *9*—люк; *10*—автоматически регулируемые брызги жидкости, с силой ударяющиеся о барабан. На барабане образуется и частично испаряется пленка, проходя через зону, в которой происходит распыление молока; *11*—регулятор распыления молока; *12*—отверстие для впуска жидкости, которое по желанию можно расширить или сузить; *13*—щиток для удержания жидкости.

Специальный валик расположен на дне вакуум-камеры непосредственно под сушильным барабаном. Распыленная струя получается вследствие развившейся от вращения валика центробежной силы, под действием которой захватываемое валиком молоко отрывается от него по касательной и в форме потока мелких брызг попадает на поверхность нагрева барабана. Скорость вращения валика регулируется в зависимости от качества молока. Толщина слоя молока на поверхности нагрева барабана определяется установкой особого рефлектора, могущего улавливать большую или меньшую часть распыленной струи.

Помимо новизны конструкции в способе нанесения пленки на барабан и получения равномерного слоя молока, распылительно-пленочная вакуум-сушилка имеет ряд выдающихся положительных сторон, заслуживающих одобрение. Наиболее интересными из них являются автоматическое приспособление для удаления неконденсирующихся газов из внутренней части сушильного барабана, что повышает эффективность высушивания, и приспособление для впуска пара в сушильный барабан и поддержания в нем давления пара менее одной атмосферы. Таким обра-

зом точно регулируется температура высушивания поверхности барабана ниже точки кипения воды, причем температура, соответствующая вышеуказанному разрежению, составляет около 93—95°Ц.

Распылительно-пленочная вакуум-сушилка, подобно комбинированному вакуум-аппарату для сгущения и сушки молока, сконструирована имея в виду непрерывность процесса, причем сухой продукт выпускается в две приемных камеры и из них удаляется попеременно посредством специально сконструированных кранов, не нарушая вакуума.

Аппарат для высушивания молока Сахара. Эта сушильная машина, как показано на рис. 131, состоит из двух горизонтальных барабанов помещающихся один внутри другого. Наружный барабан образует паровую рубашку вокруг внутреннего. Рубашка снабжена трубами для разбрызгивания (*9*), через которые нагревающая среда — пар или горячая вода — брызгивается по периферии внутреннего или сушильного барабана (*1*). Нагревающая среда поступает через дырчатые трубопроводы и сгущенный пар выпускается по трубопроводу (*10*) через опору (*11*).

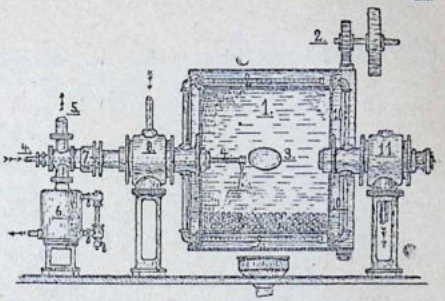


Рис. 131. Аппарат «Сахара» для производства сухого молока.

Оба барабана вращаются, причем движущая сила применяется к приводу вокруг наружного края большого барабана. Машина работает в вакууме, причем водяные пары отводятся через опору (*8*) и сальник (*7*) в конденсатор и вакуум-насос по трубопроводу (*5*). Молоко всасывается в сушильный барабан вследствие разрежения по трубопроводу (*4*). Пары, образующиеся при выпаривании, проходят через сальник (*7*) и выходят в конденсатор и вакуум-насос через трубу (*5*). Предусмотрен особый бак (*6*) для улавливания молока, которое может быть увлечено улетучивающимися парами.

Во время работы молоко поступает автоматически, благодаря чему обеспечивается непрерывность рабочего процесса. Сушильная камера (1) имеет некоторое количество металлических шаров, которые, благодаря вращению барабана, поддерживаются в постоянном движении. Эти шары удаляют с внутренних стенок барабана пленку высыхающего молока и перемалывают сухое молоко в мелкий порошок.

ГЛАВА XXVIII

Система высушивания посредством распыления

Сущность распылительного способа заключается в высушивании молока или обрата, пахты ввиде мелких брызг или сырого тумана под действием струи горячего воздуха. Мельчайшие частички молока легко отдают свою влагу горячему воздуху и оседают на стенках и дне камеры с горячим воздухом ввиде напоминающих снег хлопьев сухого молока.

Точно так же, как и система пленочного высушивания, система высушивания посредством распыления возникла не в связи с промышленностью сухого молока. Принцип высушивания жидкостей посредством распыления их в атмосфере нагретого воздуха относится еще к 1872 г., но только лишь с 1901 г. в САСШ его стали применять к высушиванию молока. С того времени он подвергался всестороннему изучению, в результате чего были достигнуты большие улучшения оборудования и самого процесса. Это, кроме того, повлекло за собой развитие многих иных типов оборудования и способов его применения, причем некоторые из них достигли высокой степени совершенства с точки зрения эффективности работы, улавливания улетучивающейся молочной пыли, низкого содержания влаги, растворимости и качества законченного продукта.

Высушивание посредством распыления жидкого или предварительно сгущенного молока. Ряд конструкций по высушиванию молока посредством распыления оказались успешными и теперь ими широко пользуются в САСШ в производстве сухого цельного молока, сухого обрата и сухих сливок, причем отличаются они друг от друга главным образом такими деталями, как концентрация жидкого молока перед высушиванием, способ образования молочных брызг, способ улавливания улетучивающейся молочной пыли и скорость, с которой сухое молоко удаляется из горячей сушильной камеры.

Жидкое молоко можно высушивать по этой системе с предварительным сгущением или без него, но ясно, что предварительное сгущение весьма существенно повышает быстроту выпаривания. В то время как большая часть предварительного сгущения производится с помощью вакуум-аппарата или аналогичного стандартного оборудования для сгущения молока, сгущение можно наиболее экономично производить посредством пропускания горячего воздуха, выходящего из сушильной камеры, предварительно через брызги жидкого молока, прежде чем молоко поступит в сушильную камеру.

Методы распыления молока. Распыление молока в сушильной камере достигается по одному из нижеследующих двух способов: 1) молоко накачивается под высоким давлением через одну или через ряд форсунок, дающих чрезвычайно мелкие брызги. Эти форсунки в большинстве

случаев неподвижны, но иногда они вращаются; 2) распыление производится посредством центробежной силы. В этом случае молоко стекает тонким слоем поверх быстро вращающегося диска и отбрасывается к стенкам сушильной камеры, образуя похожий по форме на зонтик сырой туман, через который горячий воздух проходит вверх.

Способы улавливания молочной пыли. Для улавливания улетучивающейся молочной пыли пользуются различными приспособлениями. Наиболее эффективным средством является такое, при котором поступающий поток нагретого воздуха ударяется вначале о молоко, наиболее высушенное, а затем проходит через сырой туман из молока, отдавая ему основную массу молочной пыли; выход потока воздуха из сушильной камеры устраивается по возможности ближе к входному отверстию молока. Эффективность улавливания молочной пыли можно, кроме того, усилить, пропуская выходящий горячий воздух предварительно через брызги жидкого молока, где воздух также подогревает и отчасти предварительно сгущает жидкое молоко прежде, чем оно поступит собственно в сушильную камеру. При отсутствии применения вышеуказанного принципа направления потоков горячего воздуха необходимо устанавливать различные и дорого стоящие механические приборы, так наз. «коллекторы для улавливания молочной пыли», так как иначе потеря сухого молока с улетучивающимся горячим воздухом была бы чрезмерной и в результате привела бы к исключительно низкому выходу готового продукта.

Быстрое удаление сухого молока из горячей сушильной камеры В большинстве первоначальных конструкций аппаратуры для изготовления сухого молока посредством распыления готовый продукт, оседавший на стенках и дне сушильной камеры, оставался там до окончания работы по высушиванию за весь день. При таком положении вещей сухому молоку приходилось подвергаться сильному нагреванию в сушильной камере в продолжение многих часов, что в свою очередь оказывало неблагоприятное влияние на качество, растворимость и молочные витамины сухого продукта. У большинства одобренных аппаратов и процессов, какими теперь пользуются, имеется механический транспортер, который автоматически удаляет сухой продукт по мере его накопления.

Описание машин и процессов, связанных с высушиванием посредством распыления

Распыление под давлением

Открытие способа высушивания жидкостей посредством распыления их в атмосферу нагретого воздуха было сделано Самуилом Р.Перси и зарегистрировано в 1872 г. С того времени возникли многочисленные способы применения принципа, открытого Перси, в промышленном масштабе.

Конструкция Перси предусматривает распыление и высушивание жидких веществ, а также любого вязкого содержащего воду вещества посредством применения нагретого воздуха (или газа), который распыляет вещество на чрезвычайно мелкие частицы. Эти частицы отбрасываются вперед и с силой врываются в камеру, где высушиваются нагретым воздухом.

Конструкция Штауфа. Конструкция Штауфа представляет собою первое успешное применение в заводском масштабе способа высушивания молока посредством распыления по принципу, открытому Перси.

Процесс получения обезжиренного сухого вещества жидкостей, как напр. крови, молока и т. п., в виде порошка состоит в превращении жидкости в мелкие брызги, причем регулируется поток нагретого воздуха, так что жидкие составные части полностью испаряются, а сухой порошок передается в соответствующую камеру (рис. 132).

Аппарат Штауфа состоит из вертикальной сушильной камеры (*e*), в которой предназначенная для высушивания жидкость (молоко) распыляется при помощи форсунок (*b*) под давлением на чрезвычайно мелкие брызги. Струя нагретого воздуха, идущая в том же самом направлении,

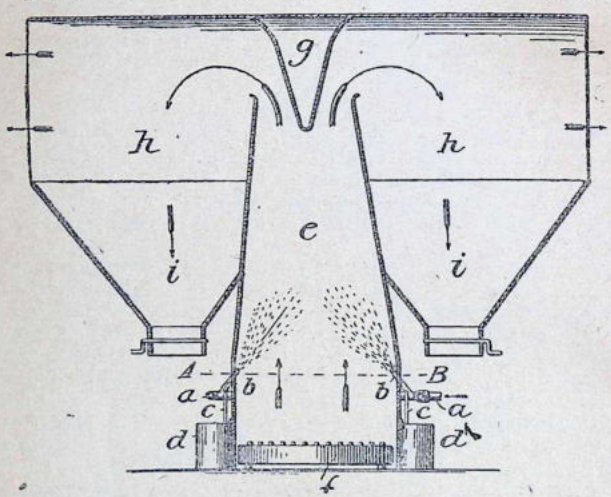


Рис. 132. Аппарат Штауфа для производства сухого молока.

что и брызги молока, впускается со дна сушильной камеры (*f*) и, смешавшись с ними, отнимает от распыленной жидкости влагу. Пар и высушенные частицы уносятся нагретым воздухом вверх, заставляя их отдавать в сущности всю остающуюся влагу в виде пара, и продукт не страдает от действия высоких температур, благодаря охлаждающему действию такого выпаривания. Пары и высохшие частицы вдуваются конусом (*g*) из сушильной камеры в боковые камеры (*h*), где сухой порошок собирается в воронках (*i*) вдали от воздушного потока. Насыщенный влагой воздух или газ отделяется от сухого порошка и уходит далее через коллектор, который состоит из шерстяной ткани или тому подобного проницаемого материала.

Конструкция Мак-Лаклана. Этот процесс является видоизменением процесса Штауфа (рис. 133).

Мак-Лаклан сконструировал высокую вертикальную сушильную камеру (*B*), окруженную двойными стенками (*A*), между которыми имеются нагреваемые паром змеевики (*g*) с входным и выходным отвер-

стиями для пара. Возле верхнего края вертикальной сушильной камеры установлена круглая с целым рядом отверстий труба (*M*) для нагнетания в камеру нагретого воздуха; форсунка (C^5) входит также возле верхнего края сушильной камеры. Воздушный насос накачивает нагретый воздух (*o*) в форсунку (C^5). Скользящая дверка (*D*) на дне сушильной камеры служит для выпускания сухого порошка через отверстие (*E*), а крышка с целым рядом отверстий (*K*) сверху сушильной камеры—для вывода насыщенного влагой воздуха.

В этом аппарате брызги молока поступают в верхнюю часть сушильной камеры и падают через струю нагретого воздуха. По мере того, как частицы высыхающего молока опускаются книзу, они все больше и больше отдают свою влагу и в некотором пункте неподалеку от дна они освобождаются в сущности от всей своей влаги и в виде сухого порошка отлагаются на дне сушильной камеры, откуда их и удаляют через скользящую дверь, между тем как пары свободно проходят вверх и наружу через верхний открытый конец камеры.

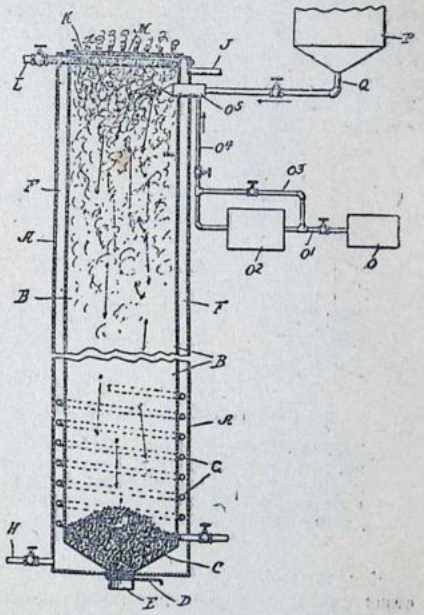


Рис. 133. Аппарат Мак-Лаклана для производства сухого молока.

Этот процесс отличается от процесса Штауфа по существу только тем, что молоко спускается вниз через струю нагретого воздуха и что сушильная камера и камера для сбора готового продукта представляют собою одно целое, тогда как в системе Штауфа брызги молока поднимаются вверх и уносятся в отдельные сборные камеры.

В более поздней конструкции от 17 сентября 1912 г. Мак-Лаклан предусматривает накачивание нагретого воздуха в сушильную камеру через вращающуюся форсунку, расположенную в центре сушильной камеры. Вращающаяся форсунка направляет струи воздуха радиусами наружу.

Молоко вдувается в сушильную камеру через целый ряд форсунок или распылителей. Эти подающие форсунки входят через периферию отклоняющего кольца. Они выпускают молоко в горизонтальной плоскости и наклонены к радиусу таким образом, чтобы вызвать максимальное смещение чрезвычайно измельченных частиц молока с нагретым воздухом. Сухой порошок отлагается на дне сушильной камеры, ленточный конвейер разгружает его в винтовой конвейер, откуда он и удаляется в любое пригодное для хранения вместилище.

Насыщенный влагой воздух выходит из сушильной камеры через барабаны близ дна и верха сушильной камеры. Эти барабаны снабжены соответствующими приспособлениями для улавливания таких частей порошка, которые образуют отложения на их поверхностях.

Конструкция Меррель-Соуль. Эта конструкция сходна с конструкцией Штауфа, за исключением того, что конструкция Меррель-Соуль в качестве исходного сырья пользуется предварительно сгущенным молоком, тогда как конструкция Штауфа имеет в виду вообще всякое молоко, вне зависимости от степени его концентрации до высушивания.

«Процесс сушки молока состоит в концентрировании вещества посредством удаления из него большого процента воды, так что в сущности все остающиеся жидкие составные части тем самым отделяются, и сухой порошок препровождается в приемный бак, а воздух или газ выводятся отдельно от сухого порошка.

Распыленный продукт предохраняется, благодаря охлаждающему эффекту выпаривания при помощи нагретого воздуха от химических изменений (рис. 134).

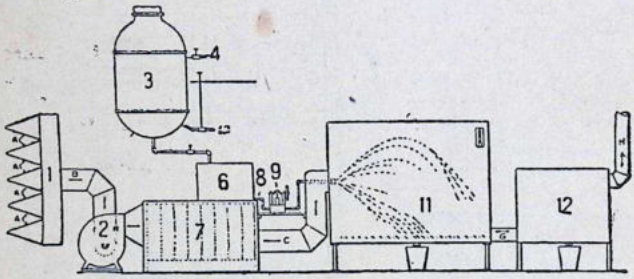


Рис. 134. Аппарат Меррель-Соул для производства сухого молока. *1*—воздушный фильтр; *2*—вентилятор; *3*—вакуум-аппарат; *4*—подача молока; *5*—подача пара; *6*—приемник для молока; *7*—камера для высушивания и нагревания воздуха; *8*—трубопровод для молока; *9*—насос действующий под давлением; *10*—форсунка; *11*—сушильная камера; *12*—коллектор.

Компания Меррель-Соуль подвергла процесс высушивания посредством распыления обширному экспериментальному изучению при попытках усовершенствовать процесс и улучшить качество и прочность продукта.

Конструкция Роджерса. Процесс охватывает высушивание жидкостей посредством распыления, включая и сгущенное молоко. Аппаратура состоит из большой сушильной камеры, форсунки расположены по окружности в верхней части камеры. Горячий воздух впускается близ дна посредине сушильной камеры, причем средства для нагревания воздуха и вдувания его в сушильную камеру обеспечены; близ дна по сторонам камеры расположены щиты для выпускания отработанного воздуха (рис. 135 и 136).

В этом аппарате распыленное молоко падает почти с самого верха сушильной камеры через подымающуюся струю нагретого воздуха. Молоко в распыленном состоянии, поступая со всех сторон, равномерно высыхает, а высушенные частички молока ввиде мельчайшего порошка падают на дно камеры. Предварительно сгущенное молоко разбрызги-

вается в сушильную камеру, будучи нагретым до 60° Ц, причем температура воздуха в сушильной камере колеблется от 80 до 93° Ц. Расстояние для падения брызг через струю поднимающегося вверх нагретого воздуха достаточно для того, чтобы удалить из частиц молока в сущности всю оставшуюся влагу.

Конструкция Грей-Дженсена. Аппаратура, известная теперь как конструкция Грей-Дженсена, изображена на рис. 137. Она в основном состоит: из одного или более баков для хранения жидкого молока, в которых оно подогревается посредством циркуляции через непрерывно действующий подогреватель; из камеры для предварительного сгущения, в которой молоко распыляется в горячем воздухе, выходящем из сушильной камеры; из конусообразной сушильной камеры с входным и выходным отверстиями для молока и нагретого воздуха и конвейера с цепной передачей для выпуска вниз сухого продукта из вентилятора Рамсгорна для нагнетания воздуха; из коллектора сухого молока; из стандартного сита «Ротекс», какое употребляется для муки; из ковша для подачи сухого молока в бочку; из приспособления для встряхивания для того, чтобы сухое молоко плотно осело в бочке, и из камеры для нагревания воздуха.

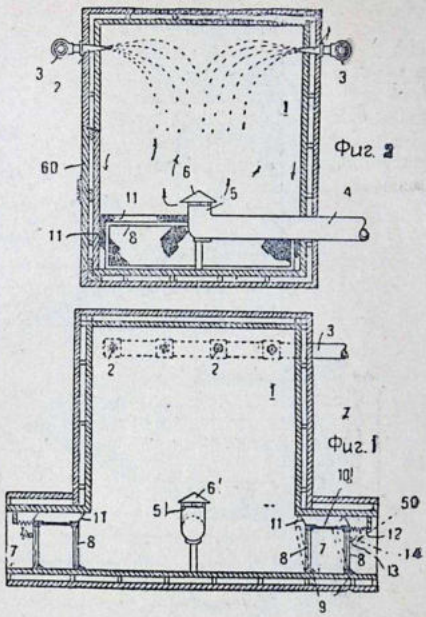


Рис. 135 и 136. Аппарат Роджерса для производства сухого молока. *1*—сушильная камера; *2*—форсунка; *3*—трубопроводы к форсункам; *4*—подвод нагретого воздуха; *5*—конец воздухопровода; *6*—дефлектор; *7*—канал для удаления воздуха из сушильной камеры; *8*—приспособления для улавливания молочной пыли; *9*—стержни; *10*—брусок; *11*—свободно вибрирующие щитки; *12*—пружины; *13*—стержни, соединяющиеся с трубцами.

Во время действия аппарата жидкое молоко нагревается до температуры около 75° Ц посредством непрерывной циркуляции из бака для хранения через нагреватель и обратно, пока не достигается желательная температура. Затем его накачивают в камеру для подогревания через целый ряд форсунок, распределенных надлежащим образом, чтобы заставить не вполне насыщенный воздух, выходящий из сушильной камеры, проходить через чрезвычайно измельченные брызги молока. Воздух в этом месте имеет температуру около 85° Ц; он выходит наружу при температуре около 50° Ц через большое выходное отверстие наверху

посредине камеры предварительного сгущения. Вследствие быстрого испарения влаги молоко отдает часть своего тепла, понижая температуру молока, которое собирается на конусообразном дне камеры подогревания. Чтобы избегнуть развития кислотности вследствие активности

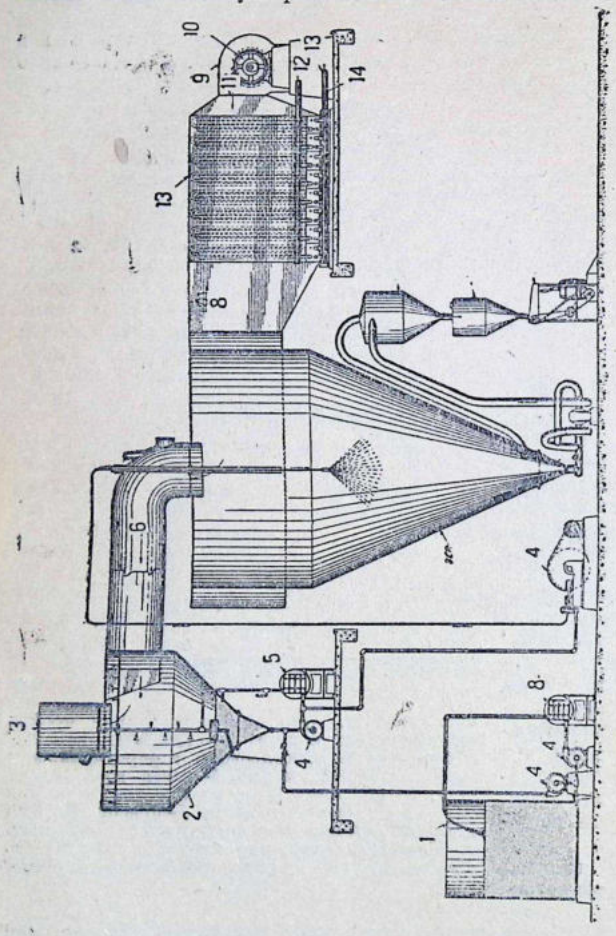


Рис. 137. Аппаратура Гроп-Дженсена для производства сухого молока. *1*—бак для хранения; *2* - коллектор; *3*—влажный воздух; *4* насос; *5*—подогреватель; *6*—нагретый воздух; *7*—сушильная камера; *8*—нагретый сухой воздух; *9*—вентилятор; *10*—мотор вентилятора; *11*—воздух; *12*—поступающий пар; *13*—мятый пар; *14*—сток.

термофильных бактерий, молоко подвергается повторному подогреванию, благодаря чему автоматически поддерживается температура около 75° Ц. Приспособление для распыления в камере подогревателя имеет вид вращающейся форсунки. Молоко поступает через дно под сильным давлением, и это давление заставляет вращаться распределительную форсунку. Молоко ударяется вверх и в стороны. Это способствует смыванию вниз каких-либо приставших частиц.

Из камеры для подогревания молоко накачивается под давлением приблизительно 176 *кг/см²* в сушильную камеру. Оно поступает в эту камеру через верх, выходя из вращающегося отверстия с форсункой посредине верхней части сушильного конуса.

Воздух нагревается в камере при помощи паровых змеевиков или приборов, действующих электричеством. При входе в камеру установлен вентилятор, который накачивает воздух извне через камеру, и из камеры нагретый воздух поступает в сушильную камеру по периферии в направлении касательной. Вход нагретого воздуха по направлению касательной в круглую камеру создает там вихревое течение, и этот эфект еще усиливается благодаря введению воздуха в нескольких различных пунктах через отверстия, расположенные по направлению касательной.

Таким образом распыленное молоко поступает в центре вихревого движения воздуха и принимает участие во вращательном движении струи воздуха, но частицы высыхающего молока, вследствие своего большего удельного веса, под влиянием центробежной силы вынуждены двигаться спиральными линиями по направлению наружу через поток воздуха и в конце концов они задерживаются имеющими крутой уклон низ стенами камеры, по которым они и падают к отверстию на дне. Воздух, который поступает в сушильную камеру у ее периферии при температуре около 125° Ц, выходит через центр наверху в камеру предварительного сгущения при температуре около 85° Ц.

Непрерывное и полное удаление сухого порошка с наклонных стенок к выходному отверстию, кроме того, облегчается транспортером с цепной передачей, который растирает порошок. Сухое молоко засасывается со дна сушильной камеры посредством вентилятора с трубой Рамсгорна, которая превращает молоко в однородный мелкий порошок. Вентилятор подает его в коллектор, из которого оно (сухое молоко) высыпается в ковш. Из ковша оно проходит через стандартное сито «Ротекс», каким пользуются для просеивания муки, в окончательную упаковку — бочку, которая стоит на встряхиваемой платформе, облегчая таким образом плотное оседание и упаковку порошка в тару ввиде одной непрерывной операции.

Отличительные особенности этого процесса и его результатов таковы:

1. Основательное удаление влаги. Полнота удаления влаги из частиц молока усиливается тем обстоятельством, что нагретый воздух, проходя через распыленное молоко спиралью, по направлению к центру, уже имеет максимальную влажность, когда достигает центра, который и является местом для его выхода и бывает наиболее сухим близ периферии. Распыленное молоко в центре вихревого движения воздуха содержит максимальное количество влаги в этот момент, постепенно отдавая ее воздуху по мере того, как оно движется наружу к периферии. Окончание высушивания производится в потоках поступающего нагретого наиболее сухого воздуха. Следовательно, по мере того как движущиеся наружу частицы молока все больше и больше отдают свою влагу, они проходят через более сухие потоки нагретого воздуха. Это, очевидно, и повышает скорость высушивания и усиливает полноту удаления влаги.

2. Сохранение растворимости. Поскольку опасность действия высокой температуры бывает наибольшей в то время, когда молоко все еще находится в жидком состоянии, и такого действия практически совершенно не бывает в молоке, из которого главная масса влаги

уже удалена, конструкция имеет дополнительное преимущество, заключающееся в максимальном сохранении растворимости законченного продукта. Температура вихревого потока воздуха бывает наинизшей, когда он достигает центра, где содержание влаги в молоке наибольшее. К тому времени, когда частицы молока приходят в соприкосновение с самым горячим воздухом (у периферии), содержание влаги в них бывает наименьшим.

3. Обеспечение наибольшего процента выхода сухого молока. Этот процесс делает возможным получение максимального выхода сухого молока. Насыщенный влагой воздух выходит в центре, где частицы молока бывают наиболее тяжелыми и откуда благодаря их более высокому удельному весу, они центробежной силой все более приближаются к периферии сушильной камеры и ударяются о стенки последней уже совершенно сухими, падая после этого вдоль стенок на дно камеры. Потеря молочной пыли с выходящим воздухом полностью устраняется вследствие того, что воздух, выпускаемый из сушильной камеры, проходит через брызги жидкого молока в камере для подогревания, отдавая таким образом жидкому молоку все частицы сухого молока, которые могли быть унесены из сушильной камеры вместе с улетучивающимся воздухом и делая возможным полное сохранение молока.

4. Максимальная экономия в работе. Этот процесс обеспечивает максимальную экономию топлива. Воздух поступает в сушильную камеру при 125° Ц, выходит из нее при 70° Ц и улетучивается из камеры подогревания наружу с температурой около 50° Ц. Благодаря использованию выходящего из сушильной камеры воздуха для нагревания и предварительного сгущения жидкого молока потеря в калориях таким образом ограничивается минимумом, который уже нельзя больше сократить.

5. Защита от повторного загрязнения готового продукта. Сухое молоко переносится из сушильной камеры в тару и упаковывается без соприкосновения с внешним воздухом. Это обеспечивает защиту от загрязнения бактериями, насекомыми и вообще посторонними веществами. Это также препятствует повторному поглощению влаги из воздуха, что, как известно, вредит растворимости порошка.

Процессы распыления с помощью центробежной силы

Процесс высушивания распылением по способу Краузе. Этот процесс был открыт д-ром Георгом Краузе из Мюнхена, в Баварии. Он был запатентован в Германии в 1912 г., и позднее во многих других странах. Новая характерная черта, которая отличает этот процесс от тех, которые описаны ранее, заключается в способе распыления молока. Вместо того чтобы накачивать молоко под высоким давлением через форсунки с чрезвычайно мелкими отверстиями, Краузе производит распыление посредством центробежной силы.

Схематический разрез установки, действующей по системе распыления Краузе в Лоди, Италия, показан на рис. 138.

Сушильная камера состоит из цилиндрического свода, в центре которого вращается металлический диск, приводимый в действие турбиной или мотором. Этот диск бывает или плоским или овальным и имеет два, или более радиальных выходных отверстия. Он вращается со скоростью

от 5 000 до 20 000 оборотов в минуту, причем необходимая скорость колеблется в зависимости от диаметра диска и характера и концентрации подлежащей высушиванию жидкости. При диске, имеющем 50 *см* в диаметре, пользуются максимальной скоростью 6 000 оборотов в минуту. Это означает скорость движения диска на его окружности приблизительно 130 *м* в секунду. Молоко движется из распределительного бака, помещающегося наверху сушильной камеры, самотеком к центру распылительного диска, или оно может поступать через дно диска. Центробежная сила быстро вращающегося диска заставляет молоко распыляться к его периферии и оттуда оно с огромной скоростью срывается в пространство в сушильной камере, одновременно распыляясь в чрезвычайно мелкие, напоминающие сырой туман брызги.

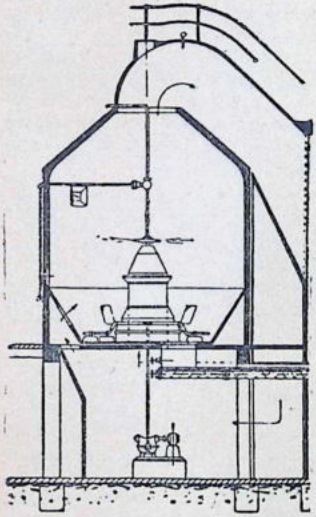


Рис. 138. Установка Краузе для производства сухого молока.

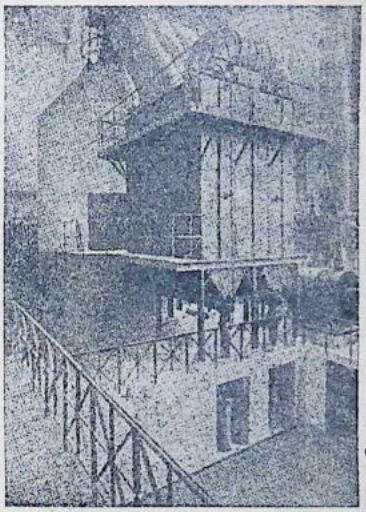


Рис. 139. Завод сухого молока в Лоди (Италия), оборудованный по системе Краузе.

Свежий воздух поступает снаружи через воздушный фильтр и проходит через калориферы. Нагретый воздух подымается через трубу и попадает в нижнюю часть молокосушильной камеры. Посредством особого вентилятора нагретый воздух поднимается через туман распыленного молока, где оно и освобождается от влаги.

Главная масса высохшего молока падает на пол сушильной камеры, где механической щеткой непрерывно сметается в приемник и откуда выпускается при помощи конвейера.

Насыщенный влагой воздух выходит из сушильной камеры близ верха и вытягивается через ряд попеременно встряхивающихся коллекторов для пыли с целью уловления возможно большего количества более мелких частиц сухого молока, которые улетучиваются из камеры вместе с выходящим воздухом. Из коллекторов для пыли воздух вентилятором вытягивается наружу (рис. 139).

Процессом Краузе пользуются как для жидкого, так и для предварительно сгущенного молока. Установка, показанная на рис. 142, имеет максимальную пропускную выпаривательную способность 1000 литров воды в час, что равносильно высушиванию 5 000 литров молока, предварительно сгущенного до отношения 4:1.

Процесс высушивания распылением по способу Дикка. Этот процесс является открытием д-ра С. М. Дикк из Миннеаполиса в штате Миннезота. Сушильная камера цилиндрической формы и похожа на таковую конструкции Краузе, причем молоко распыляется при помощи центробежной силы посредством вращающегося диска, который помещается в центре сушильной камеры недалеко от верха. Входное отверстие для нагретого воздуха и выходное отверстие для насыщенного влагой воздуха так расположены и направлены, чтобы разделить воздушное пространство в сушильной камере теоретически на четыре лежащие одна над другой зоны. Начиная сверху, находится распылительная или выпаривательная зона, затем следует зона нейтрального воздуха, ниже ее лежит влагопоглощающая или завершающая зона и на дне охлаждающая или приемная зона.

Часть нагретого воздуха поступает в верхнюю зону, где он смешивается с распыленным молоком, что способствует первоначальному выпариванию. Остальной нагретый воздух поступает в третью или влагопоглощающую зону, где высушивание и заканчивается. Между этими двумя зонами лежит зона нейтрального воздуха, через которую падает частично высохшее молоко, попадая в влагопоглощающую зону. Насыщенный влагой воздух из зон и выше ниже зоны нейтрального воздуха выпускается через выходные отверстия в зоне нейтрального воздуха. По описанию в патенте температура применяемого нагретого воздуха низка, колеблясь между 65° и 75° Ц.

ГЛАВА XXIX

Техника производства сухого молока

Подогревание молока. При производстве сухого молока пленочным способом молоко может поступать на барабаны и без подогревания. Если молоко предварительно до высушивания сгущено, то операцию сгущения и высушивания предпочтительнее производить ввиде одного потока. Поэтому сгущенное молоко поступает на сушильные барабаны при температуре сгущения около 60° Ц под вакуумом.

При высушивании посредством распыления молоко прежде чем оно поступит в сушильную камеру подогревают для того, чтобы в самой полной степени использовать тепло нагретого воздуха, что ускоряет быстроту выпаривания и усиливает полноту высушивания.

Чтобы сохранить максимальную растворимость законченного продукта, не следует нагревать жидкость свыше 70° Ц. В соответствии с этим на заводах, применяющих систему высушивания посредством распыления, установился обычай подогревать молоко при температурах, колеблющихся от 60 до 70° Ц. Если молоко перед высушиванием сгущается, то следует соблюдать те же самые температурные пределы при подогревании и сгущении.

Предварительное сгущение молока. В ранний период производства сухого молока жидкое молоко высушивалось без предварительного сгущения. Это относилось как к пленочному высушиванию, так и к процессам высушивания посредством распыления. Вследствие высокого процента воды в молоке этот обычай накладывал на сушильное оборудование весьма тяжелую нагрузку по выпариванию влаги, значительно ограничивая производство законченного продукта, вызывая необходимость крупных установок и требуя длительной продолжительности работы. Практический опыт навел на мысль о выгодности предварительного сгущения молока перед высушиванием, так как тем самым ускоряется процесс и повышается количество продукции.

Хотя значительные количества сухого молока вырабатываются путем высушивания жидкого молока непосредственно, главная масса сухого молока теперь приготовляется из предварительно сгущенного молока. Молоко обычно сгущают до концентрации 4 или 4,5 к 1. Так поступают при пленочном высушивании молока и при высушивании посредством распыления.

Эффект предварительного сгущения особенно выгодно сказывается в процессе высушивания посредством распыления, как видно из изложенного ниже.

Влияние предварительного сгущения на экономичность производства. Главное преимущество предварительного сгущения в производстве сухого молока посредством распыления заключается в большой экономичности работы.

Потребность как в топливе, так и в энергии бывает больше в процессе высушивания посредством распыления, чем при выпаривании в вакуум-аппарате или при пленочном высушивании. Коэфициент теплопередачи воздуха значительно ниже, чем коэфициент теплопередачи металлических поверхностей нагрева. При высушивании посредством распыления это обстоятельство понижает экономичность работы двумя способами: во-первых, вследствие неэкономичного использования топлива, потребного для нагревания воздуха, и во-вторых — вследствие неэкономичного использования нагретого воздуха в сушильной камере. Теплота, применяемая в виде нагретого воздуха, менее полно используется, и выпаривание посредством соприкосновения с воздухом — менее экономично, чем посредством соприкосновения молока с нагретым паром металлическими поверхностями, как напр. с конденсационными змеевиками и паровыми рубашками и сушильными барабанами. Потребность в энергии для циркуляции больших количеств воздуха при системе высушивания посредством распыления также больше, чем потребность в энергии для работы вакуум-аппарата или при пленочном высушивании.

Поэтому высушивание посредством распыления предварительно сгущенного молока вместо жидкого уменьшает потребность в топливе, потому что большая часть воды уже была удалена раньше при помощи более экономичных способов выпаривания. Это увеличивает пропускную способность оборудования и тем самым сокращает потребное для работы время. Это в свою очередь означает, что требуется меньше труда и меньше энергии. В отношении пленочного высушивания предварительное сгущение также значительно увеличивает производительность сушильной установки и сокращает время работы, но разница в экономии топлива и энергии в пользу предварительного сгущения здесь не так велика, как в процессе высушивания посредством распыления.

Влияние предварительного сгущения на компактность сухого молока. Сухое молоко, приготовленное из предварительно сгущенного молока, более компактно и смысле объема, чем порошок, полученный из натурального, т. е. несгущенного молока.

Эта разница становится заметной в особенности в процессе высушивания посредством распыления. Высушивание посредством распыления жидкого молока дает порошок, состоящий из чрезвычайно мелких, мягких, пушистых хлопьев. Такое сухое молоко трудно плотно упаковать и оно занимает относительно большой объем. Чрезвычайно малые размеры крупинок способствуют увеличению потерь в производстве и понижают выход. С другой стороны, предварительное сгущение дает более грубый и более зернистый порошок, который легче упаковывается, занимает меньший объем и повышает выход. Все это говорит в пользу предварительного сгущения.

Помимо концентрации подлежащего распылению молока зернистость продукта можно регулировать посредством размера отверстия форсунок и давлением молока. Чем больше отверстие или чем меньше давление и при том и при другом, тем крупнее будет распылено молоко и, как следствие этого, более зернистым будет молочный порошок. Поэтому для того, чтобы получить более зернистый продукт из несгущенного молока, отверстия форсунок должны быть относительно большими, или давление молока должно быть относительно низким, или и то и другое вместе. Кипячение молока при 100° Ц непосредственно острым паром также содействует доведению до минимума пушистости и сокра-

щению объема получающегося в результате сухого молока, но оно уменьшает растворимость продукта.

Разница в качестве сухого молока, получаемого по «пленочному» способу из предварительно сгущенного и натурального молока, примерно та же, что и при «распылительном» способе. Пленка сухого молока, получаемого из предварительно сгущенного молока, бывает тяжелее, плотнее и дает более компактный порошок, чем приготовленный из несгущенного молока.

Влияние предварительного сгущения на выход сухого молока. Для большинства установок, действующих по принципу высушивания посредством распыления, концентрация молока оказывает весьма сильное влияние на его выход. Это — экономически важный фактор. Как объяснено раньше, чем тоньше, легче и пушистее молочный порошок, тем больше данных за то, что часть этого продукта будет унесена из сушильной камеры вместе с воздухом и водяными парами. Следовательно при высушивании распыленного натурального (несгущенного) молока утечка продукта из сушильной камеры ввиде молочной пыли будет большей, чем при производстве сухого молока из предварительно сгущенного молока. Предварительное сгущение обеспечивает больший выход готового продукта.

Однако следует иметь в виду, что в производстве будет встречаться весьма мелкая молочная пыль независимо от исходного сырья — предварительно сгущенного или натурального молока, и это вызывает необходимость установки достаточно эфективного коллектора. Без такого коллектора для пыли некоторая часть более тонких и более легких частиц и в том и в другом случае будет потеряна. При прямой переработке натурального сырья конструкция коллектора должна быть такой, чтобы он мог собирать продукт с чрезвычайно тонкой структурой, чтобы быть эфективным и улавливать максимальное количество продукта.

Процент выхода готового продукта в значительной степени зависит от совершенства коллектора, эфективность которого должна быть тем выше, чем более размельченный и хлопьевидный продукт получается в производстве. Однако выход готового продукта может быть существенно увеличен такой конструкцией сушильной аппаратуры, которая заставит частицы высыхающего молока двигаться в направлении, противоположном направлению выходящего (отработанного) воздуха, как указано в конструкции Грэй-Дженсена. Кроме того, в заводском применении конструкции Грэй-Дженсена воздух, выпускаемый из сушильной камеры, используется для подогревания и частичного сгущения жидкого молока перед тем, как оно поступит в сушильную камеру. При таком порядке возможно улавливать все частицы сухого молока, которые могли бы улетучиться из сушильной камеры через выходное отверстие для воздуха. Этим в сущности устраняются все потери и делается ненужным пользование механическим коллектором.

При пленочной системе высушивания опасность механической потери сухого молока ничтожна, даже когда оно приготовляется из несгущенного молока. Это в особенности относится к пленочному высушиванию под атмосферным давлением. При пленочном высушивании в вакууме потеря вследствие выбрасывания молока перед высушиванием может принять широкие размеры. Ясно, что имеется склонность к такому выбрасыванию в большей степени по отношению к жидкому несгущенному молоку, чем по отношению к более вязкому. предварительно сгущенному молоку. Отсюда видно, что и в целях более высокого

выхода готового продукта следует ввести в производство предварительное сгущение молока.

Влияние предварительного сгущения на растворимость сухого молока. Оказывается, что влияние предварительного сгущения на растворимость разных видов сухого молока ничтожно, если только температуры, применявшиеся при подогревании и сгущении, были достаточно низкими (не выше 70° Ц) для того, чтобы серьезно нарушить коллоидное равновесие белковых составных частей молока. Сухое молоко, приготовленное посредством распыления из жидкого молока, растворяется несколько медленнее, чем приготовленное из предварительно сгущенного молока. Эти в высшей степени тонкие хлопья имеют относительно большую поверхность, соприкасающуюся с водой. Это создает большие поверхности соприкосновения между хлопьями, благодаря чему они, сцепляясь друг с другом, образуют большие скопления, задерживающие проникновение в сухое молоко воды и этим вначале несколько уменьшают быстроту полного растворения. Однако это незначительное уменьшение быстроты растворения не имеет ничего общего с собственно растворимостью молочного порошка. Сухое молоко, приготовленное из жидкого молока, одинаково растворимо, как и сухое молоко, полученное из предварительно сгущенного молока.

Опыты, поставленные автором, показывают, что разница в скорости растворения между этими двумя продуктами весьма незначительна и что общая растворимость на весьма малую величину более у хлопьевидного сухого молока, приготовленного из несгущенного молока.

Здесь опять-таки следует понимать, что несгущенное молоко можно так распылить и высушить (крупные отверстия форсунки и низкое давление), что размер частиц получающегося в результате порошка увеличится и его зернистое состояние усилится в достаточной степени. В общем следует сделать вывод, что для всех целей, для которых употребляется сухое молоко в промышленности и в домашнем хозяйстве, вопрос о преимуществах в отношении легкости растворения того или иного из упомянутых продуктов практического значения не имеет.

В отношении влияния предварительного сгущения на растворимость продукта, изготовленного по «пленочному» способу, определенных данных не имеется. Кажется невероятным, чтобы растворимость этого продукта могла подвергнуться заметным колебаниям

Влияние предварительного сгущения на прочность сухого молока— см. главу XXXI.

Потребность в нагретом воздухе в процессе высушивания посредством распыления. Объем и температура нагретого воздуха, который необходим для выпаривания данного количества воды, или же для высушивания данного количества молока, колеблются в зависимости от температуры и влажности атмосферного воздуха, от температуры и концентрации подлежащего высушиванию молока и от температуры и степени насыщения влагой отработанного воздуха, выходящего из сушильной камеры.

При всех прочих равных условиях расход тепла во время высушивания посредством распыления уменьшается с повышением температуры нагретого воздуха. Использование при сушке молока только незначительно нагретого воздуха дает в результате очень большой расход тепла. Гаусбранд (119) показывает, что при слегка нагретом воздухе расход тепла для выпаривания данного веса воды может быть в два и даже в три раза больше теоретически потребного числа калорий. По-

этому экономически выгодно пользоваться наивысшей температурой нагретого воздуха, какую только выдержит подлежащая высушиванию жидкость без ущерба для ее качества. При высушивании молока посредством распыления воздух, входящий в сушильную камеру, обычно имеет температуру около 130° Ц. Однако существует несколько исключений из этого правила. Так например, в процессе Краузе рекомендуется температура от 120 до 150° Ц и в процессе Дикка рекомендуется температура 71° Ц.

При одинаковой температуре нагретого воздуха вес потребного воздуха увеличивается в зависимости от температуры наружного воздуха. В холодную погоду требуется меньше воздуха, чем в жаркую. Но для нагревания меньшего количества холодного воздуха требуется больше калорий, чем на большее количество более теплого воздуха для того, чтобы повысить температуру до одинаковой точки. Поэтому для экономичной работы поверхность нагрева специальных камер для получения нагретого воздуха, а также производительность механизма для циркуляции воздуха должна обладать возможностью регулирования работы в зависимости от времени года и состояния погоды. Поверхность нагрева должна быть достаточной для максимальной температуры нагретого воздуха в самые холодные дни, а система для циркуляции воздуха должна иметь достаточные размеры для подачи большого количества потребного воздуха в наиболее жаркие дни.

Ясно, что при упомянутой приспособляемости камеры нагрева циркуляционной системы, вентиляционные аппараты, рассчитанные для работы при полной нагрузке в жаркое время года, будут слишком велики для работы с полной нагрузкой в холодную погоду и, следовательно, в это время они должны работать ниже полной производительности. С другой стороны, поверхность нагрева, будучи вполне достаточной при работе с полной нагрузкой в холодную погоду, будет слишком большой в жаркую погоду, когда ее приходится использовать только частично.

Для экономического и правильного нагревания воздуха и удовлетворительного хода работы в сушильной камере воздух должен двигаться с надлежащей скоростью. Количество получаемого им тепла увеличивается в зависимости от скорости прохождения воздушного потока по поверхностям нагрева. Однако большая скорость сильно увеличивает трение воздуха в выходном воздушном канале, требуя больше энергии, и, понижая эфективность вентилятора, сокращает способность нагретого воздуха поглощать воду в сушильной камере и повышает утечку молока. В выходном воздушном канале из сушильной камеры и у выхода из камеры подогрева скорость движения воздуха не должна превышать 3 *м* сек., а в сушильной камере ее необходимо ограничить приблизительно 6 *м*/сек. и даже менее.

Вес воздуха на единицу времени имеет изменяющийся объем, в зависимости от его температуры. Этот объем, очевидно, является наименьшим при входе в камеру для подогрева, наибольшим тотчас же после нагревания и каким-то средним при выходе из сушильной камеры. Поэтому для того, чтобы надлежащим образом регулировать скорость циркуляции воздуха в сушильной установке, должны быть соблюдены правильные соотношения размеров вентилятора и всех воздушных каналов от места входа холодного воздуха в камеру подогрева и до места выхода отработанного нагретого воздуха из сушильной камеры.

Для механической циркуляции воздуха, какая применяется при высушивании молока посредством распыления, легче приводить в движение небольшие объемы воздуха, чем большие его объемы. Следовательно, с точки зрения механической подачи воздуха является предпочтительнее установить вентилятор при входе холодного воздуха в камеру подогрева и во многих установках это так и делается. Менее выгодным следует считать расположение вентилятора у выходного канала из сушильной камеры. Самое неблагоприятное положение — установка вентилятора между камерой подогрева и сушильной камерой. Вентилятор создает некоторый вакуум в месте всасывания воздуха и небольшое повышение давления у выходного воздушного канала. Хорошо известно, что чем выше разрежение в сушильной камере, тем больше ее выпаривательная способность и экономичность расходования тепла. Колебания в атмосферном давлении также до некоторой степени влияют на количество потребного воздуха и тепла. Если прочие условия. как напр. влажность воздуха, остаются одинаковыми, то повышение барометрического давления понижает количество потребного воздуха и усиливает экономичность высушивания. Чем ниже барометрическое давление, при всех прочих равных условиях, тем больше требуется воздуха и тепла для высушивания данного количества молока. Это происходит только тогда, когда барометрическое давление в сушильной камере то же самое, что и наружного воздуха, как в большинстве случаев и бывает при высушивании молока посредством распыления. Это влияние незначительно, но им можно объяснить некоторые колебания в результатах, которые встречаются при высушивании в заводском масштабе.

Влажность атмосферного воздуха также оказывает значительное влияние на эфективность высушивания и экономию в расходовании воздуха. Атмосферный воздух всегда содержит влагу. Он редко бывает вполне насыщенным, но влажность воздуха колеблется в широких пределах. Она обыкновенно увеличивается с повышением температуры. Так как главное назначение воздуха в системе высушивания посредством распыления заключается в выпаривании воды из молока и в поглощении этой воды, ясно, что выпаривательная эфективность нагретого воздуха понижается с повышением влажности атмосферного воздуха.

В конечном итоге температура и степень насыщения воздуха, выпускаемого из сушильной камеры, влияют на количество воздуха и тепла, требующихся для высушивания данного количества молока. Как было указано ранее, чем выше температура, тем выше точка насыщения и тем более влаги воздуха в состоянии поглотить и удалить из сушильной камеры каждая объемная его единица. Нагретый и теряющий в процессе сушки постепенно свое тепло, воздух удаляется из сушильной камеры при более низкой температуре, чем та температура, при которой он поступил; он должен быть у выхода из сушилки более теплым, чем при входе в камеру подогрева, для того, чтобы быть в состоянии удержать воду, выпаренную из молока вместе с первоначальной влагой, не переходя в состояние перенасыщения. В американской практике воздух выходит из камеры для высушивания молока при температурах, колеблющихся от 49° до 93° Ц.

Источники получения нагретого воздуха. Воздух нагревается или в специальных топках или в камере, снабженной паровыми змеевиками. Специальные топки дают возможность нагревать воздух до более высоких температур и утверждают, что они являются несколько более экономичными с точки зрения потребления топлива. С другой стороны,

полный контроль над температурой здесь менее возможен, ибо температура нагретого воздуха колеблется в зависимости от состояния огня в топке. Всегда также существует опасность загрязнения воздуха. Даже почти незаметные трещины и щели в стенках огневой коробки служат причиной попадания в смежную камеру нагретого воздуха мельчайших частичек пыли, золы и т. п., а эти посторонние вещества затем втягиваются в сушильную камеру, где они смешиваются с сухим молоком и оседают вместе с ним.

В этом отношении камера подогрева воздуха, работающая паровыми змеевиками, является более приемлемой, хотя с ней труднее достигнуть высоких температур, но зато легче регулировать температуру воздушного подогрева и поддерживать ее на определенном уровне и не существует опасности проникновения с воздухом загрязняющих веществ.

Воздух втягивается в топку или в камеру подогрева из атмосферы. Его желательно фильтровать, пропуская через воздушный фильтр, помещающийся у входного отверстия в камеру для горячего воздуха. Для этой цели можно пользоваться гигроскопической ватой или другим подходящим материалом.

Более ранние конструкции предусматривали приспособления для высушивания воздуха до достижения последним камеры с горячим воздухом. Это в большей степени способствовало регулированию и получению однородных результатов процесса высушивания изо дня в день, исключая колебания влажности атмосферного воздуха, в зависимости от условий погоды. Однако во время работы в заводском масштабе искусственное высушивание атмосферного воздуха не вошло в практику.

Предпочтительнее помещать нагревательную камеру таким образом, чтобы была устранена необходимость установки труб для воздуха у ее входного отверстия и между нагревательной камерой и сушильной камерой.

Сушильная камера. Сушильные камеры, установленные на заводах, вырабатывающих сухое молоко в промышленном масштабе, отличаются одна от другой по размерам и форме, так же как по местоположению и типу молокораспыляющих приспособлений, по местоположению входного отверстия для нагретого воздуха, по направлению потока нагретого воздуха и по расположению выходного отверстия для насыщенного влагой воздуха.

Многие камеры имеют прямоугольную форму. Они бывают длиною от 3,7 до 6 *м* с еще большей высотою. В некоторых камерах длина их превышает ширину, а у других высота больше, чем длина и ширина. Иные бывают круглой формы, похожие на силосные башни, а другие имеют форму опрокинутого кверху основанием конуса.

Гаусбранд (119) показывает, что нагретый воздух поступает в сушильную камеру более горячим, чем когда он из нее выходит, и обыкновенно степень насыщения его влагой бывает большей при его выходе, чем при его поступлении. Увеличивающаяся плотность нагретого воздуха вследствие понижения температуры и повышения влажности во время движения через сушильную камеру делает его более тяжелым. Отсюда его склонность двигаться по направлению вниз. Следовательно, с точки зрения закона тяготения более логично дать направление потоку воздуха в сушильной камере сверху вниз. Однако такое устройство не всегда осуществимо или желательно. Важно, чтобы высушивающиеся частицы молока, отдавая воздуху постепенно свою влагу, вступали в соприкосновение с более сухим воздухом. Нагретый воздух

обыкновенно бывает сухим при его поступлении и наиболее насыщенным при его выходе. Частицы сухого молока падают на дно сушильной камеры и оттуда удаляются наружу. Если выходное отверстие для воздуха также находится на дне или недалеко от него, то выпуск сухого молока был бы в точке наибольшей влажности воздуха. Это не способствовало бы достижению максимальной сухости законченного продукта. Поэтому для достижения наилучших результатов следует так направить нагретый воздух и распыленное молоко, чтобы заставить входящий воздух (который является наиболее сухим) встречаться с частицами молока в точке их наименьшей влажности и заставить выходящий воздух (который является наиболее влажным) выходить в точке, где молоко бывает наиболее влажным (т. е. вблизи места начала его распыления).

Устройство входного и выходного отверстий для воздуха и расположение приспособления для распыления молока бывают неодинаковыми в зависимости от различных типов конструкций сушильных оборудований. Там, где распыленное молоко выходит из форсунок, помещающихся на одной стороне сушильной камеры, нагретый воздух вводится через щель, помещающуюся непосредственно ниже форсунок, и воздух движется в том же направлении, что и распыленное молоко, и смешивается с последним. В сушильных камерах, в которых форсунки установлены со всех сторон, нагретый воздух может вводиться близ дна сушильной камеры, в центре последней, проходит вверх и равномерно смешивается с распыляющимся молоком, который выходит по направлению к центру. Нагретый воздух может входить сверху и спускаться вниз вместе с распыляющимся молоком или же он может входить из разных пунктов верхней части сушильной камеры в виде вихревого потока спиралью по направлению к центру и выходить наружу в центре верхней части сушильной камеры.

Устройство выходного канала для насыщенного влагой отработанного воздуха у разных сушильных камер также бывает различным. Во многих случаях, в особенности там, где нагретый воздух и распыляющееся молоко входят с одной стороны, выходное отверстие для насыщенного влагой воздуха бывает на стороне противоположной той, где находится входное отверстие. В других случаях отработанный воздух выходит наружу в верхней части или вблизи дна сушильной камеры.

Так как в процессе высушивания молока посредством распыления температура в сушильной камере бывает всегда значительно выше, чем температура окружающей атмосферы, то крайне необходимо, чтобы стенки сушильной камеры не пропускали воздуха снаружи. Они должны быть непроницаемыми для воздуха. Стенки с трещинами дают возможность более холодному наружному воздуху проходить внутрь. Наблюдательные стекла, люки и ставни должны быть плотно пригнаны.

Стенки должны быть прочной конструкции и по возможности из такого материала и так устроены, чтобы уменьшить до минимума потерю тепла вследствие охлаждения через стенки. Если стенки покрыты внутри оловом, как это имеет место на многих заводах, то снаружи они должны тщательно облицовываться асбестовой прокладкой. Во многих сушильных камерах новейшей конструкции за последние годы стенки, верх и дно строятся из бетона или из полой черепицы. Внутренность некоторых сушильных камер выстилается белой, покрытой глазурью черепицей.

Форсунки и диски для распыления молока. Распыление молока в сушильной камере производится или посредством пропускания молока

через одну или более форсунок или пользуясь быстро вращающимися распылительными дисками. Форсунки обычно помещаются в стенке сушильной камеры около самого верха с той целью, чтобы дать возможность частицам молока падать с наибольшей высоты через нагретый воздух. Форсунка может быть также установлена в центре или поблизости от него в верхней части сушильной камеры, в каком случае молоко распыляется по радиальным направлениям или распыляется из форсунки по направлению касательной и тем сообщается форсунке вращательное движение. Когда применяются несколько форсунок, то они могут устанавливаться по прямой линии вдоль одной стенки или же могут распределяться на двух или на всех четырех стенках сушильной камеры.

Существующие форсунки имеют самое разнообразное конструктивное устройство. Сила, которая гонит молоко через форсунки, или ограничивается давлением насоса, или же, кроме того, может быть усилена действием горячего воздуха или пара под давлением. Давление, под которым молоко проталкивается через форсунки, обычно равняется от 175 до 210 *кг* на *см*, но колеблется в зависимости от вида употребляемого молока (является ли оно жидким или предварительно сгущенным) и от желаемой степени распыления жидкости. Предварительно сгущенное молоко требует более высокого давления для своего распыления, чем натуральное (жидкое) молоко (рис. 140 и 141).

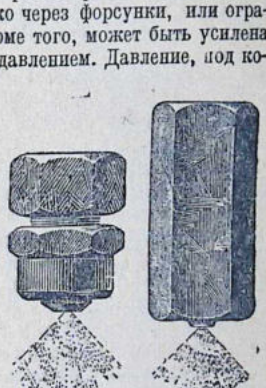


Рис. 140 и 141. Типы форсунок для распыления молока.

Небольшие отверстия, через которые происходит распыление молока в сушильноей камере, увеличиваются в размере вследствие износа, что вызывает необходимость частой замены старых форсунок новыми. Временами во время работы эти форсунки засоряются, и их приходится менять для чистки. Поэтому необходимо, чтобы мастер беспрерывно наблюдал за процессом, чтобы иметь уверенность в правильной работе всех форсунок, так как только при таком отношении к делу могут быть обеспечены максимальная эфективность и быстрота высушивания.

Чтобы облегчить замену форсунок в процессе работы по высушиванию, форсунки помещаются таким образом, что они имеют связь с молочной трубой снаружи сушильной камеры, причем концы труб, имеющих на себе форсунки, соединены с подающей молоко трубой так, что их можно повернуть во всех направлениях, что дает возможность удалить форсунки из сушильной камеры независимо одна от другой и в любое время в процессе высушивания.

При вращающихся дисках распыление достигается благодаря огромной центробежной силы. Диск обыкновенно помещается посредине сушильной камеры. Молоко подается к центру диска сверху или снизу. Быстро вращающийся диск разгоняет молоко по направлению к периферии и там оно отбрасывается в виде мелкого сырого тумана под действием центробежной силы, создаваемой вращающимся диском. При распылении с помощью диска по системе Краузе скорость вращения диска очень велика, достигая 6 000 оборотов в минуту. При столь большой скорости

вращения распылительного диска обеспечивается получение чрезвычайно мелких брызг, причем отдельные частицы молочной пыли имеют размеры только от 10 до 50 микронов (от 0,01 до 0,05 *мм*) в диаметре. Благодаря этому значительно увеличивается поверхность, соприкасающаяся с нагретым воздухом, и, следовательно, возрастает скорость выпаривания. Если около 0,5 *л* молока распылить на чрезвычайно мелкие брызги, отдельные частицы которых измеряются в 20 микронов (0,02 *мм*), то 0,5 *л* имели бы общую поверхность 150,08 кв. *м*.

Насосы для распыления молока. Для однородного распыления и максимальной эффективности высушивания молока требуется равномерное давление. Для достижения этого необходим насос особой системы. Практический опыт показал, что наиболее пригодными здесь являются трехпоршневые насосы, которые можно легко регулировать во время их работы и которые обеспечивают непрерывный приток молока к форсункам.

Затвердение сгущенного молока на цилиндре насоса предотвращается посредством особого приспособления струями холодной воды.

Эти работающие под давлением насосы должны быть обеспечены предохранительными клапанами, которые устраняют опасность чрезмерного давления и выравнивают колебания последнего в случае, если несколько форсунок одновременно окажутся засоренными.

По окончании работы с партией молока необходимо через эти насосы с высоким давлением и трубы пропустить некоторое количество воды и рекомендуется оставлять насосы и трубы наполненными водой, когда они находятся в бездействии, для того, чтобы отмочить и удалить остатки сгущенного молока.

Давление, при котором молоко накачивается через форсунки, колеблется между 140 и 210 атмосфер. Многочисленные форсунки с мелкими отверстиями требуют меньше давления для получения одинакового распылительного эфекта, чем употребление меньшего количества форсунок с большим отверстием или одной большой форсунки.

Удаление сухого молока из горячей сушильной камеры. Важно, чтобы сухое молоко было быстро удалено из сушильной камеры с целью сохранения в наибольшей степени ценных физических, химических и биологических свойств первоначального молока. В большинстве первоначальных сушильных установок посредством распыления сухой продукт, оседая на стенках и на дне сушильной камеры, остается там до окончания дневной работы. При таком положении сухое молоко подвергалось действию высокой температуры сушильной камеры в продолжение многих часов, и это в свою очередь оказывало неблагоприятное влияние на качество и растворимость и на витаминные свойства сухого продукта. В последних конструкциях сушильных установок предусмотрен механический транспортер, который автоматически удаляет сухой молочный продукт по мере того, как он накапливается на дне камеры.

При пленочном способе высушивания под атмосферным давлением не имеется закрытой сушильной камеры, и порошок охлаждается до температуры атмосферы как только он оставляет сушильный барабан. При пленочном высушивании в вакууме предусмотрены приемники, в которые сухой продукт непрерывно выпускается из сушильной камеры.

Выход сухого обрата. Выход сухого обрата колеблется в зависимости от процента сухого вещества, находящегося в первоначальном молоке, от эфективности способа, применяемого для улавливания сухого молока, и от количества воды, остающейся в законченном продукте.

Вообще говоря, выход колеблется приблизительно от 8 до 9,5 *кг* порошка сухого обрата на 100 *кг* жидкого обрата.

Средний обрат содержит около 9% сухого вещества молока: потеря порошка в процессе работы колеблется от небольшой дроби одного процента и даже до 10%, и количество воды, остающейся в сухом обрате, колеблется приблизительно от 1 до 5%.

При системе пленочного высушивания потеря сухого молока бывает сравнительно незначительной; так как процент остающейся в сухом продукте влаги в среднем бывает несколько выше, то выход при этой системе практически равняется проценту сухих веществ в первоначальном жидком молоке.

При системе высушивания посредством распыления удаление влаги бывает более полным, сухой обрат, приготовленный по способу высушивания посредством распыления, содержит около 1% и до 3,5% влаги. С другой стороны, опасность потери сухого молока, улетучивающегося вместе с выходящим нагретым воздухом, бывает относительно велика вследствие чрезвычайной измельченности и легкости порошка, приготовленного посредством распылительного высушивания. Эту потерю, как было указано ранее, можно уменьшить до минимума, и ее можно практически избегнуть посредством такого направления входящего в сушильную камеру и выходящего из нее воздуха, которое заставит его отдавать в сущности всю содержащуюся в нем молочную пыль жидкому молоку, которое он высушивает, или последующему жидкому молоку, которое он подогревает. При пользовании этим улучшенным способом потеря бывает весьма ничтожной, а улавливание сухого молока практически равняется 100%. В отношении способов высушивания посредством распыления, которые должны зависеть от коллекторов для улавливания сухого молока, содержащегося в выходящем нагретом воздухе, потеря может колебаться приблизительно от 2% до 8% а иногда даже выше, хотя некоторые из коллекторов, которыми теперь пользуются в промышленном масштабе, дают гарантию, что они в состоянии улавливать 99,9% таких продуктов, как кукурузный крахмал, пшеничная мука и т. п.

Эти коллекторы состоят из камер или барабанов или других вместилищ, в которые всасывающий пропеллер, расположенный у выходного отверстия для воздуха, выпускает выходящий из сушильной камеры воздух. Эти камеры снабжены целым рядом полотняных ширм или мешков, на которых и отлагаются частицы сухого порошка, вылетающие вместе с выходящим воздухом. Сухое молоко возвращается в производство и сберегается посредством встряхивания мешков или же как-нибудь иначе.

На некоторых заводах для улавливания молочной пыли предусматривается особое оборудование так наз. «циклон». Он обыкновенно состоит из цилиндрической формы камеры с конусообразным дном. Воздух, улетучивающийся из сушильной камеры, с большой силой вдувается в этот циклон и, ударяясь о его стенки, освобождается по крайней мере от некоторой части содержащегося в нем, похожего на пыль сухого, молока.

Просеивание и упаковка. Превращенное в порошок молоко, приготовленное посредством распыления, не нуждается в размоле. По своей структуре оно похоже на муку и после просеивания его можно упаковывать. Молоко, приготовленное по способу пленочного высушивания, выходит с сушильных барабанов в виде тонких листочков. Перед тем как упаковать, его размалывают и просеивают.

Сухое молоко закупоривают в разного рода упаковку, как, напр., в фибровую посуду, жестяные банки и в бочки. Размеры колеблются от

пакетов по 230 *г* до бочек вместимостью в 115,0 *кг*. Из видов мелкой упаковки преобладает 4,5-килограммовая банка с притертой крышкой. Чистый вес товара в бочках значительно колеблется в зависимости от применяемого процесса производства, причем более зернистый продукт, получающийся в процессе высушивания до консистенции теста, при пленочном высушивании бывает тяжелее хлопьевидного порошка, получающегося в процессах высушивания посредством распыления.

Главная масса сухого молока поступает в места сбыта в бочках, которые парафинируют или выкладывают внутри бумагой, как бочки под сахар.

При распланировке оборудования, показанного на рис. 140, превращенное в порошок молоко не подвергается соприкосновению с воздухом или с человеческими руками, но автоматически передается из сушильной камеры через стерилизованные трубы в специальные закрытые парафинированные, непроницаемые для влаги и для воздуха 115,0 *кг* бочки.

ГЛАВА XXX

Состав и свойства сухого молока

Химический состав сухого молока. Химический состав сухого молока колеблется главным образом в зависимости от процентного состава первоначального молока, из которого приготовляется порошок, и до некоторой степени в зависимости от процесса высушивания.

На состав натурального молока, помимо подснятия сливок или добавления молочного жира, как известно, оказывает влияние местность и время года, а также порода, лактационный период и корм коров.

По этим причинам в разных видах сухого молока, приготовленного одним и тем же процессом, но в разных местностях и в разное время года, часто оказываются значительные расхождения в их процентном составе.

Процесс высушивания влияет на процентный состав сухого продукта главным образом лишь с точки зрения содержания в нем влаги. В молоке, приготовленном посредством пленочного высушивания, содержание влаги достигает в среднем приблизительно от 4 до 8%, тогда как в сухом продукте, изготовленном посредством распыления, содержится около 1 и до $3^1/_2$% влаги.

На относительную сухость продукта также оказывает значительное влияние влажность атмосферы во время производства. Когда воздух бывает обильно насыщен влагой, создаются менее благоприятные условия для получения порошка с низким содержанием влаги, чем в дни, когда влажность небольшая.

Так как сухое молоко является весьма гигроскопическим продуктом, то при соприкосновении с воздухом оно легко поглощает влагу. Поэтому определение количества влаги в смешанных образцах не следует принимать, как критерий эфективности соответствующей системы высушивания для получения сухого порошка. Во всех видах сухого молока содержание влаги с течением времени возрастает, если оно не закупорено в непроницаемую для влаги и воздуха тару, и чем дольше хранится и менее плотная упаковка, тем большее количество влаги. Для надежного определения качества работы любой данной системы высушивания молочный порошок необходимо подвергнуть анализу тотчас же по удалении его из сушильной камеры.

Некоторые марки сухого молока, в особенности приготовленные при помощи высушивания до консистенции теста, могут также содержать прибавленную сахарозу.

Нижеследующие анализы довольно характерно представляют относительное содержание влаги в молоке, высушенном посредством распыления и приготовленном путем пленочного высушивания.

Таблица 58

Содержание влаги в сухом молоке (в %)

	Процесс высушивания посредством распыления			Процесс пленочного высушивания		
Вода	1,70	3,14	2,12	3,95	7,70	5,46
Общее количество сухих веществ	98,30	96,86	97,88	96,05	92,30	94,54

Таблица 59

Химический состав разных видов сухого молока (в %)

Анализы произведены	Вода	Молочный жир	Белок	Молочный сахар	Зола	Тростниковый или свеклов. сахар
Цельное сухое молоко						
Ричмондом	6,39	27 35	27,48	31,42	6,00	...
Ричмонд м	4,92	27,98	24,59	34.16	6,24	1,25
Ричмондом	4.74	29,16	26,66	32,24	5,63	...
Хьюджем	3,62	26,75	32,06	31,90	5 63	...
Ларсеном и Уайтом	1,40	2 ,20	26 92	36,4	6,00	...
Отакаром Лакса	4,07	25,00	24,84	35,7	6,10	3,13
Фирмой Меррель-Соул и К°	1,50	28,20	26.67	37,88	5,75	...
Сухое молоко, приготовленное из частично снятого молока						
Ричмондом	5,15	19,90	31,10	34,96	7.11	...
Хьюджем	5,01	15,26	38,39	34,67	6,67	...
Хьюджем	8,30	13 00	30,57	43,85	7,28	...
Ларсеном и Уайтом	5,00	1 ,12	33,30	39,70	6, 0	...
Отакаром Лакса	5,46	21, 6	25,69	40,93	5,74	1,16
Отакаром Лакса	4,80	17,13	29,88	40,72	6,84	5,03
Отакаром Лакса	5,85	15,72	30,95	40,07	6,06	1,46
Фирмой Меррель-Соул и К°	2,12	14,20	32,26	44,41	7,01	...
Сухой обрат						
Ричмондом	3,55	2,55	35,45	45,60	7,80	2,80
Хьюджем	7 40	1 00	37.2	46,30	8,00	...
Ларсеном и Уайтом	7,00	1,00	37.00	47,00	8,00	...
Отакаром Лакса	7.15	1,57	33,29	47,23	8,03	...
Стеккингом	2,40	1,35	37, 0	49,94	9,21	...
Фирмой Бр. Можоннье и К°	3,39	1,25	3 .94	50,83	7,87	...
Фирмой Бр. Можоннье и К°	1,72	1,15	35,01	52.24	8,03	...
Фирмой Бр. Можоннье и К°	1,00	1,97	34,75	51,92	8,4	...
Сухие сливки						
Фирмой Меррель-Соул и К°	0,80	50,40	19,19	25,43	4,16	...
Фирмой Меррель-Соул и К°	0,66	65,15	13 42	17,86	2,91	...
Фирмой Меррель-Соул и К°	0,56	71,15	11,14	14,74	2,43	...

Растворимость сухого молока. На ценность сухого молока оказывает существенное влияние растворимость продукта. Растворимость является важным фактором, в особенности при производстве молока, которое должно заменить жидкое молоко за столом потребителя. Она также имеет

важное значение и для некоторых промышленных целей, как напр. для приготовления закваски и т. д.

Термин «растворимость», употребляемый здесь в широком значении этого слова, требует пояснения, чтобы его можно было применить по отношению к жидкостям такой сложной физической природы, представителем которых является молоко. Молоко в действительности не представляет собою раствора. Это—эмульсия, в которой некоторые из составных частей, как напр. молочный сахар, альбумин и часть минеральных солей, находятся в растворенном состоянии. В этом растворе рассеяны в чрезвычайно мелком состоянии и другие составные части, как напр. жир, казеин и остальная часть золы. Под растворимостью сухого молока здесь следует понимать такое его смешение с определенным количеством воды, при котором получается жидкость, по своим физическим свойствам схожая со свежим натуральным молоком.

Растворимость сухого молока колеблется в зависимости от качества и кислотности свежего молока, от способа выработки и условий работы, от содержания влаги в законченном продукте, давности изготовления и условий его хранения. Эти факторы оказывают влияние на растворимость главным образом в тех пределах, в которых они изменяют физические свойства и поведение белков молока, главными из которых являются казеин и альбумин. Их влияние на минеральные соли также является фактором, хотя и имеет меньшее значение в определении растворимости законченного продукта. Первоначальные способы изготовления сухого молока предлагали добавление к молоку щелочей с целью сохранения растворимости белков, которые иначе сделались бы нерастворимыми от действия высокой температуры соответствующего процесса. Само собой разумеется, что сухое молоко, растворимость которого можно сохранить только посредством прибавления щелочей, служит плохой заменой натурального молока, и самый принцип добавления химических веществ к такому продукту питания, как молоко, противоречит задаче рационально поставленного производства высококачественного сухого молока.

Влияние качества свежего молока на растворимость сухого молока. Для производства сухого молока, обладающего высокой растворимостью, требуется свежее молоко, которое не подверглось никаким изменениям в связи с брожением. Наличие в свежем молоке повышенной кислотности, т. е. большей той, которая содержится в парном молоке, причем эта повышенная кислотность является результатом бактериального брожения, понижает растворимость сухого молока. Это, вероятно, происходит вследствие хорошо известного воздействия молочной кислоты на кальциево-казеиновое соединение, как разъяснено в главе XIV под заголовком «Коагуляция при нагревании». Действие кислоты усиливается в отношении сухого молока благодаря высокой концентрации продукта и температуре высушивания. В молоке с повышенной кислотностью, принятом в приемной завода, кислотность продолжает быстро развиваться, как показано Флемингом и Нэйром (32) и этим еще больше усиливается отрицательное влияние на растворимость готового продукта.

С другой стороны, свежее молоко плохого качества, как напр. молоко, загрязненное сычугообразующими бактериями, также подвергает риску растворимость сухого молока, потому что эти сычугообразующие энзимы действуют на казеин и последний, благодаря им, становится нерастворимым, как объяснено в главах III и XIV.

Влияние производственного процесса на растворимость сухого молока. Производственный процесс влияет на растворимость сухого молока преимущественно со стороны применения высоких температур как при подогревании, так и при высушивании, ибо эти операции изменяют физические свойства белков и минеральных солей.

Альбумин, как объяснено в главе XIV, свертывается при нагревании. Ниже 65° Ц действие нагревания ничтожно, но по мере повышения температуры количество свертывающегося альбумина быстро увеличивается. При 70° Ц приблизительно 30% альбумина становится нерастворимым и при точке кипения воды 100° Ц около 85% содержания альбумина становится нерастворимым.

Казеин в нормальном молоке не свертывается при температурах ниже точки кипения. Он свертывается, когда молоко нагревают (под давлением) до 130°—140° Ц. Однако нагревание даже ниже точки кипения осаждает часть растворимых солей кальция, которые в неподогретом молоке находятся в соединении с казеином, образуя казеинат кальция. Высокая температура тем самым изменяет физические и химические свойства казеина. Когда молоко высушивается таким образом, что его казеин подвергается действию весьма высокой температуры, то высушенный казеин до некоторой степени теряет свои природные коллоидные свойства и способность образовывать эмульсию, и когда порошок вновь растворяется в воде, то частицы казеина теряют свой первоначальный гидратный характер, необходимый для образования полной эмульсии в восстановленном молоке.

Осаждение под действием высокой температуры некоторых из минеральных солей молока, в особенности солей кальция магния и фосфора, является дополнительным фактором, который влияет на степень растворимости сухого молока.

Суппли и Бэллис (120) нашли, что в сухом молоке, приготовленном при помощи процесса Джаст-Хатмэйкера (Just-Hatmaker), осадок, полученный из восстановленного молока путем применения центробежной силы, состоял приблизительно из 93% белковых веществ и 7% золы. Зола почти полностью состояла из окисей кальция, магния и фосфора. На основании своего анализа они пришли к заключению, что нерастворимый фосфорно-кислый кальций является главной составной частью осажденных минеральных веществ.

По этим соображениям процессы высушивания, во время которых молоко подвергается действию высокой температуры путем непосредственного соприкосновения с нагреваемыми поверхностями, как это бывает при пленочном высушивании с нагреваемыми паром барабанами, дают сухое молоко с относительно низкой растворимостью. Металлическая поверхность нагреваемых паром барабанов достигает при пленочном высушивании температуры значительно выше точки кипения. Например температура, применяемая в аппарате конструкции Джаст-Хатмэйкера, бывает гораздо выше точки кипения. В практической работе обыкновенно достигают температуры от 130° до 145° Ц.

Альбумин, как упоминалось выше, под влиянием нагревания свертывается и становится нерастворимым. В отношении казеина действие температур 130° Ц и выше также приносит вред его свойству образовывать эмульсии, так как точка коагуляции казеина при нагревании находится между 130 и 140° Ц. Это относится к установкам типа Джаст-Хатмэйкер. Однако в установках пленочного высушивания типа Миньо-Пломи, Габлер Салитер и Кьюник сушильный барабан нагревается

только от 92 до 95° Ц. Поэтому казеин не теряет своей способности разбухать и образовывать эмульсию.

Однако, Поршэ (121) указывает на то, что в аппаратах конструкции Джаст-Хатмэйкера слой молока не сразу вступает в соприкосновение с поверхностью сильно нагретого барабана, но отделяется от него тонким слоем пара и что, следовательно, выпаривание бывает очень быстрым, потому что оно происходит с обеих сторон молочной пленки. И только лишь к тому времени, когда барабан заканчивает оборот, молоко, будучи совершенно сухим, начинает прилипать к его поверхности. В полувысушенном состоянии казеин бывает менее чувствителен к действию высокой температуры и так как барабан вращается быстро, молоко вступает в фактическое соприкосновение с нагретой поверхностью только лишь на мгновение. У барабанов с низкой температурой (ниже 100° Ц) молочная пленка пристает к поверхности барабана с самого начала и, следовательно, подвергается нагреванию в продолжение полного оборота барабана. Однако эти теоретические рассуждения не вполне подтверждаются данными практики. Растворимость разных видов сухого молока, подвергаемых действию высоких температур, как напр. в аппаратах конструкции Джаст-Хатмэйкера, относительно низка.

Иное действие температуры наблюдается в аппаратах с барабанами конструкции Пассбурга, Экенберга, Буфловэка и в комбинированных вакуум-аппаратах для сгущения и сушки молока. Здесь температура сушильной камеры, в которой работают барабаны, понижена значительно ниже точки кипения, благодаря частичному вакууму, причем высушивание производится при сильном разрежении. Кроме того в машинах типа Буфловэк и комбинированном вакуум-сушильном аппарате температура поверхности нагрева барабана бывает ниже точки кипения, благодаря поддержанию частичного разрежения в нагреваемом паром барабане.

Хотя недостает точных сведений относительно влияния применения высокой температуры в этих машинах на казеин, пробы на растворимость показывают, что получающееся в результате сухое молоко обладает гораздо большей растворимостью, чем то, которое получается из сушилок с барабанами типа Джаст-Хатмэйкера, действующих под атмосферным давлением.

Система высушивания способом распыления дает сухое молоко, обладающее большей растворимостью, чем при системе пленочного высушивания. Фактически сухое молоко, приготовленное способом распыления, в сущности вполне растворимо в свежем виде, если оно приготовлено при надлежащих температурных условиях. Это относится как к продукту, приготовленному под давлением, так и к высушенному посредством распыления при помощи центробежной силы.

Во время высушивания посредством распыления сухие вещества молока не подвергаются действию высокой температуры, как в сушильных барабанах, нагреваемых паром и применяемых при пленочном высушивании. В то время как температура потока воздуха, поступающего в сушильную камеру, бывает не одинакова с температурой сушильных барабанов, колеблясь приблизительно от 120 до 150° Ц и в среднем достигая около 127° Ц, оказывается, что сухие вещества молока в действительности не подвергаются действию таких высоких температур.

При высушивании посредством распыления освобождение от влаги (дегидрирование) происходит чрезвычайно быстро, почти мгновенно, и эта большая скорость выпаривания влияет охлаждающим образом на

частицы молока. Как было объяснено ранее в этой главе, скорость выпаривания в процессе распыления вызывается двумя факторами. Одним из них является сильно увеличившаяся поверхность молока вследствие чрезвычайной измельченности частиц молочных брызг. Другой фактор имеет отношение к скорости, с которой движутся эти чрезвычайно мелкие частицы молока, из слоев нагретого воздуха с высокой влажностью в слои нагретого воздуха с более низкой влажностью.

Эти явления—быстрота выпаривания и его влияние на растворимость—были хорошо разъяснены Филиппом (122) при описании им конструкции Краузе. Вследствие огромной скорости вращения распылительного диска Краузе (скорость на окружности диска составляет приблизительно 130 *м* в секунду) как поверхность испарения частиц молока, благодаря большой их распыленности, так и скорость их движения весьма велики. Следовательно, выпаривание большой части влаги, содержащейся в распыленном молоке, происходит настолько быстро, что частицы молока не поглощают теплоту, необходимую для выпаривания из нагретого воздуха. Они (частицы) вынуждены использовать и отдавать свою собственную теплоту, тем самым вызывая понижение температуры. Поэтому удаление основной массы влаги или главная часть процесса высушивания происходит при относительно низкой температуре. Это имеет важное значение, так как в том месте, где частицы находятся в жидком состоянии, белки бывают наиболее чувствительными к воздействию высоких температур. Последние, как известно, вызывают заметные изменения белков, понижающие растворимость готового продукта.

В таком случае, следуя логическим рассуждениям Филиппа, теоретически, молочные частицы, поскольку они все еще содержат влагу, скорее охлаждаются, чем нагреваются в присутствии нагретого воздуха.

Теоретические вычисления указывают на следующие температурные условия в сушильной камере при конструкции Краузе. Для примера предположим, что воздух, поступающий в нагревательную камеру, имеет температуру 20° Ц, содержит 50% влажности и нагревается до 150° Ц. Нагретый воздух, поглотив из распыленного молока в сушильной камере достаточно влаги для того, чтобы сделаться вполне насыщенным, таким образом охлаждается. В этом примере точка насыщения была бы достигнута при 41° Ц. Следовательно, при этих условиях частицы молока, поскольку в них все еще содержатся следы влаги, не достигнут температуры выше 41° Ц.

Это имеет важное значение с точки зрения сохранения растворимости, а также и других его свойств, как напр. вкуса, запаха и цвета. Хорошо известно, что нагревание, вызывающее нарушение равновесия коллоидной системы, как напр. молока, требует некоторого времени для своего осуществления. Действие тепла здесь является реакцией времени. При высушивании посредством распыления действие идет не столько быстро, занимая только лишь небольшую долю секунды, что нарушение равновесия коллоидной системы практически невозможно. С другой стороны, как указывает Филипп, когда процесс высушивания уже закончен, сухой продукт становится более или менее невосприимчивым по отношению к действию температуры. В состоянии низкой влажности даже коллоидные вещества, весьма чувствительные к теплу, как напр. белки, ферменты и сыворотка, если вообще и подвергаются, то лишь в незначительной степени влиянию высоких температур, до каких нагревается воздух в процессе высушивания посредством распыления.

В процессе высушивания посредством распыления под давлением, распыление и скорость движения частиц молока сходны с таковыми в системе Краузе. В то время как могут быть заметные расхождения в интенсивности этих факторов во время процесса высушивания, вообще результаты бывают одинаковыми, и выпаривание происходит чрезвычайно быстро. В таком случае эти факты указывают на то, что растворимость законченного продукта, получаемого при высушивании посредством распыления, при надлежащей постановке работы не ухудшается, и анализы на растворимость полностью подтверждают эти выводы.

Однако, необходимо ясно представлять себе, что производство хорошо растворимого сухого молока, даже при высушивании посредством распыления, возможно только в том случае, если молоко, перед тем как поступить в сушильную камеру, не будет подвергаться действию достаточно высоких температур, которые могли бы серьезно отразиться на физических свойствах белковых составных частей. Это означает, что подогревание и сгущение, если молоко предварительно было сгущено, должны производиться при температурах, которые не превышают 70° Ц. Применение высоких температур подогревания, как напр. 80° Ц или выше, весьма существенно понижает растворимость получающегося в результате сухого продукта. Таблица 60 показывает растворимость сухого молока, приготовленного с применением разных температур подогревания, пользуясь различными системами высушивания.

Таблица 60

Растворимость сухого молока, приготовленного пленочным способом высушивания и посредством распыления

Способ изготовления	Относительная растворимость			
	В холодной воде 15°Ц		В горячей воде 99°Ц	
	Процент в растворе сухих веществ	Процент сухого молока, перешедшего в раствор	Процент в растворе сухих веществ	Процент сухого молока, перешедшего в раствор
Сухое молоко, полученное пленочным способом				
Сухой обрат (атмосферн.)	3,94	69,61	4,42	78,09
Сухие сливки (атмосферн.)	3,46	61,13	4,53	80,03
Сухой обрат (в вакууме)	...	...	5,49	97,00
Сухое молоко, полученное распылительным способом				
Сухой обрат (нагретый до 65°Ц перед высушиванием)	5,61	99,12	5,76	101,76
Сухой обрат (нагретый до 99°Ц перед высушиванием)	5,09	38,16	5,32	94,17
	Белки			
Сухое молоко, приготовленное пленочным способом				
Сухой обрат	0,41	...	0,65	...
Сухие сливки	0,49	...	1,62	...
Сухое молоко, приготовленное распылительн. способом				
Сухой обрат (нагретый до 65°Ц перед высушиванием)	2,00	...	1,97	...
Сухой обрат (нагретый до 99°Ц перед высушиванием)	1,47	...	1,74	...

Пробы на растворимость, результаты которых приведены в таблице 60, производились следующим образом:

Пользовались двумя образцами сухого молока, приготовленного пленочным способом, и двумя образцами, приготовленными посредством распыления. По 12 *г* каждого порошка было высыпано в 200 *см*³ воды при температуре 26° Ц. Эти четыре образца поместили в механический встряхиватель и встряхивали в продолжение десяти минут. После встряхивания по 100 *см*³ из каждой партии пропускали через бумажный фильтр и фильтрат подвергали анализу с целью определения процентного соотношения всех сухих веществ. Остальные 100 *см*³ из каждой партии нагревали до точки кипения и выдерживали так в продолжение пяти минут. Вода, потерянная вследствие испарения, была заменена новой. Затем горячие растворы были профильтрованы и проанализированы для того, чтобы определить общее количество сухих веществ.

Результаты вышеуказанных испытаний показывают, что если сухое молоко, приготовленное в процессе распыления, не было нагрето перед высушиванием свыше 65° Ц, то оно обладало способностью вновь превращаться в эмульсию в холодной воде, которая проходила через фильтр так же хорошо, как и обыкновенное молоко. Порошок по существу оказался вполне растворимым.

Если сухое молоко, приготовленное в процессе распыления, было предварительно нагрето до точки кипения, то сухой продукт утрачивал несколько более 10% своей растворимости. Около половины этой потери возмещалось при нагревании смеси воды и сухого молока до точки кипения.

Сухое молоко, приготовленное пленочным процессом под атмосферным давлением, в холодной воде составляло фильтруемую эмульсию в пределах от 60 до 70% всыпанного порошка и в горячей воде — в пределах от 78 до 80% всыпанного порошка. Сухое молоко, приготовленное пленочным процессом в вакууме, оказалось значительно более растворимым: в горячей воде растворялось 97%.

Весьма заметную разницу в растворимости разных видов сухого молока, приготовленного при помощи этих двух процессов, можно также легко наблюдать и без химического анализа. Когда растворы разных видов сухого молока, приготовленного пленочным процессом, оставляли стоять в пробирках, то на дне всегда скоплялся значительный осадок сухого вещества. Это случалось как в горячей, так и в холодной воде, но осадок бывал гораздо более значительным в холодной смеси, чем в горячей. Что касается разных видов сухого молока, приготовленного посредством распылительного процесса из молока, подогретого до 65° Ц или ниже, такого осадка невозможно было обнаружить ни в горячей, ни в холодной смеси.

Попутно следует отметить, что процентное соотношение белка, найденное в фильтратах из всех видов сухого молока, за исключением горячего раствора сухих сливок, приготовленных пленочным процессом, весьма близко соответствовало процентному соотношению общего количества сухих веществ в тех же самых фильтратах. Это указывает на то, что растворимость сухого молока зависит от изменения физических свойств белков молока.

Влияние содержания влаги и длительности хранения сухого молока на его растворимость. Растворимость сухого молока с течением времени понижается. Это изменение принимает наиболее широкие размеры у сухого молока с высокой влажностью. Оказывается, что это уменьшение

растворимости сухого молока с течением времени вызывается действием влаги на белок молока, постепенно понижая его способность образовывать эмульсию при смешении с водой. Так происходит независимо от того, содержался ли избыток влаги в свежем молоке или же он был впоследствии поглощен из атмосферы.

Вредное влияние высокой влажности на растворимость сказывается как в сухом молоке приготовленном в процессе распыления, так и при пленочном высушивании.

Суппли и Бэллис (120) занимались всесторонним изучением этого вопроса, подвергая различные партии сухого молока действию сухого и влажного воздуха. Они были в состоянии повысить процент влажности в сухом молоке с 2 до 11%, пропуская через порошок воздух, содержащий от 70 до 75% влажности. Белок в сухом молоке под действием влажности воздуха становился почти совершенно нерастворимым, тогда как обработка его лишенным влаги воздухом давала ему возможность полностью сохранять свою первоначальную растворимость или способность образовывать эмульсию.

Исследователи полагают, что полное исключение воздуха сохранило бы растворимость на неопределенно долгое время.

Результаты их опытов формулированы следующим образом:

«Первоначальная растворимость казеина сухого молока может быть сохранена в течение года и более, если содержание влаги в этом продукте будет ниже 3% на протяжении всего периода хранения. В сухом молоке с влажностью от 4 до 5% комкование наблюдалось в большей степени в продолжение годичного периода, чем в тех образцах, в которых влажность поддерживалась при 3% или ниже. Образцы, в которых содержание влаги вначале поддерживалось от 3 до 5% и в которых растворимость показывала лишь незначительное изменение в течение года, сделались почти совершенно нерастворимыми в продолжение нескольких дней, когда содержание влаги внезапно повысилось до 6,5% и до 7%. Образцы, в которых содержание влаги поддерживалось по возможности ближе к 5% на протяжении годичного периода, проявили большее комкование, чем те образцы, в которых содержание влаги постепенно повышалось от 4 до 5% в продолжение того же самого периода».

Суппли (184) в результате более позднего изучения факторов, влияющих на содержание влаги в сухом молоке, пришел к мысли о том, что поглощение последним влаги, повидимому, следует известным основным законам, управляющим поглощением влаги коллоидным веществом. Он нашел, что поглощение влаги из воздуха с влажностью свыше 50% сухим порошком происходило очень быстро, но при влажности между 50% и 70% эти первоначальные темпы поглощения не сохранялись. Суппли объясняет это дегидрацией (освобождением от влаги), которая начинается по достижении максимального поглощения влаги, причем дегидрация происходит в периоде нескольких месяцев прежде чем восстановится равновесие на более низком уровне. Кроме того, Суппли сообщает, что на гигроскопические свойства сухого молока различным образом влияли чрезмерное нагревание и насыщение и содержание жира в сухом молоке. Поглотительная способность (гигроскопичность) уменьшалась с увеличением содержания жира и соответственно более низким содержанием белка.

О подобных же наблюдениях относительно влияния влаги и сухого молока на его растворимость сообщено Фуассье (157), что сухое молоко,

содержащее только 1,6% влаги, сохраняло свою растворимость значительно дольше, чем этот же продукт, содержащий 6,82% влаги. Он считает, что это происходит вследствие того, что наличие влаги повышает скорость, с которой молочная кислота делает казеин нерастворимым.

Вышеприведенные сообщения ясно свидетельствуют о том, что не действие воздуха, а поглощение влаги из влажного воздуха ухудшает растворимость с течением времени. Кроме того они подчеркивают важность упаковки сухого молока тотчас же после изготовления в герметическую упаковку.

Смешиваемость и легкость растворения сухого молока. Быстрота и легкость, с которой разного рода сухое молоко переходит в так называемый раствор, не всегда зависит от его фактической растворимости.

Совершенно ясно, что чем мельче, при всех прочих равных условиях, частицы сухого молока, тем скорее оно растворится. Этот факт основан на хорошо известном физическом законе, что чем меньше тело, тем больше его поверхность по сравнению с объемом.

Сухое молоко, приготовленное при помощи распылительного процесса, обыкновенно дает более размельченные частички, чем сухое молоко, полученное пленочным процессом: поэтому первое должно скорее растворяться, чем последнее.

Вышеприведенные факты, касающиеся связи между размельченностью сухого молока и легкостью перехода последнего в раствор, существуют лишь до определенного предела.

Когда этот предел бывает превзойден, то в результате вмешательства механических препятствий растворимость, по крайней мере вначале, несколько замедляется. Так, в чрезвычайно размельченных сортах сухого молока поверхность соприкосновения с внешней средой бывает настолько велика, а самые частицы так малы, что когда порошок всыпают в воду, то он скатывается и слипается вместе, образуя пастообразную оболочку вокруг остающихся внутри частиц.

Эта оболочка препятствует и замедляет проникновение воды в сухое молоко и тем самым делает полное растворение более медленным, по крайней мере вначале.

Уошборн (123) указывает на то, что сухое молоко легче растворяется при увеличении размельчения его частиц до крупинок, имеющих в диаметре примерно 75 микронов; кроме того большая измельченность вызывает образование комков и замедляет растворение. Он считает средний диаметр крупинок около 150 микронов, как наиболее желательную степень измельченности.

Затруднение вследствие комкования обыкновенно не имеет места в сухом молоке, изготовленном по пленочному способу, которое по своему характеру является зернистым. В отношении разных видов сухого молока, изготовленного распылительным способом, комковатость в значительной мере может быть избегнута путем регулирования отверстий форсунок и давления, чтобы увеличить размер частиц молока. Чем крупнее распыление, тем менее хлопьевидным и более зернистым бывает сухое молоко.

Сильное давление и мелкие отверстия в форсунках дают чрезвычайно мелкое распыление и хлопьевидный порошок сухого молока. Низкое дав-

ление и более крупные отверстия в форсунках дают меньшее распыление молока и производят продукт, обладающий более зернистой структурой.

Концентрация молока во время распыления также в значительной степени влияет на степень распыления продукта. Чем выше концентрация молока во время распыления, при всех прочих равных условиях, тем меньше будет происходить распыление молока и тем менее хлопьевидный и более зернистый получающийся в результате молочный порошок. Когда молоко распыляется без предварительного его сгущения, образуется более мелкий и более хлопьевидный порошок, чем в молоке, предварительно сгущенном до отношения приблизительно 4 : 1, однако, предполагая, что прочие условия, как-то отверстие форсунок и давление молока,—одинаковы. Можно даже при распылении жидкого, несгущенного молока получить сухое молоко с определенно зернистой структурой, посредством надлежащего регулирования вышепоименованных факторов.

ГЛАВА XXXI

Прочность сухого молока, его полезность для здоровья и места сбыта

Это относится главным образом к влиянию продолжительности хранения на вкус и запах сухого молока. Производство сухого молока, которое сохраняет свой первоначальный вкус и аромат вплоть до потребления, является одной из центральных задач, над разрешением которой промышленность билась с самого своего возникновения. Сухое молоко прежних дней обыкновенно отличалось недостаточной прочностью. Оно быстро утрачивало свой приятный вкус и запах и становилось затхлым, салистым или прогорклым, в каком состоянии являлось непригодным для потребления или для промышленных целей.

Обширные исследования за последнее десятилетие привели к развитию новых и лучших процессов и усовершенствовали способы производства и упаковки. Лучше узнали свойства этого сложного продукта, и эти новые знания помогли избежать таких приемов, которые служили одной из причин недолговечности продукта. Этот процесс повлек за собой определенное улучшение качества сухого молока. Среднее сухое молоко, какое теперь можно достать, неоспоримо лучшего качества, чем оно было несколько лет тому назад. Даже разного рода цельное сухое молоко, которое прежде с течением времени очень быстро портилось, теперь вырабатывается в больших количествах и пользуется значительным успехом.

Однако, несмотря на это улучшение, сухое молоко, содержащее молочный жир, никоим образом не застраховано от порчи с течением времени. Такое молоко все еще подвержено сравнительно быстрым изменениям, которые ухудшают его вкус, и продукт обладает ограниченной устойчивостью и склонен к порче при обыкновенных условиях промышленного хранения и отправки в места сбыта.

Сухой обрат в том виде, как он теперь вырабатывается на заводах, где уделяется должное внимание качеству, бывает сравнительно устойчив и сохраняет свою свежесть в течение многих месяцев, при условии, если он упакован в непроницаемую для воздуха и влаги тару. В нем тоже содержится некоторое количество молочного жира, хотя оно невелико,— обычно немного более одного процента,—и при продолжительном хранении в нем развивается все возрастающий заметный затхлый привкус, как описано ниже.

Влияние бактерий на прочность сухого молока. Бактерии и другие микроорганизмы требуют влаги для своего роста, размножения и выполнения работы по разложению веществ, в которых и которыми они живут. При отсутствии влаги активность бактерий прекращается.

В правильно высушенном молоке в том виде, в каком оно теперь вырабатывается, процент влажности доведен до такой степени, что исключается возможность бактериального разложения. Если такое сухое мо-

локо упаковать и хранить защищенным от сырости, то можно рассчитывать на прочность его на неопределенно долгое время, поскольку его прочность зависит от недеятельности бактерий.

Имеющиеся под руками экспериментальные данные свидетельствуют о том, что такие изменения содержания влаги в сухом молоке, которые еще допускают его как предмет торговли, не оказывают заметного влияния на развитие бактерий.

Однако сухое молоко с повышенным содержанием влаги или вследствие неправильных способов высушивания или продолжительного соприкосновения с влажной средой со временем становится комковатым, плесневеет и можно ожидать в нем развития пороков бактериального происхождения.

Количество бактерий, находящихся в сухом молоке, колеблется в зависимости от системы высушивания, от степени загрязнения между сушильной камерой и упаковкой и от времени хранения продукта. Подсчеты бактерий показывают широкие колебания не только между разными видами сухого молока, приготовленного различными процессами, но также и между партиями, изготовленными одним и тем же процессом.

Работа Суппли и Ашбау (124) указывает на то, что нет зависимости между числом бактерий в первоначальном молоке и получающимся в результате сухом продукте и что в процессе пленочного высушивания при высокой температуре под атмосферным давлением (процесс Джаста) количество бактерий в сухом молоке, в том виде, как оно выходит с сушильных барабанов, бывает невелико, достигая только лишь нескольких сот бактерий на грамм. Аналогичные результаты достигнуты Делепайном (125), который нашел общее количество бактерий в сухом молоке с сушильного барабана равным лишь нескольким сотням, но что повторное загрязнение после высушивания при условиях, в которых проходили его исследования, вызывало увеличение до нескольких тысяч бактерий на грамм. Это не удивительно, так как в данном случае условия обращения с продуктом, как описывает Делепайн, если и давали, то очень слабую защиту от повторного загрязнения.

Даунс (126) изучал количество бактерий в сухом молоке, приготовленном иными процессами, помимо процесса Джаста, и представляет результаты на таблице 61.

Таблица 61

Бактерии в сухом молоке, приготовленном различными процессами

Процесс	Количество образцов	Количество бактерий на грамм сухого продукта		
		Среднее	Максимум	Минимум
Сухое молоко, высушенное пленочным процессом (Кьюник) (один барабан — приготовлено из предварительно сгущенного молока) . .	10	49 500	626 000	16 900
Сухое молоко, приготовленное посредством распыления из предварительно сгущенного молока	10	178 000	595 000	15 600
Сухое молоко, приготовленное посредством распыления из несгущенного молока	9	2 269 000	3 500 000	1 500 000

Количество бактерий, содержащихся в сухом молоке, быстро уменьшается с течением времени. В некоторых случаях это уменьшение продолжается на протяжении периода хранения (12 месяцев). В других

случаях уменьшение идет очень быстро в продолжение первых двух и до четырех месяцев хранения, после чего количество бактерий остается довольно постоянным. Оказывается, что количество бактерий и уменьшение их во время хранения независимо от содержания влаги в сухом продукте. Подсчеты числа бактерий в различные периоды хранения были весьма сходными как в сухом молоке с высоким, так и с низким содержанием влаги, что показано результатами работы Суппли и Агбау (124), которые суммированы на таблице 62.

Таблица 62

Количество бактерий в сухом молоке с высоким и с низким содержанием влаги как в свежем виде, так и после хранения

Серия	Влажность %	Число бактерий на грамм сухого молока						
		Свежее	2 мес.	4 мес.	6 мес.	8 мес.	10 мес.	12 мес.
Среднее всех образцов (43) .	4,91	22,508	7,818	2,487	655	412	354	261
Среднее из образца с наименьшим содержанием влаги в каждой из 9 серий	2,65	8,022	4,172	2,616	622	383	277	262
Среднее из образца с наивысшим содержанием влаги в каждой из 9 серий	7,04	34,533	12,216	1,850	677	366	361	256

Вышеименованные исследователи приходят к выводу, что «присутствие многочисленных бактерий не оказывает сколько-нибудь заметного влияния на прочность сухого молока при той концентрации влажности, которая допускается по стандарту».

Тем не менее Джефкотт, Ханвик и Ратклифф (127) в результате подробного определения количества и характера живых бактерий в готовом продукте дают ценные указания для суждения о чистоте сухого молока и для предотвращения загрязнения в процессе производства. Бактериальный контроль над сухим молоком на многочисленных заводах на протяжении периода многих лет оказал существенную помощь в уменьшении количества бактерий в сухом молоке. До введения такого контроля анализы показывали максимум 4 500 бактерий на 1 $см^3$ и минимум 180 бактерий на $см^3$ на всех заводах. После 3 месяцев контроля в результате усовершенствования оборудования и способов производства с целью устранения источников загрязнения, в среднем максимальное количество бактерий было 1200 на $см^3$ — снижение на 73% и среднее минимальное количество бактерий составляло 16 на $см^3$ — снижение на 9%. Улучшение способов упаковки дало аналогичные результаты и еще больше уменьшило количество бактерий.

Имеющиеся под руками данные относительно типов бактерий, находящихся в сухом молоке, недостаточны. Работа Делепайна (125) указывает на то, что туберкулезный бацилл обезвреживается в процессе пленочного высушивания и что большинство споровых видов переносит нагревание в процессе высушивания, а также что вегетативные формы попадают в сухое молоко вследствие загрязнения между сушильной камерой и упаковкой. Суппли и Ашбау (124) нашли среди микроорганизмов, встречающихся в торговом сухом молоке, большой процент споровых бактерий типов B. mesentericus и B. subtilis. Были также найдены формы кокков, дрожжей и плесеней.

Открытия Делепайна и Суппли и Ашбау относительно эфективности процесса пленочного высушивания в смысле уничтожения зародышей (двойные барабаны Джаста), кроме того, подтверждаются работой Ханвика и Джефкотта (128), которые суммировали свои результаты следующим образом:

«1. Пленочный процесс высушивания молока в состоянии полностью уничтожить неспоровые бактерии.

2. Споры спороносных бактерий не во всех случаях уничтожаются процессом: количество уцелевших микроорганизмов этого типа, повидимому, зависит от степени спорообразования.

3. Пленочный процесс высушивания молока в состоянии либо уничтожать, либо совершенно обезжиривать B. tuberculosis (туберкулезные бациллы) как человеческого, так и коровьего происхождения.

4. Сухое молоко, приготовленное соответствующим образом при помощи пленочного процесса из туберкулезного молока, не в состоянии вызвать туберкулезные заболевания у морских свинок».

Порча сухого молока вследствие химического действия. Пороки вкуса и запаха, которые склонны развиваться с течением времени в сухом молоке, это — затхлость, прогорклость и салистость и в редких случаях— рыбный привкус.

Затхлый вкус и запах. Затхлый вкус и запах являются характерными пороками при хранении сухого молока всех видов. С течением времени они появляются как у сухого обрата, так и у сухого цельного молока. Скорость, с какою они развиваются, в значительной мере зависит от содержания влаги в сухом продукте. Увеличение влаги сухого молока обыкновенно сопровождается более ранним и более быстрым развитием затхлого вкуса и запаха. Это в одинаковой степени относится как к свежеприготовленному сухому молоку с высокой первоначальной влажностью, так и к сухому молоку с влажностью, поглощенной из атмосферы во время хранения после выработки. Кроме того быстрота появления и интенсивность этого порока усиливаются высокой температурой хранения, тогда как при умеренно низких температурах хранения затхлость появляется гораздо медленнее. Однако хранение при очень низкой температуре, как напр. приближающейся к точке замерзания, тоже нежелательно, так как при этих условиях в сухом молоке склонен развиваться неприятный затхлый привкус.

В то время как ощущается недостаток в точных экспериментальных данных, наблюдения указывают на вероятность того, что затхлый вкус и запах являются результатом химических и физических изменений белковых составных частей сухого молока. Эти изменения можно задержать, защитив продукт от воздуха и влаги и от крайних высоких и низких температур хранения. Хранение в непроницаемой для воздуха и влаги таре в большой степени способствует сохранению свежего сладкого вкуса и препятствует раннему появлению затхлого вкуса и запаха.

Прогорклый привкус и запах. Дженсен (129), Ритсэрт (130), Дюкло (131), Ханзикер и Хосман (132), Дэйль и Пальмер (133), Суппли (134) и Хольм и Гринбанк (135) ясно указали, что прогорклость молока является таким пороком вкуса и запаха, который напоминает запах масляной кислоты, и что прогорклость связана с гидролитическим разложением, которое освобождает масляную и другие летучие жирные кислоты. Прогорклость обязана своим происхождением гидролизу, и жир, который подвергается гидролитической порче, собственно и показывает прогорклость.

Причины прогорклости. Хорошо известно, что некоторые виды бактерий и плесеней способны вызывать гидролиз молочного жира, в результате чего получается в высшей степени интенсивный прогорклый привкус и запах, но думают, что в отношении сухого молока прогорклость не может образоваться вследствие бактериального разложения. В предшествующих параграфах этой главы было показано, что низкое содержание влаги в сухом молоке в сущности устраняет фактор бактериальной порчи этого продукта. Бактерии не развиваются и погибают довольно быстро в сухом молоке во время хранения.

Однако, молоко может содержать и в нем обычно содержатся энзимы, расщепляющие жир, как, напр., липазы, которые способны быть и по всей вероятности служат причиной прогорклости, когда она встречается в сухом молоке. Так как энзимы в своей деятельности не зависят от наличия влаги, то высушивание не защищает от них молоко. Поэтому думают, что этот порок вызывается липолитическим действием энзим.

По этой причине вообще считают, что качество свежего молока и его обработка посредством нагревания до и во время производственного процесса оказывают несомненное влияние на развитие прогорклости в сухом молоке.

Флеминг и Нэйр (32) сообщают на основании многолетнего практического опыта, что в молоке с высокой кислотностью, принятом в приемной завода, кислотность продолжает быстро развиваться и что приготовленное из него сухое молоко имеет своеобразный неприятный кислый привкус.

Наблюдения показывают, что прогорклость встречается преимущественно в цельном молоке, приготовленном распылительным способом, и редко встречается в сухом молоке, изготовленном пленочным высушиванием под атмосферным давлением. Причина этого, оказывается, заключается в том, что при пленочном высушивании молоко нагревается до температур, достаточно высоких для полного уничтожения активности энзимов липазы. Последняя утрачивает свою активность при температуре около 76° Ц. При высушивании посредством распыления в большинстве случаев температура молока не превышает от 60° до 70° Ц, поэтому энзим выдерживает процесс.

Дальнейшее подтверждение вышеизложенного найдено исследованиями Дэйля и Пальмера (136), которые, применяя реакцию Шторха к разного рода сухому молоку, неизменно находили, что в сухом молоке, приготовленном высушиванием на барабане под атмосферным давлением, пероксидаза не была активна, между тем как сухое молоко, приготовленное путем высушивания на барабане в вакууме и посредством распыления, сохраняло активность пероксидазы. Энзим пероксидаза теряет свою активность при температуре около 80° Ц. Опять-таки Суппли (134) вводил липолитические энзимы в сухое молоко с низким содержанием влаги, приготовленное по способу Джаста (процесс высушивания на барабане под атмосферным давлением). Через несколько недель эти энзимы вызывали сильную прогорклость. В контрольных образцах прогорклости не было.

Хотя прогорклость не является наиболее преобладающим пороком вкуса и запаха сухого молока и встречается только в сухом продукте, содержащем молочный жир, тем не менее она является серьезным фактором при продаже разного рода цельного сухого молока. Повидимому, устранение опасности этого порока в процессах высушивания путем нагревания молока до температур, достаточных для уничтожения ли-

пазы, неосуществимо, потому что такая обработка имела бы тенденцию к уничтожению полной растворимости, которая является необходимой для сухого молока и которая служит его ценной положительной стороной. Однако опасность прогорклости можно свести до минимума путем эффективного контроля за качеством свежего молока.

Салистый привкус и запах. Это является наиболее распространенным пороком, который развивается с течением времени в разного рода сухом молоке, содержащем молочный жир. Он встречается во всех видах сухого молока, которое приготовлено не из обрата, вне зависимости от процесса производства. Салистое сухое молоко имеет определенный привкус и запах, напоминающий испорченное сало. Это происходит в результате окислительных процессов, связанных с молочным жиром, подобно тому как это бывает с салистым сливочным маслом. В сливочном масле или чистом молочном жире окисление, вызывающее салистый привкус и запах, обыкновенно сопровождается побелением продукта.

Когда салистый молочный жир затвердевает, он имеет белый цвет сала, и если его растопить, то он становится светлым, почти бесцветным жиром (напоминающим растительное масло). Он обладает сильно выраженным салистым запахом, напоминающим старое сало. При очищении паром растопленный жир не расстается со своим сильным салистым запахом, который остается в осадке. Пары не имеют ни малейшего салистого запаха, и это показывает, что салистый запах нельзя устранить паром.

Химические изменения, связанные с этим окислением и развитием салистого привкуса и запаха,—сложного характера. Хотя недавние исследования открыли ряд интересных и ценных фактов и возможностей замедлить появление этого порока, все-таки некоторые стороны этой проблемы остаются еще не совсем хорошо уясненными.

Хольм и Гринбанк (135) приписывают салистый вкус и запах самоокислению жира, в котором катализаторы, как, напр., кислоты, играют значительную роль. Они нашли, что ненасыщенные жирные кислоты (олеиновая) и жирные кислоты с более высоким молекулярным весом являются лучшими катализаторами в реакции, чем насыщенные жирные кислоты и жирные кислоты с более низким молекулярным весом. Образцы жира с самой низкой кислотностью держались лучше, и очистка паром улучшала их прочность. Однако длительная очистка паром понижала прочность, что приписывается гидролизу и освобождению олеиновой кислоты, причем последняя оказывает заметный каталитический эффект.

Эти открытия согласуются с открытиями Суппли (134), который показал уменьшение иодного числа в салистом жире, что указывает на окисление как постоянно действующий фактор. Он допускает возможность действия других сил, которые, может быть, служат вспомогательными факторами, но утверждает, что агенты, которые ускоряют окисление, ускоряют и салистость. Хапзикер и Хосман (132) в более ранней работе с салистым сливочным маслом также нашли уменьшение иодного числа. Но полученные ими результаты, кроме того, показали, что в масле мог развиться сильный салистый привкус и запах и даже цвет его мог побелеть без какого либо заметного отклонения в иодном числе или изменения каких-либо иных относящихся к жиру констант. Другими словами салистость, распознаваемая органами чувств, часто «обгоняет» химические изменения, достаточно значительные для того, чтобы их можно было определить способами обычными для жировых констант. Если реакция окисления, вызывающая салистость, уже началась, то она быстро

прогрессирует, и ее нелегко задержать. Аналогичные наблюдения зарегистрированы Хольмом и Гринбанком (135) в результате их работы с чистым молочным жиром. Эти исследователи нашли, что ни иодным числом, ни иодом, освобожденным из иодистого калия, нельзя пользоваться для абнаружения небольших расхождений в окислении. Они также заметили, «что имеется лишь небольшая разница в салистости слегка окисленного и в высокой степени окисленного молочного жира, если судить чувством обоняния, что поглощение небольших количеств кислорода вызывает салистость, и если самоокисление уже началось, оно продвигается быстро».

Данные Ханзикера и Хосмана (132) наводят на мысль о том, «что салистость не является непосредственным результатом окисления олеиновой кислоты, но скорее вызывается продуктами, образующимися в масле во время поглощения кислорода олеиновой кислотой, как-то соединение гликолиновой кислоты, олеиновой кислоты, причем гликоллиновая кислота получается от окисления глицероля. Эти побочные продукты не образуются, когда олеиновая кислота окисляется отдельно от масла».

Дальше они заявляют:

«При наличии этих фактов кажется логичным определять действие гликолиновой кислоты на вкус и запах молочного жира. Прибавление к молочному жиру свободной гликоллиновой кислоты не сообщало ему салистого привкуса. Но прибавление соединения гликоллиновой кислоты жирных кислот сливочного масла при нагревании с молочным жиром придавало салистый привкус. Это в особенности относится к гликолиновой кислоте, приготовленной с олеиновой кислотой. Этот привкус неизбежно возникал при отсутствии воздуха, и в контрольных образцах, в которые была прибавлена одна олеиновая кислота, не обнаруживалось салистого привкуса. Хотя эти результаты не подтверждаются сколько нибудь заметным возрастанием величины омыления, можно легко видеть, что найденное соединение гликоллиновой кислоты, которое необходимо для образования салистости, может находиться в столь малом количестве, что не вызовет заметного изменения в этой константе жира. Что для образования салистости достаточно чрезвычайно малого количества соединения гликолиновой кислоты, доказывается тем фактом, что добавление 0,25% этого реактива к молочному жиру придавало определенно салистый запах и привкус.

Мы должны прийти к заключению, что порок сливочного масла, который известен под наименованием салистости, является результатом процесса окисления. Если это окисление происходит в одном только молочном жире, то напрашивается мысль, что соединение, которое необходимо связать с жирными кислотами, для того, чтобы сделать масло салистым, получается из свободного глицероля, образуемого некоторым или частичным гидролизом жира. Оказывается, что таким соединением является гликолиновая кислота.

Было доказано, что молочный сахар в нейтральной или в слегка щелочной среде весьма значительно усиливает результаты окисления. Это происходит вследствие того, что одновременно с жиром молочный сахар также в слабой степени подвергается окислению, образуя избыток гликолиновой кислоты, тогда как в чистом жире образование гликолиновой кислоты из небольшого количества одного только глицероля происходит гораздо медленнее.

Интересно также отметить тот факт, что гликолиновая кислота встречается в натуральном виде в жире овечьей шерсти, показывая возмож-

ное близкое отношение между гликолиновой кислотой и салистым запахом».

Хольм и Гринбанк приходят к выводу, что «салистость» получается вследствие окисления олеиновой кислоты (вследствие окисления радикала олеиновой кислоты) с последующим расщеплением и образованием альдегидови кислот, которые обладают салистым запахом.

Влияние воздуха на салистость. Так как салистость вызывается процессом окисления, то отсюда вытекает, что соприкосновение сухого молока с воздухом ускоряет этот порок. Хранение сухого молока, содержащего молочный жир в таре, которая не является непроницаемой для воздуха, очень быстро влечет за собой салистость продукта. Это факт, хорошо известный производственнику, и за последние годы уделяется больше внимания тому, чтобы сделать тару непроницаемой для воздуха, что весьма существенно содействует замедлению порчи и улучшению прочности продукта.

Однако экспериментальное изучение показало, что салистость производится чрезвычайно малыми количествами кислорода и что наличие как растворенного, так и свободного кислорода обычно вызывает этот порок. Трудность полного предотвращения салистости вследствие окислительного действия воздуха усиливается благодаря физическим свойствам сухого молока. Его чрезвычайно измельченное состояние представляет большую поверхность, которая соприкасается с воздухом, и, как показано Пальмером и Дэйлем (137) в отношении сухого молока, приготовленного посредством распыления, каждое отдельное «зернышко» содержит у себя в средине воздушную клетку. Следовательно, в такого рода сухом молоке жир соприкасается с воздухом как внутри, так и снаружи зернышка. Они находят, что эти наполненные воздухом зернышки бывают крупнее в разного рода сухом молоке, приготовленном посредством распыления с помощью центробежной силы, чем посредством распыления под давлением, тогда как в зернышках сухого молока, изготовленного посредством высушивания на барабане, таких наполненных воздухом клеток невозможно различить. Эти исследователи склонны приписать обычно наблюдающуюся большую тенденцию разного рода сухого молока, приготовленного посредством распыления, становиться салистым по сравнению с разного рода сухим молоком, приготовленным посредством высушивания на барабане, — наличию этой наполненной воздухом клетки. На таком же точно основании они утверждают, что пониженная прочность разных видов сухого молока, приготовленного посредством распыления при помощи центробежной силы (процесс Дикка), по сравнению с сухим молоком, изготовленным посредством распыления под давлением, может быть вследствие большей наполненной воздухом клетки в первом; однако они допускают, что большая измельченность жировых шариков в сухом молоке, приготовленном посредством распыления под давлением, вследствие гомогенизующего действия может частично или полностью свести на-нет преимущества меньшего размера клетки, наполненной воздухом. Оказывается, что в данное время неизвестны способы для уничтожения или устранения наполненной воздухом клетки в сухом молоке, приготовленном посредством распыления, за возможным исключением разве резкой механической обработки или нагревания (в продолжение нескольких часов до 100° Ц), что в другом отношении подвергло бы серьезному риску качество и товарные свойства продукта. Каким способом образуется наполненная воздухом клетка,

не совсем хорошо еще понятно, но думают, что это происходит вследствие большой быстроты, с которой высушивается тонкий слой молока в обширном воздушном пространстве.

Хольм и Гринбанк (135) нашли, что хранение сухого молока в атмосфере газов, как, напр., углекислоты не только не ускоряет появление порока салистости в течение процесса хранения, но вытеснение воздуха замедляло и даже вполне предотвращало окисление. Это ясно указывает на то, что растворенный кислород — такой, какой напр., находится в углекислом газе — имеет одинаково важное значение при образовании салистости, как и свободный кислород. Кроме того, результаты их работы показали, что даже хранение в вакууме не предотвращает с течением времени появление порока салистости. Тем не менее они придерживаются такого мнения, что хранение в вакууме сухого молока, которое содержит очень немного жирной кислоты, возможно без опасности образования салистости. Аналогичные результаты с инертным газом и с вакуумом были получены Суппли (134), который приходит к выводу, что полнота удаления кислорода такими способами ненадежна и что для прочности на продолжительное время требуется полное отсутствие кислорода.

Влияние света на салистость. Известно, что свет ускоряет связанные с окислением изменения. Лучи света усиливают окисляющее действие воздуха. Чистый молочный жир и продукты, его содержащие, как, напр., сливочное масло и цельное сухое молоко, чувствительны по отношению к свету и легко становятся салистыми, если они выставлены на свет на продолжительное время. В производстве и хранении сухого молока эта опасность несущественна, так как в обычных условиях сухое молоко не подвергается длительному действию света, но устранение даже временного действия света, как, напр., на барабаны, работающие под атмосферным давлением, и наблюдательные стекла в сушильных камерах, может способствовать повышению прочности. Полная защита против света обеспечивается во время хранения, когда сухое молоко закупорено в обычную упаковку, непроницаемую для света.

Если законченный продукт приходится держать на заводе в течение нескольких часов незапакованным, его необходимо хранить в закрытой таре. Неполные бочки или другую тару на заводе или на предприятии, которое пользуется сухим молоком, необходимо держать плотно прикрытой, иначе может развиться салистый привкус и сухое молоко сделается негодным для употребления.

Влияние тепла на салистость. Температура хранения является важным фактором в развитии салистого привкуса и запаха сухого молока, в котором содержится молочный жир. Нагревание усиливает и ускоряет большинство химических реакций. Оно ускоряет окисление и ускоряет появление салистости. При температурах несколько выше точки замерзания сухое молоко при прочих нормальных условиях будет сохраняться свежим в течение продолжительного периода времени, тогда как при комнатной или еще более высокой температуре в том же самом сухом молоке салистость может появиться через несколько месяцев. Интенсивность этого порока быстро возрастает при более высоких температурах.

Дэйль и Пальмер (133) изучали прочность разных видов сухого молока в разнородной упаковке при 4° Ц, при 20° Ц и при 37° Ц соответственно, исследуя образцы через трехмесячные промежутки. Все образцы, хранившиеся при 37° Ц, были очень салистыми и обесцвеченными при первом осмотре (через 3 месяца). У большинства образцов, хранившихся при 20° Ц, через 9 месяцев обнаружилась незначительная салистость,

которая стала несколько более заметной через 12 месяцев. И из хранившихся при 4° Ц только лишь в одном образце развилась салистость по истечении 9 месяцев, тогда как через 12 месяцев ни в одном из них не оказалось этого порока, хотя в большинстве из них по истечении этого срока был обнаружен затхлый привкус. В дальнейших опытах эти исследователи обратили внимание на большую разницу в том влиянии, какое оказывала температура на сухое молоко, содержащееся в непроницаемой для воздуха таре по сравнению с проницаемой. Вредное влияние высокой температуры было не так заметным в непроницаемых для воздуха образцах, как в прочих. В результате этих опытов они пришли к выводу, что не было большой разницы в скорости, с которой развивалась салистость, между 4° Ц и 20° Ц, но что при 37° Ц порча происходила быстрее.

Вышеизложенные выводы в общем согласуются с результатами, полученными Суппли (134), но этот исследователь сообщает о заметной разнице, которая получалась между результатами при точке замерзания и при обыкновенной температуре. Он нашел, что при 0° Ц появление салистости в частично снятом молоке задерживалось в продолжение свыше 18 месяцев, при 10° Ц обнаруживались признаки салистости через 12—13 месяцев и в пределах от 10° Ц до 25° Ц салистость появлялась через 5 — 6 месяцев. Суппли также сообщает, что при более высоких температурах интенсивность порока салистости быстро возрастала и что возможно задержать темпы ее развития понижением температуры.

Эти результаты убедительно показывают, что опасность развития салистости при обыкновенных температурах или выше обыкновенных очень велика, что этот порок можно в значительной степени задержать и его интенсивность свести до минимума, если хранить сухое молоко, содержащее молочный жир, на холоде.

По аналогичным причинам можно полагать, что продолжительное нагревание продукта в процессе высушивания способствует появлению порока салистости. Если оставить партию сухого молока, приготовленного в продолжение дня посредством распыления, лежать в горячей сушильной камере, что и случается на некоторых заводах, то этим создаются благоприятные условия для окисления, которое ведет к раннему проявлению салистости при последующем хранении. В более усовершенствованных установках и процессах высушивания посредством распыления оседающее на дно сушильной камеры сухое молоко удаляется непрерывно и по мере высушивания молока. Эта предосторожность может служить причиной, по крайней мере отчасти, некоторого улучшения прочности сухого порошка, приготовляемого теперь посредством распыления.

Влияние влаги на салистость. Вопреки общему мнению, салистый привкус и запах развиваются быстрее в сухом молоке с низким содержанием влаги, чем с высоким. Оказывается, что с точки зрения их отношения к влажности реакции, которые ведут к появлению салистости, протекают несколько иначе по сравнению с теми, которые имеют отношение к другим видам порчи сухого молока. Таким образом, как показано в начале этой главы, высокое количество влаги, находящееся ли с самого начала, или поглощенное из влажного воздуха, в значительной степени ускоряет развитие и интенсивность порока затхлости в разных видах сухого молока. Точно так же большое количество влаги уничтожает растворимость продукта. Однако реакции, которые влекут за собой эти

пороки, связаны с изменениями белковых составных частей сухого молока, тогда как салистость имеет отношение к порче жира.

Суппли (134) и Суппли и Беллис (120) заметили, что типичная салистость чаще появляется в разного рода сухом молоке с низким содержанием влаги. Но химическое изучение экстрагированного жира не обнаружило разницы между характерными особенностями жира, извлеченного из продуктов с высокой и низкой влажностью. Подобные же наблюдения зарегистрированы Хольмом и Гринбанком (135), которые нашли, что как в сухом молоке, так и в чистом молочном жире салистость развивается быстрее при наличии низкой, нежели высокой влажности, но что реакция Крейса указывает на одинаковый прогресс окисления. Они дают 1,88% для сухого молока, приготовленного посредством распыления, и приблизительно 3% для сухого продукта, приготовленного высушиванием на барабане, как оптимальное содержание влаги для предотвращения салистости, т. е. постольку, поскольку этот порок можно регулировать посредством изменения влажности. Кроме того, они сообщают, что при наличии свыше 4% влажности развиваются рыбный привкус и запах.

Хольм и Гринбанк приходят к заключению, что увеличение содержания влаги мешает образованию тех промежуточных продуктов (альдегидов и т. п.), которые способствуют усилению салистого запаха, но что количество влаги не вполне является регулирующим фактором. Суппли дает понять, «что в разных видах сухого молока с высоким содержанием влаги салистое состояние может быть до такой степени замаскированным, что оно становится почти неузнаваемым». С другой стороны, Дэйль и Пальмер (133) сообщают, что возрастание количества влаги в разного рода сухом молоке, приготовленном как посредством распыления, так и на барабане, «весьма способствовало возникновению салистости». Однако их способ увеличения содержания влаги указывает на то, что порча могла произойти в значительной степени вследствие окисляющего действия влажного воздуха, которому они подвергали сухое молоко. Они выставляли образцы при комнатной температуре на несколько часов на воздух, почти насыщенный влагой, и увеличивали содержание влаги в сухом молоке приблизительно от 2,5% до 4,5%.

Из вышеизложенного следует, что имеющиеся знания об отношении содержания влаги к реакциям, которые ведут к салистости в разных видах сухого молока, пока еще весьма неполны.

Однако ясно, что разного рода сухое молоко с ненормально низким содержанием влаги, менее 2%, более подвержено развитию салистого порока, нежели сухое молоко, влажность которого приближается к нормальной (от 2 до 4%).

Влияние процента жира на салистость. Так как салистость является пороком, получающимся в результате окисления молочного жира, то разного рода сухой обрат, который обыкновенно содержит небольшое количество молочного жира (от 1 до 1,5%), подвержен этому пороку далеко не в такой степени, как цельное сухое молоко разных видов. Отсюда следует сделать вывод, что чем выше в сухом молоке процент жира, тем сильнее опасность и тем быстрее развивается салистость.

Экспериментальные результаты, полученные различными авторами по данному вопросу, расходятся. Так, напр., Суппли (134) сообщает, что увеличение жира в сухом цельном молоке улучшает прочность продукта. Результаты Суппли суммированы в таблице 63.

Таблица 63

Влияние содержания жира на продолжительность хранения сухого молока при комнатной температуре до появления порока салистости

Вид молока	Процент жира в сухом продукте	Время, требующееся для того, чтобы довести сухой продукт до состояния салистости
Приблизит. на $^3/_4$ снятое	5%— 6%	Почти всегда бывает салистым после 3—4 мес.
На $^1/_2$ снятое	12%—13%	Редко ранее 5—6 месяцев, чаще после 7—8 мес.
Цельное молоко	26%—27%	Сохранялось удовлетворительно в течение 12—13 мес.
Жидкие сливки	50%—55%	Сохранялось удовлетворительно в течение 15—18 мес.

Суппли сопровождает вышеприведенные результаты нижеследующим заявлением; «Если допустить точность заключения, что любой фактор, который усиливает окисление, ускоряет развитие этого порока, то логично предположить, что чем больше поверхность соприкосновения с воздухом по отношению к единице веса жира, тем скорее сказываются результаты окисления».

Это заявление указывает, что в известных пределах содержания жира в разного рода сухом молоке поверхность, подвергающаяся действию воздуха на единицу количества жира по весу бывает больше у разного рода сухого молока с низким содержанием жира, чем у сухого молока с высоким содержанием жира. Поэтому факторы, которые усиливают окисление и служат причиной образования тех промежуточных продуктов, которые необходимы для соединения с жирными кислотами для того, чтобы вызвать салистость, способны быстрее доводить реакцию до заметной салистости в сухом молоке с низким содержанием жира, чем с высоким.

Более поздняя работа, о которой сообщено Хольмом, Гринбанком и Дейшером (149), дает результаты, прямо противоречащие открытиям Суппли. Результаты работы Хольма и сотрудников «указывают на то, что наблюдается заметное понижение прочности с увеличением содержания жира, в особенности в более высоких пределах». К несчастью, в их сообщении не содержится сведенных в таблицы цифровых данных, которые бы облегчили непосредственное сравнение с результатами работы Суппли.

В виду этих противоречивых данных и отсутствия исчерпывающего объяснения этого обстоятельства неизбежно такое заключение, что знания о влиянии содержания жира в сухом молоке на прочность последнего недостаточны и что необходимы дальнейшие исследования для выявления истинного положения вещей. Однако известно, что салистость является продуктом изменений молочного жира при его окислении, и факт, заключающийся в том, что в сухом обрате, в котором содержится небольшое количество жира, салистость обыкновенно не развивается, тогда как в цельном сухом молоке этот порок при благоприятных для таких изменений условиях легко развивается,— служит несомненным доказательством того, что в пределах довольно широких колебаний повышение содержания жира определенно понижает прочность и ускоряет проявление салистого вкуса и запаха в сухом молоке.

Влияние кислотности жира на салистость. О том, что наличие жирных кислот ускоряет окисление молочного жира и сухого молока, уже было сказано ранее под заголовком «Салистый привкус и запах».

Было доказано, что кислота при окислительных реакциях действует в качестве катализатора. Хольм и Гринбанк (135) показали, что незначительные изменения в кислотности жира, а также различные жирные кислоты оказывают заметное влияние на восприимчивость или сопротивляемость жиров по отношению к окислению. Эти открытия в дальнейшем подтвердились данными последующих анализов с промыванием и очищением жиров при помощи пара. Эти результаты показали, что промывание улучшает прочность жира по сравнению с неподвергнувшимися такой обработке образцами, а очищение паром еще более эффективно в смысле замедления процесса окисления. Чтобы еще более подтвердить важное значение влияния присутствия жирных кислот на окисление, были произведены опыты при наличии солнечного света. Это было сделано после того, как экспериментально установили тот факт, что солнечный свет значительно ускоряет реакцию окисления и появление порока салистости. Было взято по одному образцу промытого жира, очищенного паром жира и контрольный образец (не подвергшийся никакой обработке), Эти образцы закупорили в безвоздушном пространстве и выставили на яркий солнечный свет. Контрольный или не подвергшийся никакой обработке образец побелел через 7—10 дней, между тем как в промытых и очищенных паром образцах не обнаружилось никаких изменений по прошествии двух месяцев. Эти результаты имеют важное значение. Они указывают на то, как говорят Хольм и Гринбанк, «что кислотность, может быть, играет бо́льшую роль при окислении жира, чем всякий другой взятый порознь фактор». В таком случае качество свежего молока также обычно служит фактором, способствующим определению восприимчивости сухого молока к окислению и к развитию салистости.

Точно также процесс высушивания может стать фактором, обусловливающим окисление законченного продукта, по крайней мере частично, через его способность в большей или меньшей степени устранять кислоты из высыхающего молока. Процессы, в которых молоко приходит в прямое и непосредственное соприкосновение с высокой температурой нагревающей среды или поверхности нагрева, как это бывает в процессах высушивания на барабанах или в пленочном, в особенности под атмосферным давлением, могут быть более эффективными в отношении удаления кислот чем процессы высушивания методом распыления, в которых молоко не приходит в непосредственное соприкосновение с нагреваемыми паром металлическими поверхностями, и в которых выпаривание происходит почти мгновенно, так что молоко фактически охлаждается, находясь еще во влажном состоянии. Обычно допускают, что молоко, приготовленное при помощи пленочного высушивания, бывает несколько более устойчивым по отношению к окислительным изменениям, нежели молоко, высушенное посредством распыления. Такое убеждение подтверждается как производственным опытом, так и результатами лабораторных анализов. Объяснение этой разницы в пользу сухого молока, приготовленного при помощи пленочного процесса, нужно искать в большей способности молока при этом процессе освобождаться от кислот.

Влияние металлических катализаторов на салистость. Некоторые металлы и их соли и окиси вследствие их действия в качестве окислителей и катализаторов способны ускорять окисление и развитие порока салистости вкуса в молочных продуктах, содержащих молочный жир.

В особенности медь и ее соли и соли сплавов, в которых содержится медь, как, напр., новое серебро (мельхиор) и т. п., активны в этом отношении. Железо также является катализатором, но оно менее активно, и его соли оказывают лишь небольшое влияние. Оказывается, что олово и никель не имеют заметного влияния.

Роджерс, Берг, Поттэиджер и Дэвис (138) нашли, что соли меди оказывают каталитическое действие на скорость порчи масла. Ханзикер и Хосман (132) показали, что железо и медь, их лактаты и гидраты и гидраты нового серебра (мельхиора) и латуни (желтой меди) при соприкосновении с маслом развивают в нем неприятный салистый привкус и побеление.

Суппли (134) заявляет, что медь ввиде органических солей, введенная в сухое молоко или в молоко до высушивания, вызывает раннее проявление салистости. Он нашел, что когда такие соли проникали в жидкое молоко из расчета от 10 до 15 частей меди на один миллион частей сухого вещества молока, то неизбежно развивалась салистость в течение 50 дней при компатной температуре. При введении от 100 до 200 частей меди на один миллион частей сухого вещества молока обнаруживалась салистость через более короткое время.

Райс и Мисколл (139) убедительно доказали, что наличие воздуха и кислорода в весьма значительной степени увеличивает количество растворяющейся в молоке меди и что медь, разъеденная окисью, отдает молоку гораздо больше металла, чем медь с блестящей полированной поверхностью. По сообщению Суппли (134), найдено, что молоко, выдерживаемое или нагреваемое в контакте с металлической медью, поглощает металл в количествах, колеблющихся от одной части и даже до 7,4 частей на миллион. Он заметил, что сухое молоко, изготовленное из цельного молока, которое уже поглотило различные количества меди в пределах этих крайних цифр, обладает соответственно этому различной способностью прочности. Данные, приводимые в таблице 64, взятые из работы Суппли, показывают влияние различных количеств поглощенной молоком меди на скорость, с которой в сухом молоке проявляется салистость.

Таблица 64

Прочность цельного сухого молока, содержащего различные количества меди, по сравнению с молоком, в котором меди не содержится

Сухой продукт, приготовленный из молока, содержащего различные количества меди		Сухой продукт из молока, не содержащего меди
Частей меди на миллион частей сухих веществ молока	Период, в течение которого образуется салистость	Период, в течение которого образуется салистость
0,7 до 1 частей	От 9 до 10 мес.	12 мес.
3 до 7 »	» 5 » 7 »	свыше 12 »

Опыты с металлическим железом и солями железа показали, что их влияние на прочность сухого молока идет в том же направлении, как и в отношении меди и солей меди, но их действие менее выражено. Это уравновешивалось, по крайней мере частично, тем обстоятельством, что железо поглощалось молоком в гораздо бо́льших количествах, чем медь.

Из вышеприведенных данных следует, что металлическое загрязнение сухого молока, в частности загрязнение медью, может ускорить окисление и появление салистости. Поэтому, если медная посуда не вылужена

тщательно и целиком, то ее можно рассматривать как серьезную угрозу устойчивости цельного сгущенного молока против окисления.

Высокие подогреватели, через которые быстро проходит молоко и с металлическими поверхностями которых оно соприкасается только лишь на очень короткое время, является в этом отношении фактором, которым можно пренебречь. Даже если эти поверхности сделаны из нелуженой меди, опасность порчи продукта бывает весьма ничтожной при условии, если только медная поверхность содержится светлой и свободной от зелени.

Но иначе обстоит дело с посудой, в которой молоко выдерживают в продолжение многих часов, или в которой его перед высушиванием предварительно сгущают. Здесь время и условия, при которых происходит соприкосновение, достаточны для того, чтобы вызвать химическое действие кислоты, минеральных солей и молочного сахара молока на медную поверхность посуды. Если баки для хранения из меди, то их необходимо основательно вылудить или же вместо них можно пользоваться баками, выложенными внутри стеклом.

Медный вакуум-аппарат представляет другую угрозу — прочности продукта. В особенности проявляется склонность к образованию солей меди на внутренней поверхности колпака, на которую летят брызги кипящего молока. Ежедневно после работы колпак, так же как и все прочие внутренние части вакуум-аппарата, необходимо самым тщательным образом прочищать, дабы не допустить ни малейшего скопления солей меди, которые в противном случае попали бы в следующую партию и в приготовленное из нее сухое молоко.

В особенности в производстве цельного сухого молока бывает велика склонность к порче законченного продукта вследствие действия меди вакуум-аппарата на молочный жир. Для того, чтобы уменьшить эту опасность до минимума, рекомендуется пропускать цельное молоко через сепаратор, сгущать только один обрат и добавлять сливки после сгущения.

Прочищенные железные трубы предпочтительнее так называемых санитарных труб, если только внутренняя поверхность последних не вылужена как следует и недостаточно прочна.

Трудно сказать, до какой степени латунные форсунки подвергают риску прочность сухого молока. Но хорошо известно, что они в значительной мере изнашиваются в результате распыления, и это означает, что распыленные брызги уносят с собою частицы латуни, которые позднее входят в состав законченного продукта.

Металлические барабаны, которыми пользуются в пленочном процессе высушивания, обычно делаются из другого металла, помимо меди. Многие из них сделаны из хорошо отполированной стали, а некоторые бывают покрыты никелем. Следовательно, оборудование для высушивания, которое применяется в этом процессе, не подвергает продукт действию солей меди.

Влияние предварительного сгущения на салистость. Недавняя работа Хольма, Гринбанка и Дейшера (149) указывает на то, что сухое молоко, изготовленное из предварительно сгущенного молока, обладает лучшей способностью сохраняться, чем сухой продукт, приготовленный из несгущенного молока. Эти открытия подтверждаются тем, что содержание кислоты в жире понижает его устойчивость по отношению к окислению, о чем говорилось в разделе: «Влияние кислотности жиров на салистость». Кроме того, было показано, что удаление кислоты из жира посредством

промывания или очищения паром улучшает его способность сохраняться и что, следовательно, можно ожидать, что обработка молока при высокой температуре, которая склонна удалять кислоты, будет замедлять изменения, связанные с окислением, которые приводят к салистости. Следовательно, улучшение прочности сухого молока, выработанного из предварительно сгущенного молока, может найти себе объяснение в обработке, связанной с удалением кислоты при высокой температуре, которой подвергается молоко во время процесса предварительного сгущения.

Влияние гомогенизации на салистость. Оказывается, что гомогенизация определенно улучшает прочность сухого молока. Это доказано результатами работ Хольма, Гринбанка и Дейшера (149), которые измерили сопротивляемость по отношению к окислению непосредственно, исходя из свойств жира в сухом молоке противостоять поглощению кислорода.

Эти открытия противоречат представлению о том, что с увеличением поверхности, вызванным уменьшением размера жировых шариков в результате гомогенизации, способность к окислению жира повышается. Хольм и его сотрудники не пытаются объяснить причины, лежащие в основе их открытий, и считают еще неустановленным факт физического или физико-химического защитного действия против окисления в результате гомогенизации.

Возможно себе представить, хотя это экспериментально не доказано, что большая поверхность жировых шариков и нарушенное состояние гидратного коллоидного вещества, адсорбированного к поверхностям первоначальных жировых шариков, вследствие гомогенизации, способствуют освобождению кислот из жира во время обработки при высокой температуре, которой молоко подвергается предварительно перед процессом высушивания. В этом случае стабилизующее влияние гомогенизации на сухое молоко было бы косвенным. Оно замедлило бы порчу посредством уменьшения количества находящихся кислот, которые стимулируют окисление.

Влияние тары на прочность сухого молока. Чем ближе к герметической упаковка, при всех равных условиях, тем дольше сохраняется хорошее качество сухого молока. Для оптимальной прочности требуется непроницаемая для воздуха, для влаги и для насекомых упаковка. Эти требования необходимы как для сухого обрата, так и для сухого молока, содержащего жир.

Упаковка должна быть непроницаемой для воздуха, чтобы оградить продукт от ускоренного окисления жира в результате соприкосновения его с внешним воздухом, что ускоряет развитие салистого привкуса и запаха. Непроницаемость для воздуха необходима также для того, чтобы защитить сухое молоко от влажного воздуха, который ухудшает его растворимость, вызывает комкование и затвердевание, потемнение и развитие затхлого привкуса.

Тара должна быть непроницаемой для влаги вследствие вредного влияния последней на белковые составные части сухого молока. Сухое молоко в высшей степени гигроскопично. Оно легко поглощает влагу из воздуха. Согласно Суппли (134) содержание влаги в разного рода сухом обрате, сохраняемом в атмосфере с различной степенью влажности, таково:

Относительная влажность воздуха	Процент влаги в сухом молоке
От 20 до 30%	От 3,5 до 4,5%
» 50 » 60%	» 6,0 » 7,0%
» 70 » 80%	» 9,0 » 12,0%

При соприкосновении с сырым воздухом белки, в особенности казеин, разбухают, затвердевают и их растворимость быстро уничтожается. Одновременно с этой порчей сухое молоко теряет свой свежий вкус, в нем развивается нежелательный затхлый привкус и оно обесцвечивается.

Упаковка должна быть непроницаемой для насекомых, так как сухое молоко привлекает и при некоторых условиях легко становится загрязненным всевозможными насекомыми, как, напр., муравьями, личинками долгоносика и т. п. В то время как такое загрязнение может случиться на заводе, оно в особенности склонно иметь место в случае, если молоко отгружается или сохраняется под тропиками.

Оптовой упаковкой, относительно которой найдено, что она предоставляет сухому продукту максимальную защиту при перевозке и хранении во всяком климате, служат пропарафинированные непроницаемые для воздуха и влаги бочки или герметически закупоренные жестяные банки. Некоторые виды упаковки для розничной торговли состоят из картонных коробок, другие из особого состава бумаги, а иные еще являются жестяными коробками с плотно пригнанными крышками, простыми или покрытыми лаком, и наконец существуют жестяные банки наподобие тех, которыми пользуются для сгущенного молока. Они обыкновенно снабжаются дополнительной свободной крышкой для пользования после того, как герметическая упаковка будет сорвана.

Результаты опытов Дэйля и Пальмера (133) показывают, что в простых картонных коробках сухое молоко сохраняется очень плохо, а в бумаге из состава «Sealright» — несколько лучше; жестяные же банки типа «Doubletite» с плотно пригнанными крышками оказались гораздо лучше нежестяной посуды. Покрытые лаком жестянки не улучшали прочности сухого молока, фактически оно сохранялось лучше в простых непокрытых лаком жестянках.

Влияние добавления сахарозы на прочность. Наличие сахарозы в сухом молоке повышает его способность сопротивляться реакциям, которые вызывают порчу. Сахароза улучшает прочность сухого молока. Сухое молоко, приготовленное при помощи пленочного процесса высушивания (в вакууме) и содержащее 13,70% жира и 14,24% сахарозы, не проявляло ни малейшей салистости, когда оно сохранялось автором в жестяной банке в продолжение трех лет, причем фабричная упаковка была нарушена. Молоко содержалось при комнатной температуре.

Точно также это молоко было совершенно лишено характерного затхлого привкуса, свойственного старому сухому молоку. Оно не слипалось в комки и не затвердевало и его цвет оставался нормальным. Зерно этого сухого молока было очень грубым, приблизительно такой же толщины, как рафинированный тростниковый сахар. Его физическая устойчивость при продолжительном соприкосновении с воздухом различной влажности указывала на то, что оно было гораздо менее гигроскопично, чем сухое молоко, не содержащее сахарозы.

Отсутствие в нем салистости наводит на мысль о том, что жировые шарики были покрыты пленкой сахарозы, которая защищает жир от окисляющего действия воздуха и других агентов, которые причиняют или ускоряют окисление, ведущее к салистому состоянию. Отсутствие в нем затхлости указывает на то, что казеин был вероятно точно так же защищен сахаром.

Полезность сухого молока для здоровья

Витамины в разных видах сухого молока. При попытках установить свойства витаминов в разного рода сухом молоке проделана значительная экспериментальная работа, но результаты недостаточно точны и не вполне допускают возможность сравнения, чтобы можно было сделать определенные выводы. Внимательное изучение имеющихся под руками данных обнаруживает, что такое положение существует главным образом вследствие неполноты в сообщениях важных подробностей, относящихся к происхождению разных видов подвергнутого исследованию сухого молока. Ощущается заметный недостаток в таких сведениях, как, напр., содержание витаминов в свежем молоке до высушивания, состав, время хранения, род упаковки и условия хранения разного рода сухого молока, над которым производились опыты, и применяемый процесс производства. Эти недостатки привели к путанице и ложным представлениям, в особенности при попытках экспериментально сравнить активность витаминов в разных видах сухого молока, изготовленного посредством пленочного высушивания, с таковыми в продукте, высушенном посредством распыления.

Главная масса имющихся теперь под руками опытных данных показывает, что сухое молоко, выработанное при помощи любого из современных усовершенствованных процессов и защищенное после высушивания от действия воздуха, высокой температуры и сырости и свободное от таких металлических окислителей и катализаторов, как, напр., медь или соли меди, сохраняет силу витаминов А и В, но лишено, по крайней мере частично, активности витамина С (противоцынготный витамин). Продолжительное действие воздуха и высокой температуры на то и другое вместе имеет тенденцию понизить силу витамина А и уничтожить витамин С. Это относится к сухому молоку, изготовленному при помощи высушивания посредством распыления или при помощи пленочного процесса.

Мендель (140) так говорит: «Это (ссылаясь на тот факт, что противоцынготная способность молока может быть уничтожена высокой температурой) повидимому также послужило основанием для многих неправильных или нелогичных заявлений, которые сводятся к тому, что все витамины легко уничтожаются высокой температурой, даже при обычной заводской практике». «Давно пора, чтобы некоторые из этих не вполне надежных обобщений были исправлены, так как это факт, что в настоящее время молоко высушивается при помощи более чем одного процесса без серьезного ущерба для силы любого из трех хорошо известных витаминов, на которые сделана ссылка (имея в виду витамины А, В и С)».

Другой многозначительный факт, который может хорошо объяснить противоречивые результаты, полученные во время опытов, проделанных в различных местностях и в разное время года, заключается в том, что витамины не вырабатываются животным заново, а извлекаются из корма, который оно поедает. Результатами многочисленных опытов показано, что коровы, которых кормят зимой бедным по содержанию витаминов сухим кормом, тоже дают молоко, бедное витаминами, тогда как зеленые корма, как, напр., сочные пастбищные травы, богатые витаминами, производят молоко с высоким содержанием витаминов.

Это было доказано Мак-Коллумом, Симмондсом и Питцем (141), Друммондом, Каувордом и Вотсоном (142), Кеннеди и Дутчером (143)

и Гольдингом, Зильвой, Друммондом и Каувордом (144), Гольдинг (145) сообщает, что «результаты показывают, что зимнее кормление, как оно практикуется в некоторых частях Англии, может уменьшить ценность молока, как источника витамина роста А, до одной десятой его летней ценности, но что ее (ценность) можно восстановить посредством скармливания богатого витамином А вещества, как напр., рыбьего жира».

Эти факты подчеркивают, что сравнительные результаты опытов, поставленных с целью определить силу витаминов в разного рода сухом молоке, приготовленном при помощи различных процессов, могут быть надежными и ценными только в том случае, если разные образцы сухого молока, которыми пользовались, приготовлены из частей того же самого жидкого молока, или их жидкого молока с известной силой витаминов, и при условии, что разные образцы сухого молока, употребляющиеся в опытах, выдерживаются при одинаковых условиях хранения со времени окончания высушивания. При отсутствии знаний об этих факторах и возможности их регулировать такие сравнительные результаты имеют небольшую, если вообще имеют какую-либо, ценность и могут вводить в заблуждение.

Имеющиеся под руками результаты опытов касательно сравнительной ценности витаминов в разного рода сухом молоке, приготовленном различными процессами, не сопровождаются вышеуказанными данными, поэтому настоящее обсуждение силы витаминов в разных сортах сухого молока приходится ограничить рассмотрением сухого молока вообще. Как сказано ранее, одобренные процессы, применяемые при высушивании молока, не подвергают его действию высоких температур или в продолжение достаточного промежутка времени для того, чтобы существенно повлиять на силу его витаминов, за исключением того, что уменьшается количество витамина С. Поэтому рекомендуется в случае кормления грудных детей там, где диэта ограничивается одним молоком, регулярно добавлять к сухому молоку во время комления небольшие количества апельсинного сока или тому подобного легко переваримого питательного вещества, богатого витамином С.

Что сухое молоко служит удовлетворительной заменой жидкого молока при кормлении грудных детей и детей вообще, показано многочисленными опытами.

Мак-Коллум, Парсонс и Кальмбах (146), в ряде опытов с 84 детьми, часть которых была туберкулезными и большинство страдало от недоедания, нашли, что сухое молоко (приготовленное посредством распыления) оказалось эфективным дополнением к диэте, выбранной из злаков, клубней, сочных корнеплодов и разных сортов мяса, каковая диэта без молока оказалась неудовлетворительной для физического развития и поведения (в смысле их реагирования на методику опыта) детей, принимавших участие в качестве объектов опыта.

Блакхам (147) сообщает, что на съезде Королевского санитарного института в Бирмингаме в 1920 г. выступавшие ораторы единогласно заявляли, что они никогда не видели случая рахита или цынги у ребенка, вскармливаемого на сухом молоке. Большинство этих ораторов были медицинскими чиновниками отделов здравоохранения крупных городов; поэтому автор считает, что их свидетельство следует считать убедительным.

Переваримость сухого молока. Переваримость сухого молока найдена весьма высокой и по этой причине, так же как и вследствие одно-

родности его состава и относительной свободы от сильного бактериального загрязнения, представители медицинского мира смотрят на сухое молоко как на весьма удовлетворительную замену свежего молока там, где не представляется возможным достать свежего молока хорошего качества. Д-р Блакхам (147) из Лондона, Англия, который на протяжении свыше пятнадцатилетнего периода стоял во главе государственных лабораторий в Индии, пишет следующее: «Что касается переваримости, то не может быть двух мнений относительно достоинства сухого молока в этом направлении». Гудхарт и Хилль говорят: «Главная ценность сухого молока заключается в плотности и мягкости образуемого им белка, который гораздо лучше переварим, чем таковой в свежем молоке, так что некоторые грудные дети, которые не могут переваривать свежего молока, или даже пептонизированного молока, обычно хорошо развиваются на сухом молоке».

«При расстройствах пищеварения сухое молоко в широких пределах прописывается передовыми британскими врачами, и многие французские и бельгийские врачи смотрят на него как на пищу, которую следует предпочесть при таких обстоятельствах.

Во время дискуссии по поводу доклада автора о сухом молоке на Бирмингамском съезде Королевского санитарного института подчеркивалась ценность этого продукта для диэты при брюшном тифе и во время других специфических видов лихорадки, и, имея значительный опыт в применении сухого молока в разных частях света, автор, без колебания заявлял, что оно гораздо лучше обыкновенного молока во время этого рода болезни, и представители медицинского мира, которые пользовались им по указаниям автора в Ирландии, где брюшной тиф довольно обычное явление, были очень довольны результатами.

Существует другой тип людей, у которых увеличивается потребление сухого молока, а именно женщины, кормящие грудью детей.

Параллельно с применением сухого молока для кормления грудных детей наблюдалось резкое снижение детской смертности в Великобритании».

Д-р Роберт Хатчисон, выдающийся авторитет по вопросам питания и диэтики, сказал: «Я придерживаюсь мнения, что снижение смертельных случаев от детского поноса произошло вследствие все увеличивающегося употребления сухого молока для кормления грудных детей, в особенности среди рабочих классов».

Вычислено, что со времени распространения сухого молока в промышленном масштабе, около 15 лет назад, употребление сухого молока в кварталах города с зажиточным населением и в разных учреждениях увеличилось более чем на 100% и вместе с тем детская смертность в Англии и Уэльсе упала на 43% и т. п.»

В другом докладе д-р Блакхам (148) сообщил о своем практическом опыте под тропиками, говоря: «Сухое молоко по своей питательной ценности выше свежего тропического молока и оно в особенности пригодно в качестве дополнения к кормлению грудью.»

Д-р В. Е. Дийкс (155) главный руководитель медицинского отдела Объединенной фруктовой К° в г. Нью-Йорке, заявляет, что применение разного рода сухого молока под тропиками дает весьма удовлетворительное средство для приготовления пищи для грудных детей. Он рекомендует «Клим» (Klim)—сухое молоко, приготовленное посредством распыления и им испытаное, и предлагает нижеследующий рецепт:

Таблица 65

Рецепт для приготовления из сухого молока пищи для грудных детей

Возраст грудного ребенка	Потребное ежедневно количество грамм	Сухое молоко («Клим») (чайных ложек)	Тростниковый сахар Молочный сахар или мальтоза (чайных ложек)	Достаточное количество воды для пополнения (грамм)	Количество при каждом кормлении(грамм)	Промежуток между кормлением (часов)	Количество кормлений в день
1 день	28—112	...	...	28—112	7—14	2—4	4—8
2 дня	168	2	2,5	168	14—28	2	6—8
3 »	280	4	4	280	14—28	2	8—10
4 »	308	6	4	308	28—42	2	10
5 дней	364	8	5	364	28—42	2	10
6 »	392	10	5	392	42	2	8—10
7 »	420	14	5	420	42— 56	2	8
1 до 4 нед.	420—700	4— 7 [1]	5— 7	420— 700	56— 98	2,5	8
1 до 3 мес.	700—980	7—10 [1]	7—10	700— 980	112—140	2,5	6—7
3 » 6 »	1 120	11—14 [1]	12—14	1 120—1 400	168—224	3	6
6 » 12 »	1 400	14 [1]	14	1 400	224—280	3—4	5—6

Примечание.

4 чайных ложки («Клим») = 1 столовой ложке
2 столовых ложки («Клим») = 28 г по объему
4 столовых ложки («Клим») = 28 г по весу
9 чайных ложек молочн. сахара = 28 г по весу

При приготовлении по всем вышеуказанным рецептам 224 граммовая мензурка экономит время.

Приготовление. Отмеренное количество сахара (молочного сахара, тростникового сахара или декстримальтозы) следует всыпать в отмеренное количество теплой воды и после того, как он растворится, добавить отмеренное количество сухого молока, размешать и растворить.

Фруктовый сок. Начиная приблизительно с 7 дня, дают по десять капель апельсинового сока каждое утро перед первым комлением, и это количество увеличивается в пропорции по чайной ложке в месяц, так что в конце года ребенок получает ежедневно по 42 *г*. Если нельзя достать апельсинового сока, то можно пользоваться соком других плодов или свежих либо консервированных помидор.

Известковая вода. Добавляют от одной до двух чайных ложек на каждую детскую бутылку перед тем, как надеть на нее соску. При запорах ее можно заменить чайной ложкой раствора магнезии во время одного или двух кормлений.

После того, как ребенку исполнится четыре месяца, воду, требующуюся по рецепту, можно постепенно заменять ячменной водой, в возрасте девяти месяцев можно добавлять немного желе из овсяной муки вместо ячменной воды.

Места сбыта

Места сбыта сухого молока. Сухое молоко предназначается для всех тех целей, для которых употребляется жидкое молоко. Цель высушивания молока и молочных продуктов заключается в том, чтобы сохранить содержащиеся в них ценные питательные элементы по возможности в неизменном состоянии и дать возможность пользоваться ими во всякое время года и во всех частях света при минимальных расходах по транспортировке и хранению, без ущерба или порчи для продукта. Оно

[1]) Столовых ложек.

(сухое молоко) должно уравнять спрос и предложение и выдерживать излишки от времени крупного предложения до периода недостатка в нем. Его назначение заключается также в том, чтобы снабжать молоком и молочными продуктами те страны и территории, где географические или климатические условия непригодны для разведения молочной коровы и где невозможно достать эти продукты в их первоначальном жидком виде, или где препятствия в отношении транспортировки исключают возможность пользования, как, напр., под тропиками, в арктических областях, на горных разработках, на лесозаготовках, в армии и флоте, при трансконтинентальной или заокеанской торговле. Оно должно сохранить питательные элементы в заводских отходах, как, напр., в обрате и пахте, и сделать так, чтобы в концентрированном виде ими могли пользоваться различные предприятия, производящие готовые продукты питания, как, напр., пекарни, фабрики мороженого и фабрики, изготовляющие смешанные продукты питания в таких местностях и в такое время, где пользование ими в первоначальном объемистом виде недоступно. Его назначение также заключается в том, чтобы экономить и более эфективно использовать продукт молочной коровы и тем самым увеличить ее доходность и сделать как производство молока, так и его переработку более рациональными.

Применение цельного сухого молока. Места сбыта для сухого молока, содержащего молочный жир, как, напр., цельное сухое молоко, сухие сливки и частично снятое сухое молоко, в прошлом были несколько ограничены. Основным препятствием для этого была их относительно плохая прочность. Это было главным образом вследствие тенденции молочного жира в продукте, находящемся в чрезвычайно измельченном состоянии, поддаваться окислению, вызывая в нем развитие неприятного салистого вкуса. В то время как разного рода цельное сухое молоко, вырабатываемое в наше время, все еще подвержено этой порче и имеет лишь ограниченную прочность, за последние годы достигнуты значительные улучшения. Обширные исследования привели к лучшему пониманию причин такой порчи. Это в свою очередь повело к усовершенствованию способов производства, к улушению обращения с сухим продуктом, его упаковки и хранения, замедляя порчу и улучшая его прочность. В результате этого прогресса цельное сухое молоко хорошего качества, с которым как следует обращаются и которое надлежащим образом упаковано в непроницаемую для воздуха и сырости посуду, в настоящее время обычно сохраняется сладким и неизменным в течение многих месяцев.

Это обстоятельство в сильной степени способствовало применению сухого молока для непосредственного потребления ввиде вновь разведенного молока и для производства разнообразных готовых продуктов питания. Были сделаны крупные шаги, в особенности в отношении введения в употребление цельного сухого молока и его признания в качестве продукта питания для грудных детей, для семейного потребления и для применения в лечебных заведениях, в частности в тропических странах и тому подобных областях, где мало или совсем нельзя достать доброкачественного цельного молока, так же как и во многих странах умеренной зоны.

Его потребление получило сильный толчок во время мировой войны, причем большие количества поступали для снабжения армий и флотов и голодающего гражданского населения в прифронтовой полосе.

Однако сильный недостаток продовольствия в некоторых странах в те тяжелые годы повлек за собой также вредную фальсификацию продукта такими примесями, как, напр., разного рода молотой клетчатки, лишенной питательной ценности, а также примесью цемента и иных несъедобных веществ. Это в свою очередь породило сильное отвращение к применению готовых продуктов питания в странах, допускающих такого рода фальсификацию и население которых до сего дня недружелюбно смотрит на сухое молоко, помня свой опыт с никуда негодными имитациями за годы войны, что заставило относиться с подозрительностью к чистоте столь легко фальсифицируемых продуктов, как сухое молоко.

Большие количества цельного сухого молока также используются в производстве молочного шоколада, причем молочный жир является одной из существенных составных частей, от которых молочный шоколад зависит в отношении своей превосходной однородной консистенции и вкуса.

Применения сухого обрата. Обрат в особенности является ценным отходом молока, более эфективное использование которого сделалось возможным, благодаря процессу высушивания. Производство сливочного масла в САСШ дает ежегодно около 8 535 200 000 *кг* обрата. Этот обрат, если его переработать на сухое молоко, дал бы приблизительно 853 520 000 *кг* обрата в порошке. Большое количество из этого огромного запаса обрата не используется эфективно или же пропадает бесцельно. Большие количества его ввиде сухого обрата можно было бы направить в пищу людям, остановив тем самым существующую в настоящее время расточительную утечку в молочной промышленности и снабдив семью человека одним из самых ценных продуктов питания, в котором ощущается острая потребность.

В ранней стадии промышленности, занятой изготовлением сухого молока, применение сухого обрата в пищу людям было немногочисленным и спрос на этот продукт был весьма ограниченным. Это происходило отчасти вследствие своеобщей недооценки со стороны потребителя и завода, вырабатывающего готовые продукты питания, истинной питательной ценности и полезности этого важного продукта и отчасти из-за посредственного качества, непривлекательного вкуса, быстрой порчи и низкой растворимости сухого обрата, изготовленного в то время, когда процесс высушивания молока находился в стадии эксперимента. Вследствие этого большое количество сухого обрата не могло быть использовано в качестве пищи для людей и отклонялось по менее выгодным направлениям кормления животных и домашней птицы.

Превосходное качество обрата, который теперь вырабатывается при помощи усовершенствованных способов производства, обращения с ним и упаковки, открыло пути для самых разнообразных видов использования сухого обрата для человеческого потребления. Это вместе с быстро расширяющимися знаниями потребителя и производителя продукта питания в отношении его дешевизны, полезности для здоровья и питательной ценности уже дало в результате новые пути применения и в сильной степени повысило спрос на этот продукт и обещает развитие будущих мест его сбыта в таком масштабе и такой емкости, что их трудно соответствующим образом вычислить.

Сухой обрат употребляется на кухне потребителя, в пекарнях, в кондитерских, в производстве мороженого и напитков, связанных с брожением молока, в приготовлении заквасок, употребляемых для созре-

Таблица 66

Импорт и экспорт сухого молока разными странами

	1920 г.		1921 г.		1922 г.		1923 г.		1924 г.	
	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт	Импорт	Экспорт
Бельгия	[2]	[2]	581,57	52,66	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]	[2]
Дания	нет	53,12	нет	311,90	нет	691,56	[2]	[2]	[2]	[2]
Франция	858,06	84,44	1 205,37	43,13	1 397,87	28,15	1 186,30	84,90	[2]	[2]
Германия [1]	4 168,17	238,35	3 046,81	1 312,06	4 219,48	463,99	4 027,89	262,23	[2]	[2]
Англия и Ирландия . .	3 073,13	127,57	3 707,2	306,90	3 977,91	51,76	[2]	[2]	[2]	[2]
Италия	322,34	9,53	108,96	16,34	325,52	15,89	207,02	26,79	[2]	[2]
Голландия	нет	6 064,08	нет	5 778,97	нет	4 850,99	нет	6 306,06	[2]	[2]
Нов. Зеландия [2] . . .	368,65	6 333,3	18,61	8 543,58	21,79	5 185,13	4,08	7 363,88	[2]	[2]
Норвегия	60,38	6,36	70,82	2,32	нет	25,88	65,38	24,97	[2]	[2]
Швеция	4,09	118,04	14,07	149,82	63,56	94,43	110,32	нет	[2]	[2]
САСШ	нет	1 440,09	нет	4 287,12	541,17	2 810,26	1 397,87	1 106,40	848,07	2 510,17

[1]) Сгущенное или сырое молоко.
[2]) Статистических данных не имеется.

вания сливок, где нельзя достать пригодного для этой цели молока и обрата, в приготовлении порошков для печения, чистых культур молочно-кислых бактерий, лекарств, отборных сортов туалетного мыла и т. д. Шоколадные фабрики покупают огромные количества сухого обрата для производства молочного шоколада и родственных продуктов, а в европейских странах заводы разнородных готовых продуктов питания представляют дополнительные рынки для этого ценного молочного продукта.

Применение сухого обрата в хлебопечении. Применение сухого обрата в хлебопечении пока еще находится в ранней стадии своего развития, хотя и в настоящее время пекарной промышленностью поглощаются значительные его количества, и результаты, о которых пока что сообщено, указывают почти на неограниченные возможности для использования этого продукта. Когда сухим обратом пользуются при печении хлеба из расчета от 2,7 до 5,0 *кг* на 120 *кг* муки, то питательная ценность получающегося в результате хлеба существенно повышается, каравай бывает пышнее и качество хлеба лучше. Повышение производственных расходов вследствие добавления сухого обрата к муке в вышеуказанной пропорции невелико. Эти излишние расходы в значительной мере покрываются увеличением выхода и улучшением качества хлеба, и что всего важнее, усвояемость хлеба для потребителя значительно повышается вследствие его большей питательности, его повысившейся полезности для здоровья, а также потому, что он представляет собою более правильно сбалансированную диэту.

Вычислено, что хлебопечение потребляет около 4 768 800 т муки в год. С применением сухого обрата в качестве составной части хлеба из расчета, скажем, 4,1 *кг* сухого обрата на 120 *кг* муки, пекарная промышленность представила бы рынок приблизительно для 163 440 000 *кг* сухого обрата.

Если мы примем во внимание, что общая продукция сухого обрата в САСШ достигает приблизительно только 31 326 000 *кг* ежегодно, то кажется самоочевидным, что введение сухого обрата для питания людей едва только началось. Его более широкое применение в качестве неотъемлемой части продукта одной только пекарной промышленности наводит на мысль о том, что эта отрасль промышленности в состоянии поглотить во много раз большее количество по сравнению с общей теперешней продукцией сухого обрата. Тот факт, что прибавление молока к хлебу повышает его питательность и делает хлеб лучшим продуктом питания, в силу необходимости увеличить потребление хлеба, тем самым еще более повысит спрос на сухой обрат.

Импорт и экспорт сухого молока. Поскольку представляется возможным достать статистические данные относительно мировой торговли сухим молоком, ежегодный импорт и экспорт различных стран с 1920 г. по 1924 г. включительно показан в таблице 66.

ГЛАВА XXXII

Сухая пахта

Определение. Сухая пахта или пахта в порошке представляет собою продукт, получающийся в результате сгущения пахты маслодельного завода до состояния относительной сухости. Она обычно содержит приблизительно от 4% до 7,5% воды.

История производства сухой пахты. Производство сухой пахты в промышленном масштабе является в сущности детищем мировой войны. Немного более десяти лет назад сухая пахта в небольших количествах вырабатывалась и употреблялась в смешанных кормах для домашней птицы. Значительное количество этого продукта не заслуживало в то время названия сухой пахты, так как в процессе производства некоторые из ее ценных сухих составных частей были удалены с водой. Это был продукт, приготовляемый посредством нагревания жидкой пахты до точки кипения в больших, обычно деревянных чанах в течение достаточно продолжительного времени для того, чтобы белок коагулировал и осел на дно, оставив наверху практически чистую сыворотку. Эту сыворотку, содержащую немного альбумина и большое количество молочного сахара и золы, из пахты сливали и выбрасывали. Осадок, состоящий из белкового вещества и небольшого количества сыворотки, все еще содержал значительное количество воды. Главную массу этой воды потом удаляли с помощью центрофуг наподобие тех, какими пользуются в прачечных и на солеварнях с последующим высушиванием в сушильных камерах посредством паровых змеевиков и вентиляторов. Такого рода сухая пахта в значительной степени представляла собою, очевидно, только высушенный белок, которому недоставало большого количества молочного сахара и минеральных солей, содержавшихся в первоначальной пахте.

Высушивание пахты, как его теперь понимают и производят, в довоенное время было чрезвычайно ограничено, фактически оно не выходило за пределы опытных работ, и только лишь весьма небольшое количество поступало в места сбыта. Казалось, что в то время относительно низкая цена зерновых хлебов и свинины, домашней птицы и яиц не оправдывала прибавления к стоимости жидкой пахты относительно высоких расходов по концентрированию ее в сухую пахту. Процесс высушивания пахты в то время также еще не достиг той стадии, которая бы вполне гарантировала продукт однородного качества и надежную его прочность.

Недостаток кормов и высокие цены на все сельскохозяйственные продукты, вызванные опустошениями мировой войны, ярко подчеркнули возможности и значение столь ценных отходов молочной промышленности, как пахта. Когда цены на сельскохозяйственные продукты удвоились, а в некоторых случаях и утроились, и спрос на них значительно превысил предложение, то издержки по высушиванию пахты уже не

служили больше серьезным препятствием. Сельское хозяйство нуждалось в концентрированных кормах такой высокой питательной ценности, как сухая пахта, для выращивания свиней и домашней птицы и для увеличения яйценоскости и покупатели были в состоянии платить высокую цену. Поэтому производство сухой пахты сделалось выгодной отраслью промышленности.

Процветание этого дела дало возможность быстро усовершенствовать процессы производства, и количество продукции сухой пахты значительно увеличивалось. Всеобщая депрессия и застой в делах, которые наступили после войны, вызвали в результате уменьшения спроса и снижения стоимости большинства сельскохозяйственных продуктов частичное свертывание промышленности, занятой изготовлением сухой пахты, но эта задержка была лишь временной и непродолжительной.

Старания, приложенные к этой отрасли промышленности, не пропали даром и послужили для развития определенных процессов производства. Этот продукт, сухая пахта, был испытан и найден полезным и его ценность, как основного корма для свиней, домашней птицы и несущихся кур, была определенно установлена и признана промышленностью. В самом деле, спрос на сухую пахту не только удержался на своем уровне, но из года в год увеличивался.

Годовая продукция сухой пахты. Статистические данные Департамента земледелия САСШ указывают на устойчивое повышение годового производства сухой пахты с 1916 г., как показано ниже:

Годовая продукция сухой пахты в САСШ

Год	Сухая пахта (в тыс. *кг*)
1916	155
1917	1 160
1918	1 971
1919	2 397
1920	2 586
1921	3 399
1922	4 089
1923	5 916
1924	8 198

Исходя из расчета выхода 8,5 *кг* сухой пахты на 100 *кг* жидкой, общее количество жидкой пахты, использованной в промышленности, занятой производством сухой пахты, достигало в 1924 г. приблизительно 96 451 938 *кг*. Общее количество заводского сливочного масла, выработанного в САСШ в том же году, составляло 615 660 320 *кг*. Допустив, что с каждым килограммом выработанного масла получается 1,5 *кг* пахты, общая продукция заводской пахты достигла бы 960 430 190 *кг*. Из этого количества в 1924 г. было употреблено на выработку сухой пахты 96 451 938 *кг* или около 10%.

Способы производства. Сухая пахта вырабатывалась в промышленном масштабе как посредством распыления, так и при помощи пленочного процесса. Однако практический опыт показал, что процесс высушивания посредством распыления не так хорошо применим к пахте, как к обрату.

Процесс высушивания посредством распыления более дорогой, потому что, вообще говоря, теплота в нагретом воздухе не используется так экономично, как та, которая передается через нагретые паром бара-

баны, и так как рыночная цена сухой пахты значительно ниже цены сухого обрата, экономичность высушивания пахты является весьма видным фактором с точки зрения финансового успеха промышленности, занятой производством сухой пахты.

При высушивании пахты посредством распыления встретились затруднения механического характера, как, напр., трудность получения частиц желательного мелкого размера и склонность форсунки к засорению. По этим причинам высушивание пахты посредством распыления почти полностью оставлено, и в сущности вся сухая пахта, изготовляемая в САСШ, теперь производится по способу пленочного высушивания.

Поскольку жидкая пахта сама по себе является не раствором, а физически неустойчивой суспензией, в которой казеин находится в форме заметно осевших частиц нерастворимого белка, невозможно сделать, чтобы сухая пахта обладала большой растворимостью, и кроме того так как главная масса всей сухой пахты употребляется для кормления свиней и домашней птицы, вопрос о растворимости этого продукта не имеет важного значения. По этой причине не делается попытки предохранить его от действия высоких температур, которые склонны уменьшить растворимость продукта. Поэтому пахту не высушивают в вакууме. Барабаны для высушивания пахты во время работы соприкасаются с атмосферным воздухом.

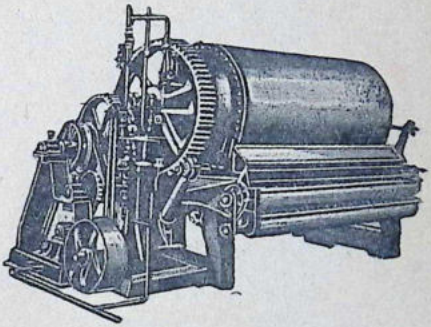


Рис. 142. Машина для производства сухой пахты.

Пленочное высушивание без предварительного сгущения. Пахту можно высушивать, пользуясь любой из барабанных сушилок, описанных в главе XXVII под заголовком: «Пленочная система высушивания». Большие количества сухой пахты вырабатываются в САСШ без предварительного сгущения пахты.

Процесс высушивания пахты Коллиса. Главная масса сухой пахты, приготовляемой из несгущенной пахты, производится по методу Коллиса (рис. 142).

Комплект оборудования Коллиса для высушивания пахты состоит из одного нагреваемого паром вращающегося металлического барабана с форсункой для распыления, насоса для накачивания жидкой пахты и распределительного бака, помещающегося под барабаном для собирания излишка брызг и питания насоса, скребка для удаления сухой пленки с барабана и баков для выдерживания пахты, которые таким образом соединены с насосом, чтобы обеспечить непрерывное помешивание пахты. Колпак, установленный над барабаном и оканчивающийся вытяжной трубой, или выходящий в заводскую трубу, способствует удалению паров наружу.

В процессе Коллиса обращено особое внимание на подачу пахты к поверхности нагрева сушильного барабана в тщательно размешан-

ном и в высшей степени измельченном состоянии. Для достижения этого весьма существенно найти средство, с помощью которого подаваемая пахта поддерживалась бы в прохладном состоянии при энергичном помешивании вплоть до окончательной передачи пленки из пахты нагревающему барабану. Это достигается выдерживанием пахты в баках, поддерживая в них циркуляцию с помощью насоса. Тот же самый насос служит для снабжения пахтой распределительного бака, помещающегося под сушильным барабаном.

После того как пахта поступит в распределительный бак, другой насос распыляет жидкость по барабану, который одновременно поддерживает непрерывную циркуляцию жидкости через трубу с форсункой, трубу для отвода излишков и обратно в распределительный бак, откуда ее вновь накачивают в трубу с форсункой и циркуляция продолжается до тех пор, пока в распределительном баке остается сколько-нибудь жидкости.

Брызги пускают по касательной против нижней стороны барабана по направлению его вращения, помогая таким образом жидкости приставать к поверхности барабана. Значительная часть молока стекает обратно в распределительный бак и таким путем способствует помешиванию жидкости в баке и подогреванию ее, давая возможность поддерживать температуру приблизительно от 65 до 70° Ц.

Непосредственно над форсункой расположен неподвижный нож или скребок. Барабан вращается со скоростью около двух оборотов в минуту. Пленка пахты достигает температуры приблизительно 95° Ц, когда она попадает на скребок (через 30 сек.) и бывает достаточно сухой для того, чтобы ее можно было соскоблить.

В этот момент содержание влаги в сухой пленке составляет приблизительно от 10 до 15%. Со скребка сухой продукт падает в «прерывный» конвейер, который двигает его по направлению к одному концу машины и опрокидывает его на другой конвейер, на котором он и движется к приемнику сухого молока. На своем пути от сушильного барабана к приемнику для сухого молока пленка охлаждается, отчасти разбивается на составные части и высыхает, доводя содержание влаги приблизительно до 5%, и после того как молочный сахар в ней полностью выкристаллизуется, продукт бывает готов для размола. Затем его упаковывают в мешки, бочки или в жестянки.

Пленочное высушивание предварительно сгущенной пахты. При высушивании жидкой несгущенной пахты пленка, которая пристает к поверхности барабана, бывает относительно тонка и количество воды, которое поверхности нагрева приходится выпаривать, бывает относительно велико. Само собой разумеется, что это ограничивает пропускную способность сушильного агрегата. Эти недостатки можно значительно уменьшить путем предварительного сгущения пахты, доводя ее объем до отношения приблизительно 4:1, а затем уже сгущенную пахту подвергнуть высушиванию пленочным методом.

За последние годы этот метод стал распространяться. Пахту предварительно сгущают или в вакуум-аппарате или с помощью непрерывного концентратора или других тому подобных средств, как объяснено в главе XVII. В таких случаях нашли выгодным так координировать скорость предварительного сгущения и высушивания, чтобы свести оба процесса в одну непрерывную операцию, упразднив тем самым промежуточное оборудование для выдерживания, уменьшив до минимума расплескивание и экономя время, труд и топливо.

Подготовка сухой пахты для сбыта. Сухой продукт в том виде, в каком он выходит из сушилки, состоит из «зерен» или пленок и для того, чтобы превратить его в технически пригодное состояние для упаковки и отправки для сбыта, его направляют на мельницу, где размалывают, просеивают и доводят до состояния однородной с зернистым строением муки, подобно кукурузной муке. Теперь он готов для упаковки в мешки, бочки или жестянки.

Выход сухой пахты. Как и в отношении обрата, выход сухого продукта на 100 *кг* жидкой пахты в значительной степени зависит от состава первоначальной пахты или от содержащегося в ней процента сухого вещества и от процента влаги в законченном продукте. Потеря сухого порошка, приготовляемого пленочным процессом, весьма незначительна. Нормальная пахта, которая не была разбавлена водой перед тем, как она поступила в сушильные машины, содержит приблизительно 9% сухого вещества, а в сухой пахте в среднем содержится от 5 до 10% влаги. Поэтому возможно получить выход от 9,5 до 10 *кг* сухой пахты на 100 *кг* нормальной пахты.

Однако в промышленном производстве столь высокий выход получается редко, главным образом потому, что процент сухого вещества в большинстве случаев в пахте на маслодельном заводе бывает значительно ниже вследствие более или менее неизбежной примеси воды в сливках во время их прохождения от тары поставщика до маслобойки, как подробно объяснено под заголовком «Сгущенная пахта» в главе XVII.

В отдельных случаях находили, что в пахте содержится только 6,5% сухого вещества. Обычно в пахте среднего качества выход достигает около 8,25 до 8,75 *кг* сухой пахты на 100 *кг* жидкой пахты.

Состав сухой пахты. Состав сухой пахты обусловливается главным образом составом жидкой пахты и полнотой удаления влаги. Ничто, кроме воды, не удаляется и ничто не прибавляется к пахте во время ее высушивания. Эти два продукта отличаются один от другого только по степени их концентрации.

В случае, если на маслодельном заводе пользуются нейтрализатором, как напр. гидратом извести или углекислой либо двууглекислой содой для стандартизации сливок на кислотность, то содержание золы как в жидкой, так и в сухой пахте бывает несколько выше, чем в пахте из сливок, которые не были нейтрализованы. Следующие анализы показывают состав как жидкой, так и сухой пахты:

Таблица 67

Состав жидкой и сухой пахты (в %)

	Средняя нормальная пахта	Средняя пахта на маслод. заводе	Отдельные образцы сухой пахты с маслод. завода		
			A	B	C
Вода	90,50	92,0	7.50	6,00	9,25
Жир	0,50	0,50	6 50	7,23	3,40
Белок	3,60	3,10	36,24	36,10	33,50
Молочный сахар	3,90	2,90	35,50	35,28	40,55
Молочная кислота	0,60	0,65	6,00	6,70	4,95
Зола	0,75	0,85	8,25	8 69	8,35
Все сухое вещество	9,35	8,00	92,49	94,00	90,75

Прочность сухой пахты. Правильно приготовленная сухая пахта обладает хорошей прочностью. Относительно низкое содержание в ней влаги и относительно высокая кислотность, которая, как показано в выше приведенных анализах, достигает в среднем 5% или более, действуют в качестве весьма эфективных консервирующих средств. Однако она имеет склонность поглощать влагу из воздуха подобно другим сухим молочным продуктам. Поэтому упаковка должна быть защищена от со прикосновения с воздухом, так как в противном случае с течением времени пахта отсыревает и делается комковатой. Сухая пахта вследствие высокого содержания в ней кислоты сохраняется лучше и менее склонна становиться затлой и плесневеть, чем сухой обрат, содержащийся при одинаковых условиях упаковки и хранения.

Переваримость сухой пахты. Точных данных о переваримости сухой и жидкой пахты еще недостает, но практический опыт специалистов по кормам говорит за то, что процесс высушивания не приносит вреда переваримости пахты. Кроме того, эти наблюдения подтверждаются ограниченным числом испытаний переваримости, произведенных в лаборатории. Эти испытания показывают, что переваримость сухой пахты, изготовленной посредством пленочного высушивания при атмосферном давлении, равняется переваримости жидкой пахты.

Свойства витаминов сухой пахты. Опытных данных относительно свойств витаминов пахты и приготовляемых из нее продуктов не имеется. Однако опыты с питанием свежим обратом и сухим обратом показали, что сгущение в вакуум-аппарате и пленочное высушивание на барабанах при атмосферном давлении не приносят вреда важным витаминам — растворимому в жире А и растворимому в воде В, но ослабляют противоцынготный витамин С.

Так как при высушивании пахты пользуются точно такими же процессами, то эти данные наводят на мысль о том, что они оказывают такое же влияние и на сухую пахту, хотя возможно, но мало вероятно, что их влияние на свойства витаминов может быть иным в отношении пахты с высоким содержанием кислоты.

Возможное разрушительное действие процесса высушивания на противоцынготный витамин С имеет ничтожное значение в смешанном кормовом рационе, так как зерновой корм в изобилии содержит этот витамин.

Применение сухой пахты. Сухая пахта в ограниченных количествах продается в пекарни и на заводы, которые вырабатывают готовые продукты питания. Главная масса продукции сухой пахты идет на заводы, занятые изготовлением корма для скота, и свиноводам и птицеводам для кормления свиней, домашней птицы и несущихся кур.

Употребление для целей кормления сухой пахты обнаружило ее большую ценность в качестве корма для скота. Ее питательные составные части весьма высокого качества, она охотно поедается и легко переваривается, высокое содержание в ней кислоты действует в качестве тонического (восстанавливающего) средства и способствует поддержанию животных и птицы в здоровом состоянии. Она усиливает способность к усвоению других кормов в рационе, увеличивая тем самым их переваримость и экономичность, повышая способность животного к потреблению корма и воды. Хьюзер (150) сообщает: «Мы пользовались сухим обратом и сухой пахтой для кормления несущихся кур и цыплят, но не для откорма на убой. Как в отношении цыплят, так и взрослой птицы мы получили лучшие результаты от сухой пахты».

Сухая сыворотка. Сухую сыворотку или сыворотку в порошке вследствие того, что она свободна от частиц казеина, можно приготовлять с помощью любого метода, пригодного для высушивания молока.

Ее главная ценность заключается в ее полезности для диэты детей и больных, у которых употребление казеина вызывает расстройство пищеварения. Так как часто нельзя достать свежей сыворотки, то сухая сыворотка, прочность которой вполне удовлетворительна, представляет собою великолепную замену корма. Когда продукт приготовлен из кислой сыворотки, он является весьма ценным для кулинарии и печения и в особенности для таких кушаний, как напр. блины и т. д.

Сухая сыворотка нашла также широкое применение в качестве важной составной части слегка измененных молочных препаратов для кормления детей (преимущественно грудных). Для некоторых препаратов такого рода отдают предпочтение сухой сыворотке, не содержащей молочного сахара. Ее приготовляют из совершенно сладкой сыворотки, как напр. сыворотки с заводов, вырабатывающих швейцарский сыр. Сыворотка сгущается до высокой степени концентрации, и молочный сахар осаждается посредством кристаллизации при низкой температуре. Сгущенная сыворотка, из которой удален молочный сахар, затем высушивается, предпочтительно по способу распыления.

ГЛАВА XXXIII

Солодовое молоко

Определение. Солодовое молоко приготовляется посредством соединения цельного молока с жидкостью, выделенной из месива, состоящего из молотого ячменного солода и пшеничной муки. Эта смесь обеспечивает полное действие энзимов экстракта солода и в дальнейшем тщательно высушивается. В солодовом сухом молоке может также содержаться добавленный хлористый натрий, двууглекислый натрий и двууглекислый калий. Американский стандарт предусматривает содержание в солодовом молоке не менее 7,5% молочного жира и не более 3,5% воды. Солодовое молоко отличается от других солодовых продуктов питания, как напр. продукта Либита, продукта Меллина и продукта Горлика, тем, что оно содержит молоко, тогда как в последних молока не содержится. Каждый килограмм солодового молока содержит сухого вещества в том же количестве, что приблизительно в 2,2 *кг* цельного молока.

История развития промышленности солодового молока. Процесс производства солодового молока был открыт Вильямом Горликом из Расина в штате Висконсин в 1883 г. Продукт был впервые выпущен в продажу под названием «солодовое молоко», данным ему его изобретателем в 1887 г.

До выпуска солодового молока его изобретатель вырабатывал «продукт Горлика». Под влиянием указаний со стороны представителей медицины, которые жаловались на то, что было почти невозможно получить первосортное, нефальсифицированное, чистое, полезное для здоровья цельное молоко, у В. Горлика возникла мысль о солодовом молоке. По совету д-ра Р. Хиндли, в то время состоявшего профессором химии в Расинском колледже и который позже сделался старшим химиком и управляющим у В. Горлика, производство солодового молока было подвергнуто его изобретателем всестороннему изучению, прежде чем продукт поступил в продажу в настоящем виде (185—186).

Удобство обращения с продуктом, его питательность и переваримость зарекомендовали себя перед представителями медицинского мира и были ими оценены, а его вкусовые свойства снискали расположение потребителя. Промышленность быстро возрастала; ее процветание привлекло других производителей молочных продуктов, так что в настоящее время солодовое молоко изготовляется многочисленными фирмами и годовое производство приняло крупные размеры, как показано в таблице 68.

Производство солодового молока. Производство солодового молока разделяется в основном на две операции, а именно: первая—приготовление ячменного солода, связанное с очисткой, пропитыванием и прорастанием ячменя и высушиванием ячменного солода, и вторая—соб-

Таблица 68

Годовое производство солодового молока в САСШ

Год	Годовая продукция солодового молока (в кг)	Количество заводов, давших сведения
1916	5 291 000	—
1917	6 289 000	—
1918	7 083 000	—
1919	7 916 000	—
1920	8 955 000	8
1921	7 105 894	7
1922	6 201 000	7
1923	6 960 000	7
1924	7 218 000	7

ственно производство, которое состоит в приготовлении месива из ячменного солода и пшеничной муки, превращения крахмала в мальтозу и декстрин под действием энзимов, отделения шелухи из смеси ячменного солода, добавления цельного молока или цельного сгущенного молока, сгущения, высушивания, размола и упаковки для отправки в готовом виде к месту потребления (рис. 143).

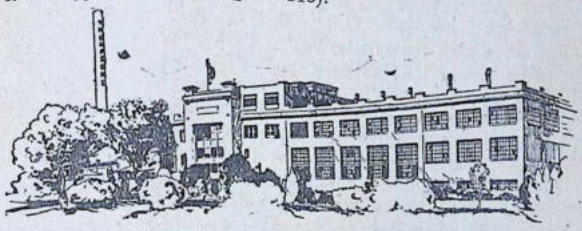


Рис. 143. Завод солодового молока.

Приготовление ячменного солода. Организаторы производства солодового молока фирма Горлик и К°, покупали ячмень и приготовляли солод на своем собственном заводе. В сущности все фирмы, вырабатывающие солодовое молоко, не приготовляют солода из своего собственного ячменя, а покупают ячменный солод у занимающихся его изготовлением фирм.

Цель приготовления солода заключается в том, чтобы получить достаточное количество диастатических энзимов (энзимов, способных превращать крахмал в сахара и промежуточные продукты), чтобы быстро и полностью превратить крахмал зерен (пшеничной и ячменной муки) в растворимые, легко усвояемые мальтозу и декстрин. Для этой цели можно солодовать пшеничное зерно, но пользуются ячменным солодом, благодаря его приятному характерному вкусу и аромату.

Было произведено подробное изучение различных производственных операций в процессе приготовления ячменного солода, как оно практикуется в заводском масштабе (180), и были сняты микрофотографии, показывающие различные стадии прорастания зерна (см. сопровождающие текст иллюстрации).

Описание процесса солодования ячменя. В длину небольшое зерно, данном случае зерно ячменя, разделяется на зародыш в нижнем конце

и эндосперм который состоит главным образом из клеток крахмала, окруженных оболочкой, которая в свою очередь покрыта клейковиной и шелухой. Зародыш отделяется от крахмальной части зерна пленкой из клетчатки. Когда ячменному зерну дают намокнуть и выдерживают его при температурах между 10 и 25° Ц, то оно начинает прорастать. В результате этого происходит развитие ростка, который прорастает вверх от зародыша под шелухою пока, не прорвется через кончик зерна, где он и появляется в виде первого листа или стебелька. Вместе с тем тонкие корешки растут книзу от зародыша, чтобы позднее питать молодое растение из почвы, после того как истощится содержащееся в зерне питание.

Одновременно с ранними стадиями прорастания образуются энзимы, которые способствуют превращению азотистого и крахмального вещества в легко используемую растительную пищу для растущего зерна. Таким образом получаются белковые энзимы, как напр. пептазы, которые действуют на протеиды, превращая их в более простые и более растворимые соединения, как напр. альбумозу, пептоны и амиды. Вырабатываются крахмальные энзимы, как напр. диастазы, которые превращают крахмал в декстрины и мальтозу. Образуются энзимы, как напр. цитаза или целлулаза, растворяющие стенку клеток между зародышем и эндоспермом зерна, давая тем самым возможность диастазу рассеиваться через крахмал (рис. 144 и 145).

В отношении солодового молока главная цель прорастания ячменного зерна заключается в том, чтобы развить в нем высокую диастатическую ценность, так чтобы позднее, во время процесса раздавливания, сделать возможным быстрое и полное превращение крахмала в смеси из ячменного солода и пшеничной муки в легко усвояемые декстрин и мальтозу. Практический опыт в приготовлении солода показал, что когда процесс прорастания достигнет такой точки, при которой росток вырастает до трех четвертей длины ячменного зерна, и когда эндосперма станет мягкой, то образовалось достаточно диастаза. Дальнейшее прорастание, когда росток выходит из кончика зерна, нежелательно, так как такой рост вызывает чрезмерное и ненужное уничтожение крахмала и белка. Поэтому прорастание прекращают, когда при осмотре ячменного зерна обнаруживается, что длина ростка достигла трех четвертей длины зерна. Это делается посредством высушивания «зеленого» ячменного солода в обжигательной печи.

Отбор и очистка ячменя. Для достижения наилучших результатов годится ячмень только самого высшего качества. Ячмень должен быть зрелым, чтобы он мог удовлетворительно реагировать на процессы пропитывания и прорастания. Зерна ячменя, не обладающие однородной плотностью на протяжении всей их длины, не размокают равномерно и не пускают крепких ростков. Такие зерна называются «стеклянными» или «стальными», причем их внутренность имеет синеватый или зеленоватый оттенок. Ячменные зерна, которые являются «стеклянными», а не мягкими, не дают высококачественного ячменного солода.

Хотя ячмень и покупается чистым, предпочтительнее подвергнуть его тщательному просеиванию, для того, чтобы освободить его от посторонних семян, поломанных зерен, грязи и других недостатков.

Размачивание ячменного зерна. Очищенное ячменное зерно сначала подвергается процессу размачивания, который состоит в том, что зерна впитывают в себя воду до тех пор пока она полностью не пропитает их. Для этой цели пользуются чанами, где зерно размачивается достаточ-

ным количеством воды, уровень которой стоит на 30—60 *см* выше уровня зерна. Температура воды около 20° Ц. Чтобы вода не сделалась кислой или затхлой, ее меняют приблизительно через восьмичасовые промежутки. Размачивание продолжается от 24 до 48 часов. Частота смен воды и продолжительность размачивания несколько колеблются в зависимости от солодовни и времени года. Некоторые из чанов для размачивания вмещают около 15140 *л* ячменя.



Рис. 144. Нормальное ячменное зерно (увеличено в 15 раз).



Рис. 145. Ячменное зерно после солодования; у него виднеется росток.

Эти чаны для размачивания бывают цилиндрической формы и суживаются книзу. Дно имеет выходное отверстие для воды, снабженное решеткой и люком для спускания зерна в желоб, ведущий в нижний этаж, где происходит прорастание.

В процессе размачивания зерно значительно разбухает, поглощая много воды, так что теперь оно содержит от 45 до 50% влаги. Некоторые зерна, состоящие главным образом из овса и плохого ячменя, обыкновенно подымаются вверх и плавают на поверхности воды в чане для размачивания. Эти «плавунцы» вылавливаются, высушиваются отдельно и продаются в качестве корма.

Прорастание ячменя. Существуют три способа обработки намокшего ячменного зерна в процессе прорастания. Сырое зерно или рассыпают на обыкновенном полу (цементном или черепичном) или помещают в длинных закромах, на дне которых просверлены отверстия (система закромов «Саладин» или пневматических), или же его помещают в горизонтально вращающиеся барабаны (система пневматических барабанов).

В каждой системе регулирование влажности и температуры имеет важное значение. Оба эти фактора обусловливают степень, до которой развиваются диастаз и другие энзимы. Желательная влажность обеспечивается посредством разбрызгивания воды на прорастающее зерно, а температура регулируется глубиною массы ячменя и посредством помешивания и циркуляции воздуха.

В отношении системы пневматических барабанов помешивание производится посредством медленного, непрерывного или перемежающегося вращения барабанов, в которых содержится прорастающий ячмень. Концы барабанов соединены с трубопроводами для воздуха, по которым сквозь зерно продувается влажный и надлежащим образом нагретый воздух; труба с просверленными отверстиями, идущая вдоль через центр барабанов, выводит отработанный воздух наружу.

В системе «Саладин» ячмень лежит на верхнем с просверленными отверстиями дне закромов. Зерно рассыпается по всему полу каждого закрома до толщины слоя около 60 *см*. Эти закрома бывают от 15 и до 18 *м* в длину и от 3 до 4,5 *м* в ширину. Слой ячменя через некоторые промежутки времени помешивается механическими приспособлениями для переворачивания или вращающимися спиралями и обрызгивается водой, если это требуется. Прохладный влажный воздух всасывается вниз сквозь зерно и наружу через имеющий множество мелких отверстий пол, давая таким образом возможность свежему воздуху проникать через всю массу зерна. Циркуляции воздуха способствует наличие воздушного пространства, глубиною около 90 *см*, находящегося под имеющим массу мелких отверстий полом.

Там, где процесс прорастания происходит на простом полу, ячмень рассыпают на различную толщину, которая колеблется от 10 до 35 *см*, причем толщина от 18 до 20 *см* найдена удовлетворительной. Поверх зерна разбрызгивается вода, и зерно периодически переворачивается или разбрызгивается либо ручными инструментами, либо механическими приборами. Так как прорастающее зерно порождает теплоту, то толщина слоя ячменя на полу является важным фактором при регулировании температуры ячменя. Теплота ускоряет процесс прорастания. Необходимо внимательно следить как за температурой, так и за влажностью, чтобы обеспечить надлежащую скорость прорастания и приготовить ячменный солод с большим количеством диастаза без чрезмерного уничтожения крахмала. Переворачивание и соприкосновение с воздухом способствует предотвращению образования из зерен комков и подавлению роста корешков.

Процесс прорастания занимает от 5 до 7 дней. Для надлежащего прорастания ячменя в продолжение 5 дней в массе ячменя поддерживается температура около 24° Ц. Для этого необходимо, чтобы температура циркулирующего воздуха была около 15 и до 18° Ц. Этому еще способствует насыщение воздуха влагой и обрызгивание зерна водою по мере надобности. О начальном периоде прорастания часто говорят как о согревании, т. е. это означает, что зерну дают нагреваться до надлежащей температуры прорастания. Во время согревания воды уже не прибавляют.

Успешный процесс прорастания в значительной степени зависит от умения мастера по солодованию, который по длине и появлению ростков и разбуханию середины зерна решает, в какое время образование диастаза доведено до нужного момента. При надлежащем прорастании ячмень должен содержать чистую белую крахмальную середину, а росток должен составлять около трех четвертей длины зерна. Зерна должны быть мягкими. В этой стадии у зародышевого конца или основания каждого зерна находятся также корешки.

Полы для прорастания или барабаны со множеством отверстий, когда они бывают порожними, промываются накачиванием через отверстия воды под давлением. Если солод приго овляется на полу, то для того, чтобы содержать полы в чистоте, их необходимо чистить щеткой.

Просушивание ячменного солода. Проросший ячмень переводят теперь в обжигательную печь для высушивания и прекращения дальнейшего прорастания. Обжигательная печь состоит из свода с огневой коробкой или топкой на дне и одного или более решетчатых или проволочных полов и крыши (обыкновенно пирамидальной формы) с выходным отверстием и допускающими регулирование дверками для выхода паров. Удаление паров обычно ускоряется всасывающими вентиляторами, расположенными у выходных отверстий для воздуха. В случае, если обжигательные печи снабжены более чем одним полом, то влажное зерно кладут на верхний пол слоями от 30 до 60 *см* толщиною. Нагретый воздух всасывается снизу сквозь ячмень, и последний разгребается и переворачивается медленно движущимися механическими мешалками для того, чтобы облегчить равномерное высушивание при температуре приблизительно от 26 до 44° Ц. После просушивания в продолжение одного или двух дней решетки пола, на которых лежит зерно, открываются, и последнее падает на нижний пол, где оно окончательно и досушивается при температуре, колеблющейся от 49 до 65° Ц. Это окончательное просушивание совершается в течение еще одного или двух дней. Затем высушенное зерно падает через решетки пола и поступает на грохота, где теперь сморщившиеся, похожие на волоски корешки отсеиваются.

Там, где прорастание происходит в пневматических барабанах, высушивание или обжигание также производится в тех же самых барабанах посредством продувания сухого нагретого воздуха через вращающиеся барабаны.

Применяемая температура нагревания и продолжительность времени, в течение которого зерно подвергается ее действию в обжигательной печи, обусловливают цвет солода. Чем сильнее жар, тем темнее бывает цвет. Что касается ячменного солода, предназначенного для производства солодового молока, то желателен светлый цвет для того, чтобы законченный продукт не приобрел бурого цвета. Поэтому температура, при которой происходит высушивание, поддерживается по возможности низкой, предпочтительно 49° Ц или ниже.

Энзимы солода весьма чувствительны к температуре высушивания и при наличии влаги легко ею уничтожаются, что и бывает с зеленым сырым солодом. По этой причине первоначальная температура в обжигательной печи должна быть относительно низкой. Поэтому к концу процесса высушивания можно существенно повысить температуру, не опасаясь принести вред активности энзимов ячменного солода (рис. 146).

Считают, что своеобразный, характерный вкус и запах солода происходит от эмпиревматического масла, которое образуется в ячменной шелухе в процессе приготовления солода.

Просушенное зерно, корешки которого удалены, теперь называется ячменным солодом. По внешнему виду ячменный солод довольно похож на зерно ячменя. Но внутри, сразу же под шелухой, теперь имеется небольшой росток. Образцы высушенного в обжигательной печи зерна испытываются с целью определить его диастатическую силу, влажность и структуру.

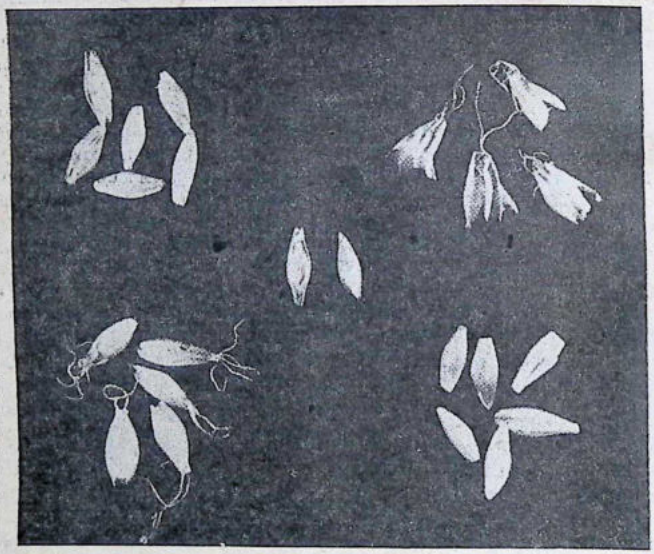


Рис. 146. Ячменные зерна в различных стадиях процесса солодования. Налево вверху—нормальные зерна. Направо—проросшие зерна. Налево внизу—проросшие зерна с открывшейся кожурой. Направо внизу—готовый ячменный солод. В средине разрез нормального зерна и ячменного солода, у которого виден росток.

Хорошо высушенный ячменный солод должен содержать не свыше 3% влаги. По Валь-Гениусу (151), солод, только что вынутый из обжигательной печи содержит от 2,5 до 4,5% влажности, в зависимости от окончательной температуры высушивания. Она повышается во время хранения и по прошествии двух месяцев может достигнуть 5,6%. Первоначальный ячмень содержит от 12,5 до 13,5% влаги или немного более.

Нижеследующие цифры, данные Дж. С. Бэйкером (152), могут служить иллюстрацией разницы в составе между первоначальным зерном ячменя и ячменным солодом.

Таблица 69

Продукт	Влажность	Белок	Жир	Сахар	Крахмал	Клетчатка	Зола
Ячмень	15	10	2	11	55	5	2
Солод	2	11	0	16	63	6	2

Некоторая доля, часто даже до 10% продуктов превращения крахмала потребляется при обмене веществ во время процесса прорастания.

Высокосортный ячменный солод должен иметь величину диастаза от 130 до 140 градусов по шкале Линтнера. Это означает, что 100 *кг* сухого солода инвертируют от 1 300 до 1 400 *кг* растворимого крахмала.

Приготовленный солод, а также и первоначальное зерно ячменя, подвергаются испытанию в отношении структуры (плотности и т. п.) при помощи «градуированной насечки Гредеккера». Эта насечка состоит из пластинки с отверстиями, в которых помещается 50 зерен. Зерна принимают в отверстиях вертикальное положение и разрезаются поперек острым ножом, причем обнаруживается состояние середины зерна. Мягкие сочные зерна имеют совершенно белое поперечное сечение, между тем как разрез твердых как сталь зерен бывает синеватым или стекловидным.

Таблица 70

Состав сухого вещества в ячмене и в ячменном солоде
Составлена Ле-Кларком и Валем (153)

Составные части	Ячмень. Среднее из 84 образцов	Ячменный солод. Среднее из 30 образцов
	%	%
Жир	2,02	2,14
Клетчатка	5,76	5,98
Пентозан	59,64	10,56
Крахмал	58,87	48,39
Зола	2,98	2,69
Общее количество фосфорной кислоты	1,06	1,05
Общее количество серы	0,18	0,22
Лецитин	0,52	0,77
Общее количество белка	11,86	11,52
Шелуха	12,06	13,21
Отруби	11,69	8,10
Зародыш	2,44	5,34
Эндосперма	72,69	73,31
Поташ	0,70	0,39
Известь	0,08	0,08
Магнезия	0,22	0,21
Сахароза	0,00	4,61
Инвертированный сахар	0,00	3,76—11,02
Вес 1 000 зерен	28,14 *г*	25,02 *г*

Этот продукт, т. е. ячменный солод, теперь готов к употреблению в производстве солодового молока, первая ступень которого состоит в раздавливании. Ячменный солод содержит значительно больше диастаза, чем требуется для того, чтобы инвертировать крахмал, содержащийся в самом ячменном зерне. Поэтому возник обычай пользоваться другим злаком в качестве источника получения желательного количества крахмала. Для этой цели в производстве солодового молока употребляется пшеничная мука. Цельная пшеница имеет дополнительное преимущество, которое заключается в том, что она сравнительно богаче белком, прибавляя тем самым к солодовому молоку ценные азотсодержащие составные части.

Из практического опыта в производстве солодового молока известно, что лучший продукт получается в результате пользования ячменным солодом, который выдерживался в продолжение от 6 до 8 месяцев, откуда и возник обычай хранить высушенный ячменный солод в течение нескольких месяцев.

Наблюдается, что выдерживание пшеничной муки оказывает такое же благотворное действие.

Приготовление смеси. Первый шаг в производстве собственно солодового молока состоит в приготовлении смеси из пшеничной муки и ячменного солода.

Цель процесса смешивания заключается в том, чтобы превратить нерастворимые крахмал и белок, содержащиеся в пшеничной муке и ячменном солоде, в растворимые углеводы и производные белков.

Соотношение превращенного в солод ячменя и пшеничной муки на разных заводах бывает неодинаковым. Утверждают, что 10% ячменный солод содержит достаточное количество диастатической силы для того, чтобы инвертировать весь крахмал в пшеничной муке, но если пропорция ячменного солода невелика, то для полного превращения крахмала требуется больше времени. Некоторые сорта солодового молока продаются под наименованием «двойного солодового». Это означает, что в смеси содержится относительно большая пропорция ячменного солода. Чем больше пропорция, в которой употребляется ячменный солод, тем сильнее выраженным бывает солодовый привкус и запах законченного продукта.

Цена ячменного солода выше пшеничной муки. Следовательно, пользование исключительно пшеничной мукой при всех прочих равных условиях понизило бы стоимость производства. Можно было бы превращать в солод одну пшеничную муку, но ячмень желателен, так как говорят, что он придает законченному молоку некоторые положительные свойства. По этой причине представители медицины просят и американский стандарт требует применения ячменного солода.

Употребление пшеничной муки как части смеси предпочтительнее перед кукурузной мукой вследствие большего количества белка и минеральных солей, содержащихся в пшенице. Также крахмальные зерна пшеничной муки легче разламываются при нагревании, чем таковые в кукурузе. Поэтому нет надобности в том, чтобы температура, необходимая для приготовления смеси из пшеничной муки, была столь же высока, как та, которая потребовалась бы при пользовании кукурузой.

Крахмал в том виде, в каком он содержится в первоначальной пшеничной муке, нерастворим в холодной воде и на него не действуют диастатические энзимы. Поэтому необходимо сначала сделать его растворимым. Это достигается посредством кипячения пшеничной муки в горячей воде, во время которого крахмальные зерна набухают и лопаются, образуя пасту, отливающую цветами радуги, в которой крахмал находится в виде так наз. растворимого крахмала. Затем паста из пшеничной муки охлаждается для смешивания с ячменным солодом. Перед смешиванием ячменный солод раздавливается посредством пропускания его через особую вальцовую мельницу. Цель этого раздавливания заключается в том, чтобы раскрыть зерно и открыть для диастаза свободный доступ к крахмалу. Не следует превращать зерна в мелкий порошок, так как это в дальнейшем мешает отделению шелухи от жидкости ячменного солода, но раздавливание должно быть достаточно полным для того, чтобы обна-

жить содержимое каждого отдельного зерна. Чем мягче солод, тем меньшая измельченность требуется от раздавленного вещества.

Затем раздавленный солод размешивают с пастой из пшеничной муки. Наиболее желательные конечные продукты, получающиеся в результате процесса смешивания и его реакций—это полное превращение крахмала в вещество с относительно высоким содержанием мальтозы и низким содержанием декстрина вместе с превращением первоначально содержащихся в зерне белковых веществ в более простые и более легко перевариваемые соединения. Этого можно достигнуть посредством нагревания солодовой смеси, приготовленной из пшеничной муки и ячменя, в течение получаса при 45° Ц, повышая затем температуру до 70° Ц из расчета по одному градусу Ц в минуту, на что потребовалось бы 25 минут, и выдерживая потом при этой температуре в продолжение часа. Желательные изменения в законченных продуктах можно получить путем незначительных колебаний температур и периодов выдерживания.

Роджерс (154) говорит, что пептонизирующий энзим—пептаза бывает наиболее активен приблизительно при 37 и до 49° Ц, диастаз—при температуре около 60 и до 67° Ц и что при температуре свыше 75° Ц действие диастаза весьма ослабевает.

Согласно Брауну (82), оптимальная температура диастаза около 45° Ц. При температурах свыше 60 и до 65° Ц активность раствора диастаза значительно понижается и при температурах свыше 75° Ц его сахаризующее свойство превращать крахмал в мальтозу полностью уничтожается. Однако даже при 75° Ц солодовый экстракт все еще разжижает крахмал, превращая его в промежуточные продукты как, напр. декстрины. Оптимальная температура для разжижения и для вырабатывающих декстрин энзимов солодового экстракта лежит между 70° и 75° Ц. Состав молекулы крахмала весьма сложный, причем промежуточные переходные продукты между крахмалом и мальтозой многочисленны и их количество и точная природа все еще в большей или меньшей степени не определены. Мартин (181) наводит на мысль о том, что растительный диастаз является смесью различных отличающихся один от другого энзимов, причем некоторые из них растворяют и гидролизуют крахмал в декстрины, когда прекращается их действие. Другие гидролизуют декстрины в мальтозу. Кроме диастаза, солод содержит другие энзимы, как, напр. мальтозу, инвертазу и протеолитические энзимы.

Браун (82) сообщает, что при температурах свыше 55° Ц начинает образовываться глюкоза, как один из продуктов превращения крахмала. Образование глюкозы с повышением температуры возрастает и при температуре свыше 70° Ц через 15 до 30 минут может достигнуть максимума—12% к общему количеству продуктов превращения. Сделанные анализы солодового молока не обнаруживают наличия глюкозы, поэтому казалось бы, что надлежащее регулирование температуры предохраняет от ее образования в процессе раздробления.

Раздробление смеси ячменного солода и пшеничной муки в воде заканчивается после того, как весь крахмал превратится в декстрин и мальтозу. Это достигается в продолжение от 2 до 3 часов. Солодовый привкус и запах сообщаются законченному продукту от шелухи в процессе раздробления.

Отделение шелухи от смеси. Как только процесс раздробления закончен, шелухе дают осесть и удаляют жидкую часть смеси. Этот жидкий экстракт смеси содержит в коллоидной суспензии массу мелких частиц, как, напр. белки ячменя и пшеницы, которые обладают высокой

питательной ценностью и оказывают благотворное влияние на здоровье. В законченном солодовом молоке эти коллоидные вещества, повидимому, не растворяются, если солодовое молоко смешано с водою. Некоторые заводы, стремящиеся к производству солодового молока, которое полностью эмульгируется в воде и не дает осадка при отстаивании, фильтруют жидкий экстракт смеси перед тем, как смешать его с молоком. Фильтрование удаляет около 20% экстракта смеси. Другие предпочитают его не фильтровать, потому что они желают сохранить в законченном продукте эти ценные белковые составные части и считают, что появление незначительного осадка в приготовленном для употребления солодовом молоке не имеет важного значения по сравнению с большой питательной ценностью лучше сбалансированного и более здорового продукта, приготовленного из нефильтрованного экстракта смеси.

С другой стороны, сторонники фильтрования смеси доказывают, что назначение солодового молока состоит в том, чтобы обеспечить продукт питания, который легко усвояется и является подкрепляющим организм веществом. Поэтому они считают, что в солодовом молоке должно содержаться только растворимое вещество, чтобы представлять собою наибольшую ценность, и что присутствие нерастворившегося вещества делает этот продукт менее ценным, т. е. усвояемым не на все 100%. Кроме того, они указывают на то, что нерастворимый белок можно получить гораздо дешевле в другой форме, чем в солодовом молоке.

Однако они также указывают, что профильтрованное таким образом вещество само по себе легко переваривается и усвояется и что его удаление понижает содержание белка и чрезмерно повышает содержание сахара в солодовом молоке. Это нежелательно, потому что продукт становится несбалансированным и имеет тенденцию вызывать такие нарушения пищеварения, как напр. понос.

Добавление цельного молока к экстракту смеси и высушивание смеси. Теперь экстракт смеси смешивается со свежим цельным молоком и смесь сгущается и высушивается. Относительная пропорция экстракта смеси и цельного молока должна быть такова, чтобы в каждом килограмме высушенного солодового молока содержалось количество сухого вещества молока, равнозначное 2,2 *кг* жидкого цельного молока. Это представляет приблизительную пропорцию от 40 до 45% цельного молока к 55 и до 60% экстракта смеси. Точное соотношение колеблется в зависимости от количества молока, которое можно достать. Некоторые производители солодового молока сгущают экстракт смеси и цельное молоко по отдельности, доводя молоко приблизительно до одной трети его первоначального объема перед смешиванием и высушиванием.

Перед высушиванием к смеси солодового молока обыкновенно, хотя не всегда, добавляются небольшие количества солей, как, напр., хлористый натрий и двууглекислый натрий и калий. Некоторые заводы также добавляют стабилизующие белок вещества в виде лимоннокислого натрия и двуфосфорнокислого натрия, стремясь к тому, чтобы полнее сохранить растворимость казеина и его способность эмульгироваться и аналогичные свойства других находящихся в продукте белков.

Сгущение и высушивание смеси солодового молока совершается разными способами или в вакуум-аппарате, оборудованном механической мешалкой, или на сушильных барабанах, помещающихся в вакуум-камере, или высушиванием посредством распыления. Внимательно заботятся о том, чтобы в процессе высушивания предохранить продукт

от действия высокой температуры, которая причинила бы вред диэтической ценности некоторых из его составных частей.

Говорят, что при производстве солодового молока наивысшего качества продукт не подвергается в процессе высушивания действию температуры свыше 54—60° Ц.

На некоторых заводах солодовое молоко сначала сгущается в обыкновенных вакуум-аппаратах, и высушивание заканчивается в специальных вакуум-аппаратах, снабженных мощными мешалками, работа которых требует затраты энергии от 60 до 80 л. с. к концу процесса высушивания. Поддерживается высокое разрежение (около 69 *см*) и в окончательных стадиях высушивания тестообразная масса разбухает и становится пористой (рис. 147 и 148).

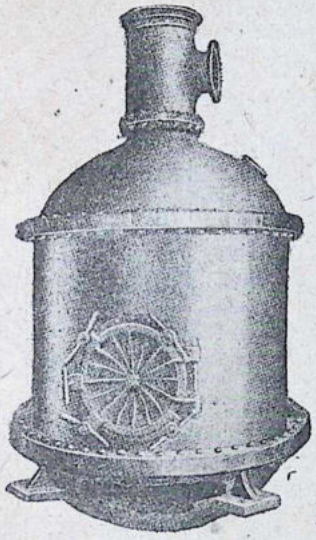


Рис. 147. Вакуум-аппарат для производства солодового молока.

При высушивании в вакуум-аппарате с мешалкой законченный продукт выходит из аппарата в виде крупных кусков, которые имеют ломкую, пористую, напоминающую медовые соты структуру. Продукт, выходящий из барабанных сушилок, похож на полоски бумаги, легко распадающиеся. Солодовое молоко, высушенное посредством распыления, бывает похожим на хлопья. Солодовое молоко, полученное посредством высушивания в вакуум-аппарате и на сушильных барабанах, размалывается, прежде чем оно поступит в соответствующую тару. Размалывание и наполнение тары должно производиться в совершенно сухом помещении, так как солодовое молоко весьма гигроскопично и при соприкосновении с влажным воздухом быстро становится сырым и клейким.



Рис. 148. Солодовое молоко по выходе из вакуум-аппарата; заметна его пористая структура (в натуральную величину.)

Поэтому размалывание и упаковка производится предпочтительно в холодном помещении с целью не допустить соприкосновения с влажным воздухом при обыкновенной температуре, что сделало бы продукт сырым, клейким и липким. Чтобы обеспечить сухой воздух, перед тем как

ему поступить в помещение, где производится размалывание, его пропускают через змеевики с аммиаком, где воздух отдает свою влагу; подобные змеевики устанавливаются также и в помещении, в котором происходит размалывание.

Состав солодового молока. Вследствие сложного характера солодового молока, в состав которого входят как растительный, так и молочный белок и различные сахары и декстрин, доведение химического анализа до точного определения процентного соотношения каждой отдельной составной части несколько затруднительно. По этой причине белки обыкновенно даются только как общее количество протеидов, а сахара и декстрины—как безазотистый экстракт. Относительно особых способов производства анализов см. главу XXXIV. Таблица 71 дает состав солодового молока нескольких различных торговых марок.

Таблица 71

Состав солодового молока

Торговая марка	Вода (%)	Жир (%)	Клетчатка (%)	Зола (%)	Белок (N×6,25)		Безазотистое вещество			Калории на 100 г
					Всего белка (%)	Казеина (%)	Молочный сахар (%)	Солодов. сахар (%)	Декстрин (%)	
A.D.S	5,93	6,75	0,13	3,08	14,06	неизв.	...	70,05	...	3,97
Бордена (1908) . .	5 42	6,14	0,23	3,17	13,38	»	...	71,66	...	3,95
» (1915) . .	5,18	7,15	0,05	3,45	15,38	»	...	68,79	...	4,01
» (1920) . .	2,55	8,98	0,45	2,93	14,38	»	...	70,71	...	неизв.
» (1923) . .	2,00	8,95	неизв.	2,77	14,11	7,40	11,81	47,60	неизв.	»
Куара (1923) . . .	2,06	8,99	...	3,84	14,91	9,25	15,71	38,40	»	»
Крэри и К-о (1921)	1,90	7,60	...	3,78	1.42	неизв.	...	неизв.	...	»
Горлика (1908) . .	3,63	8,36	0,00	3,70	12,94	»	...	71,37	...	4,12
» (1915) . .	2,03	8,10	0,15	4,00	15,00	»	...	70,62	...	4,16
» (1920) . .	3,05	8,10	0,40	3,80	15,06	»	...	69,59	...	неизв.
» (1922) . .	3,06	8,78	неизв.	3,86	16,35	»	...	49,15	18,80	4,27
» (1923) . .	2,15	8,10	»	3,96	14,80	6,44	10,04	43,40	неизв.	неизв.
Мэдоуз (1906) . . .	4,04	4,11	0,26	3,22	13,88	неизв.	...	74,49	...	3,90
» (1915) . . .	3,20	5,20	0,30	3,28	14,50	»	...	73.52	...	3,99
Томпсон (1920) . .	4,04	7,12	0,26	3,80	10,00	»	...	74,69	...	неизв.
» (1920) . .	3,72	5,50	0,12	4,32	12,75	»	...	73,59	...	»
» (1920) . .	2,74	5,40	0,09	4,65	13,50	»	...	73,62	...	»
» (1925) . .	2,86	7,64	неизв.	4,05	12,15	»	...	73,30	...	»
» (1925) . .	2,95	8,10	»	3,85	12,15	»	...	72,95	...	»

Прочность солодового молока. Солодовое молоко пока еще является только единственным видом сухого молока, в котором содержится цельное молоко и которое сохраняется в каком угодно климате в течение неопределенного долгого времени. Лица, которые подвергли производство солодового молока и торговлю им внимательному изучению, утверждают, что прочность солодового молока объясняется тем обстоятельством, что жировые шарики этого продукта окружены пленкой или оболочкой из клейковины, сахаров и солей, которая и защищает жир от вредного действия воздуха.

В обыкновенном сухом молоке, содержащем молочный жир, эти защитные вещества отсутствуют, и молочные белки и молочный сахар оказываются не в состоянии предотвратить связанные с окислением изменения, которые с течением времени приводят к затхлости и салистому вкусу и запаху (см. «Прочность разного рода сухого молока», глава XXXI).

Применение цельной пшеничной муки, хотя первоначально и являлось лишь наследием «питательного продукта Горлика», из которого развилось солодовое молоко, может также служить одной из причин хорошей прочности солодового молока. Большое количество содержащейся в муке клейковины может обеспечить надежный покров для защиты жировых шариков. Опыты, проделанные с мукой, полученной из других злаков, дали худшие результаты по сравнению с пшеничной мукой.

Кроме того было найдено экспериментально, что разные сорта солодового молока, приготовленные простым смешиванием составных частей, тоже становятся затхлыми и салистыми и что единственный продукт, который обладает способностью сохраняться постоянно, это тот в производстве которого применено с научным основанием действие энзимов и т. п. ферментов.

Как объяснено ранее, солодовое молоко по своему характеру в высшей степени гигроскопично. Оно легко поглощает влагу и становится сырым, мягким и клейким. Чтобы этого не допустить, необходимо защитить солодовое молоко от влажного воздуха и содержать его в непроницаемой для влаги посуде. Однако даже в клейком состоянии вкус и приятный запах этого продукта не столь заметно изменяется.

Применение солодового молока. Солодовое молоко попадет к потребителю в различных формах. Обычная форма, в которой главная масса солодового молока поступает к месту сбыта, это порошок, упакованный в посуду разных размеров весом от 0,4 *кг* и выше. В таком виде оно служит для розничного употребления, с содовыми напитками, в кондитерских, больницах и т. д. Упаковку необходимо держать закрытой, чтобы помешать быстрому поглощению влаги, так как иначе продукт становится влажным и клейким.

Из солодового молока посредством его прессования приготовляют таблетки, что делает продукт очень компактным. Таблетки несколько более устойчивы по отношению к влаге, чем превращенное в мелкий порошок солодовое молоко. Поэтому таблетки хорошо приспособлены для употребления при таких условиях, когда неизбежно соприкосновение с воздухом. Однако в конце концов они тоже сделаются клейкими, если их хранить не в сухом месте. Таблетки можно сделать более вкусными и ароматичными посредством прибавления шоколада или какого-либо иного придающего приятный вкус и запах вещества.

Другой продукт солодового молока, который сделался очень популярным, это покрытые шоколадом плитки солодового молока, как напр. солодовые «конфеты Бунта». Они приготовляются посредством распиливания на плиточки сухих кусков молока, по мере их выхода из вакуум-аппарата погружая эти плитки в шоколадный сироп и обертывая их в оловянную фольгу. Солодовое молоко также нашло себе применение в хлебопечении.

Его высокая переваримость, питательная ценность, диэтические достоинства и полезные для здоровья свойства делают его наиболее ценным и полезным продуктом питания для грудных детей и больных, а его компактность и прочность облегчают его перевозку и потребление во всех частях земного шара.

Часть VII
ПРОБЫ И АНАЛИЗЫ[1])

ГЛАВА XXXIV

Химические и бактериологические способы

В этой главе рассматриваются физические, химические и бактериологические методы анализов жидкого молока и разных видов сгущенного и сухого молока. Для удобства мастера на заводе и других лиц, интересующихся этой работой, вся глава о пробах и анализах подразделяется на три главных раздела, а именно:

1. Пробы для определения качества молока в приемной завода.
2. Химические пробы и анализы цельного молока, сгущенного молока с сахаром, выпаренного молока и сухого молока.
3. Бактериологические пробы и анализы цельного молока, сгущенного молока с сахаром, выпаренного и сухого молока.

При составлении сводки этих способов исследования и анализа было оказано предпочтение «Официальным методам анализа», опубликованным Американской ассоциацией государственных агрохимиков (158), и «Стандартным бактериологическим способам анализа молока» Американской ассоциации народного здравоохранения (164).

Эти стандартные и официальные способы производства анализа подверглись видоизменениям и были пополнены другими методами во всех тех случаях, где, по мнению автора и других лиц, найдено, что такие видоизменения имеют дополнительную ценность.

Кроме того была сделана специальная попытка включить в эту главу сокращенные методы производства и анализов, лучше всего приспособленных для пользования работников на заводе, знания, умение и время, которые слишком ограничены, чтобы иметь возможность пользоваться сложными приемами химического и бактериологического анализа.

1. Пробы для определения качества молока в приемной завода

Достоинства взятия пробы в приемной для того, чтобы определить пригодность молока для целей сгущения, рассмотрены в главах III и XIV. здесь мы вкратце опишем технику, применяемую при взятии этих проб.

[1]) *Примечание редактора.* В Советском Союзе стандартные химико-бактериологические методы анализов молока и молочных продуктов изложены с достаточной полнотой, в следующих книгах Инихова Г. С.—«Анализ молока, молочных продуктов и материалов молочного производства» и Скородумовой А. М.—«Практическое руководство по технической микробиологии молочного дела».

Пробы на кислотность (титруемая кислотность)

Аппаратура. Бюретка вместимостью 50 *см*³ градуированная до 0,1 *см*³ с подставкой и имеющая соединение с раствором щелочи (NaOH) в бутылке, и зажим.

Чашка для титрования с палочкой для помешивания.

Пипетка емкостью 17,6 *см*³.

Реактивы. Децинормальный раствор щелочи (NaON) в бутылке, снабженной содово-известковой трубкой для защиты раствора щелочи от действия CO_2.

Фенолфталеин, приготовленный посредством растворения полграмма сухого порошка фенолфталеина в 50 *см*³ алкоголя и после того, как порошок растворился, разбавленный 100 *см*³ дестиллированной воды.

Способ определения. Отмеривают 17,6 *см*³ молока в титровальную чашечку и добавляют от 4 до 5 капель фенолфталеина. Выпускают медленно раствор щелочи из бюретки, постоянно помешивая образцы, пока все молоко в чашке не станет бледно-розовым. Если сомневаются относительно нейтрализации, то добавляют еще каплю щелочи. Она сделается розовой, когда ударится о молоко, если достигнута нейтрализация. Употребленное количество кубических сантиметров щелочи; согласно показанию на бюретке, деленное на 20, дает процент кислоты.

Быстрая проба на кислотность для ежедневного применения на заводе

Реактив. Разбавляют 200 *см*³ децинормального раствора щелочи 790 *см*³ дестиллированной воды и прибавляют 10 *см*³ фенолфталеина. Это составляет одну пятидесятую нормального раствора щелочи, каждый кубический сантиметр которой нейтрализует 0,01% молочной кислоты. Следовательно, 18 *см*³ этого раствора нейтрализуют 0,18% кислоты (20° Тернера) в молоке, когда пользуются 17,6 *см*³ (18-граммовой) пипеткой для измерения молока. Одну пятидесятую нормального раствора щелочи следует приготовлять заново каждый день.

Способ определения. Отмеривают пипеткой Бабкока 17,6 *см*³ в белую чашку. Небольшим цилиндром, вмещающим ровно 18 *см*³, наливают в эту чашку 18 *см*³ вышеуказанного $\frac{N}{50}$ раствора; помешивают или взбалтывают. Если смесь останется бледно-розовой, то в ней кислотность менее 20° Тернера и молоко приемлемо; если она побелеет, то в ней кислотность более 20° Тернера и молоко следует отклонить или же подвергнуть дополнительным испытаниям.

Алкогольная проба

Смешивают равные части по объему 75%-ного алкоголя и молока наблюдают за коагуляцией, каторая имеет место. Для заводской работы пользуются деревянными зажимами наподобие тех, которые употребляются при бутирометрах Бабкока, но с меньшими отверстиями для держания небольшого размера пробирок. Отмеривают молоко и алкоголь двумя небольшими пипетками не менее 2 *см*³ каждая. Держат алкоголь в бутылке с широким горлышком для того, чтобы его легче было брать небольшой пипеткой. Вместо пипеток можно пользоваться маленькими цилиндрами.

Перед тем как осмотреть пробу, перевертывают каждую пробирку по одному или по два раза, придерживая верх пальцем для того, чтобы обеспечить полное смешивание. Если в смеси произойдет коагуляция, то молоко небезопасно в том отношении, что оно не выдержит необходимой в стерилизаторе температуры без того, чтобы не свернуться. Эта проба выполняется легко и быстро и результаты получаются резко выраженными. Если коагуляции не происходит, то смесь отходит от стекла, оставляя стенки чистыми. В случае получения мелкого (тонкого) осадка стенки стеклянной пробирки тускнеют. При плотном сгустке на стенках имеются небольшие комочки.

Проба на брожение

Эта проба оказывается весьма ценной для быстрого определения вида бактерий, которыми загрязнено молоко от отдельных поставщиков. Только что пропаренные или прокипяченные стеклянные пробирки наполовину наливаются молоком от каждого поставщика в отдельности. Эти пробирки устанавливаются в водяную баню при температуре от 36° до 38° и отмечаются изменения, которые претерпевает молоко по истечении шести, двенадцати и двадцати четырех часов.

Плотный сгусток с чистой сывороткой указывает на то, что молочнокислые бактерии являются главными микроорганизмами и что молоко получалось с соблюдением чистоты. Эти организмы уничтожаются во время нагревания молока в подогревателе. Поэтому такое молоко безопасно, если в нем не содержится чрезмерного количества кислоты, что покажет проба на кислотность.

Сгусток с глазками, сделанными выходящим газом, или такой, который в пробирках разорван на куски, указывает на присутствие газообразующих бактерий. Они могут попасть главным образом из навоза, от нечистой молочной посуды или от зерновых кормов либо от подстилки. К такого рода бактериальному загрязнению можно отнести такие микроорганизмы как B. coli communis, кишечные микробы, микробы масляно-кислого брожения и группу B. aerogenes, причем все они способны вызывать серьезные пороки сгущенного молока даже до степени образования вспучиваний. Их наличие в молоке обыкновенно служит доказательством антисанитарных условий во время получения молока и обращения с ним на ферме.

Если сгусток растворяется или если он не образуется вовсе или молоко превращается в прозрачную жидкость, то это говорит за загрязненность молока бактериями, находящимися в сенной или подстилочной пыли или в загрязненной воде. К этому классу организмов принадлежат Bacillus subtilis, Bacillus fluorescens liquifaciens, Pelctridium foetidum, Bacillus putrificus и т. д. Некоторые из них выделяют газ в значительном количестве и большинство из них является спорообразующими. Они являются причиной наиболее тяжелых пороков молока. Молочные, из которых поступает такое молоко, необходимо подвергнуть самому строгому обследованию и не принимать от них молока до тех пор, пока их руководящий персонал не усвоит правила санитарии и гигиены молока.

Молоко, которое остается без изменения в течение двадцати четырех часов после того, как его подвергли испытанию на брожение, указывает на то, что в нем содержится какое-то консервирующее вещество. Однако для молока, полученного при идеальных санитарных условиях, воз-

можно в продолжение нескольких дней оставаться без изменения даже и при высоких температурах. Там, где молоко поступает на завод в больших количествах, как это бывает на заводах сгущенного молока, на пробы, которые показывают плохую сохраняемость, следует смотреть с подозрением, и соответствующие молочные должны немедленно подвергнуться тщательному обследованию.

Редуктазная проба

Эта реакция основана на способности фермента редуктазы, находящегося в молоке, восстанавливать метиленовую синьку. Это восстанавливающее действие фермента вызывает обесцвечивание краски, и быстрота, с которой исчезает синий цвет, показательна в отношении количества находящихся в молоке бактерий.

Аппаратура и реактивы. Стеклянные пробирки размером 15 × 2 *см*.

Пипетки емкостью по 10 *см*³.

Пипетки емкостью по 1 *см*³.

Подставка для пробирок.

Колбочка емкостью 200 или 500 *см*³ для раствора метиленовой синьки.

Водяная баня со вставленными стеклами для наблюдения.

Термометр.

Газовая или спиртовая горелка.

Синие метиленовые таблетки.

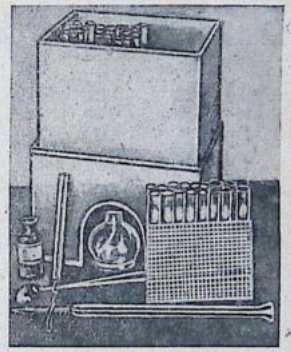


Рис. 149. Аппаратура для проведения пробы на редуктазу.

Взятие пробы. Пробу молока берут прямо из фляг поставщиков при помощи стерильной трубки, выливают в банку с широким горлышком с стеклянной пробкой и ставят в ледяную воду для хранения до начала производства испытания. Перед тем как взять пробу, молоко во флягах необходимо тщательно перемешать.

Приготовление раствора метиленовой синьки. Пользуясь прокипяченной дестиллированной водой, растворяют таблетки из расчета 1 штука на 200 *см*³ воды. Растворение ускоряется, если опустить таблетку в часть воды, нагретую до кипения, затем добавить остальную охлажденную дестиллированную воду. В случае, если метиленовую синьку можно достать в виде порошка, то приготовляют раствор, распустив 1,1 *г* синьки в 500 *см*³ воды. При пользовании этим раствором разбавляют его из расчета 1 *см*³ первоначального раствора на 39 *см*³ кипяченой дестиллированной воды. Это дает раствор надлежащей крепости, которая необходима для анализа, т. е. 1 : 20 000, что дает желательную концентрацию метиленовой синьки в молоке как 1 : 200 000. Если раствор приготовлен с помощью таблетки, как указано выше, то он имеет надлежащую крепость без дальнейшего разбавления.

Метод определения редуктазы. Ставят в ряд колбочки с пробами и несколько только что пропаренных или прокипяченных пробирок на подставку, так чтобы они соответствовали номерам поставщиков на колбочках с пробами. После того как пробы самым тщательным образом

смешаны посредством переворачивания колбочек, отмеривают при помощи чистой пипетки 10 *см*³ молока и выливают в соответствующую пробирку. Перед каждым последующим переливанием молока следует ополаскивать пипетку. Когда штатив с пробирками будет заполнен, добавляют по 1 *см*³ раствора метиленовой синьки к каждой пробирке, хорошенько размешивают, взбалтывая каждую пробирку в отдельности или встряхивая весь штатив.

Ставят штатив в водяную баню при 37,5° Ц. При помощи горелки поддерживают равномерную температуру. При работе с большим количеством проб ежедневно для регулирования температуры рекомендуется термостат. Там, где можно достать термостат, в него можно поместить штатив без водяной бани, после того как температура пробирок будет доведена до 37,5° Ц.

Оценка молока по редуктазной пробе. Осматривают пробирки через определенные промежутки времени. О качестве молока судят по скорости обесцвечивания метиленовой синьки. Следующая таблица оценки молока была найдена удовлетворительной:

Время	Качество молока
Обесцвечивание менее чем через 2 часа	Плохое
» в течение 2 до 5½ часов	Удовлетворительное
» более чем через 5½ часов	Хорошее

В некоторых случаях молоко неравномерно обесцвечивается во всей трубке и наверху постоянно остается синяя линия или синий оттенок. Медленное обесцвечивание снизу вверх указывает на то, что это молоко несколько лучшего качества, чем то, которое обесцвечивается целиком в одинаковый промежуток времени. Однако наличие бледносиней окраски наверху пробирки наряду с полным обесцвечиванием остального молока следует рассматривать как и полное обесцвечивание в одинаковый период времени.

Непосредственное микроскопическое исследование. Для микроскопического исследования молока рекомендуется способ Брида (167). Это простой и точный способ для непосредственного исследования под микроскопом. Он заключается в том, что при помощи капиллярной пипетки берется 0,01 *см*³ молока на чистое предметное стекло и равномерно распределяется на пространстве одного квадратного сантиметра при помощи платиновой иглы. Затем мазок молока высушивают, положив предметное стекло в достаточно теплом месте на 5—10 минут. После этого стекло с засохшим мазком погружают в вещество, растворяющее жир, как напр. ксилол, для того, чтобы удалить жир, потом удаляют излишки ксилола и вновь высушивают. Затем предметное стекло погружают в 90%-ный спирт и помещают в раствор метиленовой синьки Леффлера, оставив его там до тех пор, пока он не станет ярко окрашенным. После этого предметное стекло прополаскивают в воде, обесцвечивают мазок в спирте и берут для исследования под микроскоп.

Микроскоп устанавливается посредством винта микрометра до определенной видимости, из которой можно вычислить количество полей зрения по 1 *см*³. Из количества бактерий на одно поле зрения, обычно представляющее среднее некоторого количества полей зрения, получается общее количество бактерий на 1 *см*³ молока.

Для того, чтобы обеспечить получение результатов, на которые можно положиться, необходимо правильно выполнить многочисленные техни-

ческие детали и эта проба требует значительного умения для приготовления предметного стекла и подготовки для установки микроскопа и правильного с ним обращения. Подробные указания относительно непосредственного микроскопического исследования молока по способу Брида даны в «Стандартных способах анализа молока» (164).

2. Химические анализы молока

Взятие пробы (официально)

Количество молока, необходимого для исследования, зависит от объема исследования. Для полного исследования следует брать 250—500 $см^3$, а для определения только жира достаточно 50—60 $см^3$.

В случае, если молоко находится в бутылках, то берется одна или более бутылок в том виде, как они приготовлены для потребления. При взятии пробы от большого количества молока необходимо его хорошенько смешать, переливая три или четыре раза из одного чистого сосуда в другой. Если такая процедура непрактична, то хорошенько размешивают молоко по крайней мере в течение полуминуты при помощи какой-нибудь мешалки, которая была бы достаточно длинной для того, чтобы доставать до дна тары. Если на молоке образовались сливки, то продолжают размешивание до тех пор, пока все сливки не отойдут от стенок сосуда и не распределятся равномерно по всей жидкости.

Поместив пробы в чистые и совершенно сухие бутылочки, держат их на холоде, но при температуре выше точки замерзания, пока не возьмут для исследования. При перевозке на лошадях, авто и по железной дороге или как-нибудь иначе бутылочка должна быть доверху наполнена, плотно закрыта и помечена для того, чтобы ее можно было узнать. Можно пользоваться необходимым количеством консервирующих веществ (сулемой, двухромовокислым калием или формальдегидом), за исключением тех случаев, когда наличие консервирующих веществ может быть нежелательным в связи с химическими или физическими испытаниями, которые надлежит произвести в дополнение к определению жира.

Приготовление пробы (официально)

Проба молока подогревается до температуры 15—20° Ц и хорошенько перемешивается пока не будет обеспечена однородная смесь. Если комочки сливок не исчезнут полностью, то нагревают пробу приблизительно до 38° Ц, как следует размешивают и затем охлаждают до 15—20° Ц. В случае, если при определении требуется отмеренный объем, то прежде чем взять пробу пипеткой, ее подогревают до 20° Ц.

Удельный вес

Определение при помощи молочного ареометра. Пользуются молочным ареометром Кевенна с прикрепленным к нему термометром и цилиндром высотою около 25,4 *см*, шириною 3,8 *см*. Наполняют цилиндр молоком при температуре около 15,5° Ц. Вставляют ареометр, и когда установится равновесие, замечают деление на шкале у поверхности молока. Предпочтительнее отсчитывать показания точно при 15,5° Ц. На каждый градус Цельсия сверх 15,5 прибавляют по две десятых деления к замеченному показанию, а на каждый градус Цельсия ниже 15,5 вычи-

тывают по две десятых из замеченного показания. Это правило применимо только тогда, когда пределы колебаний температуры находятся между 10° и 20° Ц.

Так как в месте соприкосновения молока и стеклянного стержня ареометра в силу натяжения происходит поднятие жидкости, то образовавшийся таким путем мениск не следует принимать во внимание при отсчете показания.

Правильное показание получается, если смотреть вдоль поверхности молока и заметить деление на ареометре, соответствующее уровню молока.

Удельный вес вычисляется посредством прибавления 1000 к показания ареометра и деления получившейся суммы на 1 000.

Пример. Ареометр при 18° Ц показывает 31. Исправленное показание—31,5, удельный вес составляет $\frac{31{,}5 + 1\,000}{1\,000} = 1{,}0315$.

Определение при помощи пикнометра (официально). Определяют удельный вес при 15,5° Ц посредством пикнометра таким образом: тщательно очищают пикнометр, наполнив его насыщенным раствором хромовой кислоты в концентрированной серной кислоте и, дав ему простоять в продолжение нескольких часов, ополаскивают и хорошенько промывают водой. Наполняют пикнометр свеже вскипяченной дестиллированной водой, предварительно охладив ее до 15° Ц, помещают его в водяную баню и медленно нагревают водяную баню до 15,5° Ц. Регулируют уровень воды до надлежащего деления в пикнометре, ставят на место крышку с просверленными отверстиями или пробку, вынимают из ванны, вытирают досуха чистой тряпкой и взвешивают. Выливают содержимое, прополаскивают несколько раз спиртом, а затем эфиром, удаляют пары эфира, дают прибору просохнуть и взвешивают. Устанавливают вес содержавшейся воды при 15,5° Ц путем вычитания веса порожнего пикнометра из его веса, когда он наполнен. Охлаждают исследуемое молоко до 15,5° Ц, регулируют уровень жидкости до надлежащего деления в пикнометре, ставят на место крышку с просверленными отверстиями или пробку, вытирают до суха и взвешивают как раньше. Устанавливают вес содержащейся пробы молока посредством вычитания веса порожнего пикнометра из его веса, когда он наполнен молоком. Вычисляют удельный вес посредством деления веса содержащейся воды на вес содержащегося молока.

Другим точным средством для определения удельного веса служат весы Вестфаля. Хотя способы определения удельного веса как при помощи пикнометра, так и при помощи весов Вестфаля точны, если ими пользуется квалифицированный химик, они требуют много времени. Опыт показал, что для практических надобностей молочный ареометр Кевенна, если он точно градуирован, дает правильные результаты, а простота и быстрота работы с ним делают применение его для определения удельного веса молока весьма целесообразным и удовлетворительным.

Определение кислотности

Разбавляют 10—20 $см^3$ молока равным количеством воды и титруют стандартным раствором едкого натра, пользуясь в качестве индикатора фенолфталеином. Результаты можно выразить в процентах содержания молочной кислоты. Определение можно с удобством произвести, отмерив 17,6 $см^3$ приготовленного молока с помощью пипетки Бабкока емкостью

17,6 *см*³, разбавив равным объемом недавно вскипяченной и охлажденной воды, промыв пипетку несодержащей углекислоты водою и титруя с 0,1 N, раствором едкого натрия, пользуясь 0,5 *см*³ фенолфталеина как индикатором. Количество необходимых *см*³ 0,1 N раствора едкого натрия, деленное на 20, дает процентное содержание молочной кислоты.

Определение сухого вещества

Посредством формулы Бабкока. Для быстрой и довольно точной работы можно определить общее количество сухих веществ молока, пользуясь показанием молочного ареометра Кевенна и формулой Бабкока, а именно:

$$\text{Общее количество сухих веществ} = \frac{L}{4} + (1{,}2 \cdot f).$$

L = показание ареометра Кевенна.
f = процент жира.
Пример. Показание ареометра = 32; процент жира = 4.

$$\text{Общее количество сухих веществ} = \frac{32}{4} + (1{,}2 \cdot 4) = 12{,}8\%.$$

Весовой метод (официально). Взвешивают чашечку с плоским дном, имеющую не менее 5 *см* в диаметре. В чашечку по желанию можно еще до взвешивания равномерно рассыпать 15—20 *г* чистого сухого песку. Наливают в чашечку 3—5 *м*³ исследуемого молока, быстро взвешивают и нагревают при температуре кипения воды до постоянного веса. Охлаждают в эксикаторе и затем быстро взвешивают во избежание поглощения влаги. Отмечают процентное увеличение в весе как общее количество сухих веществ.

Определение золы (официально)

Отвешивают около 20 *см*³ приготовленного молока во взвешенную чашку, добавляют 6 *см*³ крепкой азотной кислоты, выпаривают досуха и осторожно сжигают на слабом огне до полного обугливания. Охлаждают в эксикаторе, взвешивают и отмечают процентное увеличение в весе как золу. (Необходимо пользоваться чашкой из плавленного кремнезема или из платины, годной для прокаливания.)

Определение белковых веществ (официально)

Отмериваем 5 *г* исследуемого молока в специальную колбу Кьельдаля и поступаем так, как указано ниже под заголовком «Способ Кьельдаль-Гуннинг-Арнольда». Полученный процент азота умножаем на 6,38 для того, чтобы получить процентное соотношение белковых веществ.

Способ Кьельдаль Гуннинг Арнольда (официально)

Аппаратура

а) *Колбы Кьельдаля для перегонки.* Общая емкость около 550 *см*³, сделаны из твердого, умеренно толстого и хорошо отожженного стекла.

б) *Дестилляционная колба.* Для перегонки можно пользоваться любой подходящей колбой емкостью около 550 *см*³. Она бывает снабжена резиновой пробкой, через которую проходит нижний конец расширения соединительной трубки колбы Кьельдаля для того, чтобы воспрепят-

ствовать механическому выбрасыванию едкого натрия во время перегонки. Расширение соединительной части колбы должно быть около 3 *см* в диаметре, а трубки должны быть такого же диаметра, как и труба холодильника, с которой верхний конец трубки с расширением соединен посредством резинового шланга.

в) *Аппаратура для перегонки.* Можно пользоваться любой стандартной формой прибора.

Реактивы

Для обычной работы рекомендуется 0,5/N кислота. Для работы при определении очень небольших количеств белка рекомендуется 0,1/N кислота. При титровании минеральных кислот раствором нашатырного спирта пользуются в качестве индикатора кошенилем или метилоранжем.

а) *Стандартная соляная кислота.* Титр соляной кислоты устанавливается следующим образом:

Предварительная проба. Наливают в эрленмейеровскую колбу отмеренную часть подлежащей стандартизации кислоты и прибавляют избыток углекислого кальция для нейтрализации свободной кислоты и несколько капель 10% раствора хромовокислого калия в качестве индикатора. Титруют с 0,1/N раствора азотнокислого серебра и замечают точное количество, которое требуется для того, чтобы получить осадок хлористых солей.

Окончательное определение. К отмеренной части кислоты прибавляют из бюретки одну лишнюю каплю раствора азотнокислого серебра против потребного количества, как оно определено предварительной пробой. Нагревают до кипения, защищая от света, и дают отстояться пока осадок не будет зернистым. Профильтровывают на тигле Гуча, предварительно нагретым до 140—150° Ц и взвешенным, промывают горячей водой, испробовав фильтрат для того, чтобы удостовериться в избытке азотно-кислого серебра. Высушивают хлористое серебро при 140—150° Ц, охлаждают и взвешивают.

б) *Стандартная серная кислота.* Определяют крепость кислоты осаждением при помощи раствора хлористого бария таким образом: разбавляют отмеренное количество предназначенной для стандартизации кислоты приблизительно до 100 *см*^{3}, нагревают до кипения и добавляют капля за каплей 10% раствор хлористого бария до тех пор, пока не будет происходить дальнейшего осаждения. Продолжают кипячение в течение приблизительно 5 минут, дают постоять в теплом месте в продолжение 5 часов или дольше, выливают плавающую на поверхности жидкость на взвешенный тигель Гуча или в беззольный фильтр, отрабатывают осадок 25—30 *см*^{3} кипящей воды, переливают в фильтр и промывают горячей водой до тех пор, пока фильтрат не будет свободен от хлористых соединений. Высушивают, накаливают над бунзеновской горелкой и взвешивают как сернокислый барий.

в) *Стандартный раствор щелочи.* Точно устанавливают крепость этого раствора посредством фильтрования со стандартной кислотой. Рекомендуется раствор 0,1/N.

г) *Серная кислота.* Содержит 93—96% H_2SO_4 и свободна от нитратов и серно-кислого аммония.

д) *Металлическая ртуть, или окись ртути.* Окись ртути следует приготовлять влажным способом, но не из азотно-кислой ртути.

е) *Сернокислая медь*—кристаллическая.

ж) *Зернистый цинк или пемза.* Добавляют к содержимому перегонной колбы, если необходимо устранить толчки при кипении.

з) *Раствор сернистого калия.* Растворяют 40 *г* сернистого калия в 1 *л* воды. Можно пользоваться раствором 40 *г* сернистого натрия или 80 *г* тиосульфата натрия на 1 *л* воды.

и) *Раствор едкого натрия.* Растворяют около 450 *г* едкого натрия, свободного от нитратов, в одном литре воды. Этот раствор должен иметь удельный вес 1,43—1,48.

к) *Кошенильный индикатор.* Растворяют 3 *г* измельченного в порошок кошениля в смеси из 50 *см*^{3} 95% спирта и 200 *см*^{3} воды, оставив раствор в продолжение 1 или 2 дней при обыкновенной температуре, часто помешивая, а затем профильтровывают.

л) *Метилоранжевый индикатор.* Растворяют 1 *г* метилоранжа в 50 *см*^{3} 95% спирта, разбавляют водой до 100 *см*^{3} и профильтровывают, если это необходимо.

Предварительно до употребления испытывают реактивы в виде пробы на сахар, для выявления находящихся нитратов.

Анализ

Отмеривают в перегонную колбу от 1 до 5 *г* в соответствии с содержанием азота, предназначенного для анализа вещества. Прибавляют от 15 до 18 *г* сернокислого калия или ангидрида сернокислого натрия, 1 *г* сернокислой меди или приблизительно 0,7 *г* металлической ртути и 25 *см*^{3} серной кислоты. Осторожно нагревают до тех пор, пока жидкость не перестанет пениться. Во избежание чрезмерной пенистости можно прибавить небольшой кусочек парафина. Затем быстро кипятят смесь и продолжают нагревание в течение некоторого времени после того, как смесь станет бесцветной или почти бесцветной, или до тех пор, пока окисление не будет законченным. Полное сжигание обыкновенно требует не менее двух часов.

После охлаждения жидкость разбавляют приблизительно 200 *см*^{3} воды и добавляют несколько кусочков зернистого цинка или пемзы, если это требуется для предотвращения толчков при кипении и 25 *см*^{3} сернистого калия или тиосульфата натрия при встряхивании колбы. Когда не пользуются металлической ртутью, то нет надобности в добавлении сернистого калия или натрия или тиосульфата натрия. Затем добавляют достаточное количество раствора едкого натрия, чтобы сделать реакцию ярко выраженной—щелочной (50 *см*^{3} обыкновенно бывает достаточно), осторожно наливая его (раствор) вдоль стенки колбы, так чтобы он не сразу смешивался с раствором кислоты; соединяют дестилляционную колбу с перегонным аппаратом, смешивают содержимое встряхиванием и перегоняют до тех пор, пока весь аммиак не перейдет в отмеренное количество стандартной кислоты. Первые 150 *см*^{3} дестиллята обыкновенно содержат весь аммиак. Титруют стандартным раствором щелочи, пользуясь в качестве индикатора метилоранжем или кошенилью.

Казеин и альбумин

Казеин

Казеин и альбумин необходимо определить, когда молоко бывает свежим или почти свежим. Когда практически неосуществимо установить их количество в течение ближайших 24 часов, то пробу молока консервируют прибавлением 1 части формальдегида на 2 500 частей молока и держат в прохладном месте.

I способ (официально)

Наливают 10 *г* исследуемого молока в химический стакан с 90 *см*³ воды при 40—42° Ц и тотчас же добавляют 15 *см*³ разбавленной уксусной кислоты (1+9). Размешивают и дают отстояться в продолжение 3—5 минут. Сливают на фильтр, промывают посредством фильтрования два или три раза с холодной водой и переносят осадок на фильтр. Промывают один или два раза на фильтре. Фильтрат должен быть прозрачным или почти прозрачным. Если первые порции фильтрата непрозрачные, повторяют фильтрование, после чего заканчивают промывание осадка. Определяют количество азота в промытом осадке и на фильтре как указано в способе, данном для определения общего количества белков, и для получения общего количества казеина умножают на 6,38.

К исследуемой пробе молока уксусную кислоту подливают небольшими частями, по нескольку капель и при этом помешивают, и подливание продолжают до тех пор, пока жидкость поверх осадка не станет прозрачной или почти прозрачной.

II способ (официально)

К 10 *г* исследуемого молока добавляют 50 *см*³ воды при 40° Ц, затем 2 *см*³ раствора квасцов калия насыщенного при 40° Ц или выше. Дают осадку опуститься на дно, переносят на фильтр и промывают холодной водой. Определяют количество азота в осадке и на фильтре, как указано в способе, данном для определения общего количества белка, и для получения общего количества казеина умножают на 6,38.

Альбумин

I способ (официально)

Точно нейтрализуют фильтрат, полученный по способу I для казеина, 10%-ным раствором едкого натрия, добавляют 0,3 *см*³ разбавленной уксусной кислоты (1+9) и нагревают в водяной бане до тех пор, пока альбумин полностью не выделится в виде осадка. Собирают осадок на фильтр, промывают холодной водой, определяют количество азота, как указано по способу, данному для определения общего количества белков, и для получения общего количества альбумина умножают на 6,38.

II способ (официально)

К фильтрату, полученному из определения казеина по второму способу, прибавляют 0,3 *см*³ разбавленной уксусной кислоты (1+9), кипятят до тех пор, пока альбумин не выделится полностью в виде осадка, и поступают так, как указано по первому способу для альбумина.

Молочный сахар

Оптический способ (официально)

Реактивы

а) *Раствор азотно-кислой ртути.* Растворяют ртуть в двойном по весу количестве крепкой азотной кислоты и разбавляют равным объемом воды.

б) *Раствор иодной ртути.* Растворяют 33,2 *г* иодистого калия и 13,5 *г* хлорной ртути в 20 *см*³ ледяной уксусной кислоты и 640 *см*³ воды.

Анализ

Устанавливают удельный вес молока, как указано под заголовком «Весовое определение (официально)». Количество, которое следует взять для пробы, предназначенной для анализа, колеблется в зависимости от удельного веса и его необходимо измерять при такой же температуре, при которой взят удельный вес. Подлежащий измерению объем будет найден на таблице 72, которая основана на двойном против нормального весе молочного сахара (32,9 *г* на 100 *см*³) для сахарной шкалы Вентцке.

Наливают указанное в табл. 72 количество молока в мерную колбу на 102,6 *см*³. Добавляют 1 *см*³ раствора азотно-кислой ртути или 30 *см*³ раствора подной ртути (излишек этих реактивов не приносит вреда), доводят до метки, встряхивают, фильтруют через сухой фильтр и поляризуют. Перед поляризацией в нагревании необходимости не встречается. При пользовании 200 *мм* трубкой для получения процентного соотношения молочного сахара, в данной пробе делят показание поляриметра на 2 (или при пользовании 400 *мм* трубкой делят его на 4).

Таблица 72

Объемы молока, соответствующие двойному против нормального веса [1]) молочного сахара

Удельный вес молока	Объем молока для двойного против нормального веса молочного сахара (шкала Вентцке) (в *см*³)	Удельный вес молока	Объем молока для двойного против нормального веса молочного сахара (шкала Вентцке) (*см*³)
1,024	64,25	1,030	63,90
1,025	64,20	1,031	63,80
1,026	64,15	1,032	63,75
1,027	64,05	1,033	63,70
1,028	64,00	1,034	63,65
1,029	63,95	1,035	63,55
		1,036	63,50

Объемный тиосульфатный метод (официально)

Реактивы

а) *Стандартный раствор тиосульфата.* Приготовляют раствор тиосульфата натрия ($Na_2S_2O_3 . 5H_2O$), содержащий 19 *г* чистых кристаллов на один литр воды. Точно взвешивают около 0,2 *г* чистой медной фольги и помещают в колбу емкостью 250 *см*³. Растворяют посредством нагревания с 5 *см*³ смеси равных объемов крепкой азотной кислоты и воды. Разбавляют до 50 *см*³, кипятят для того, чтобы удалить красные пары, добавляют 5 *см*³ крепкой бромной воды и кипятят до тех пор, пока бром не будет полностью удален. Снимают с огня и добавляют некоторое количество нашатырного спирта (требуется около 7 *см*³). Снова кипятят до тех пор, пока излишек аммиака не будет удален, на что указывает изменение цвета жидкости и частичное осаждение. Затем добавляют незначительный излишек крепкой уксусной кислоты (3 или 4 *см*³ 80% кислоты) и кипятят в продолжение одной минуты. Охлаждают до комнатной температуры и добавляют 10 *см*³ 30% раствора иодистого калия. Тотчас же титруют с раствором тиосульфата пока бурая окраска не побледнеет, и затем добавляют достаточное количество крахмала в ка-

[1]) Браун Ц. А. Справочник по анализу сахара.

честве индикатора для получения явно выраженной синей окраски. Осторожно продолжают титрование, пока окраска, вызванная свободным иодом, не исчезнет полностью. Под конец синий цвет превращается в бледно лиловый. Если в этот момент добавлять тиосульфат каплю за каплей и через некоторые промежутки времени после каждой капли для завершения реакции, то не испытывается затруднений при определении конечной точки с точностью до одной капли. Найдено, что 1 *см* раствора тиосульфата соответствует приблизительно 0,005 *г* меди.

б) *Раствор серно-кислой меди.* Растворяют в воде 34,639 *г* серно-кислой меди ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), разбавляют до 500 $см^3$ и профильтровывают через приготовленный асбест.

в) *Щелочный раствор тартрата.* Растворяют в воде 173 *г* винно-кислого калия-натрия и 50 *г* едкого натрия, разбавляют до 500 $см^3$, дают отстоятся в течение двух дней и профильтровывают через приготовленный асбест.

г) *Смешанный раствор.* Приготовляют перед самым употреблением, смешав поровну (б) и (в).

д) *Крахмальный индикатор.* Смешивают около 2 *г* истолченного в мелкий порошок картофельного крахмала с холодной водой до состояния жидкой пасты, наливают в нее около 200 $см^3$ кипятку при постоянном помешивании и немедленно прекращают нагревание.

Способ определения

Разводят 25 *г* пробы 400 $см^3$ воды в мерной колбе емкостью 500 $см^3$ и добавляют 10 $см^3$ раствора серно-кислой меди (б) и около 7,5 $см^3$ едкого калия такой крепости, чтобы одного объема было достаточно для полного осаждения меди в виде гидрата окиси из одного объема раствора сернокислой меди. Вместо раствора едкого калия такой крепости можно пользоваться 8,8 $см^3$ 0,5 N раствора едкого натрия. После прибавления раствора щелочи смесь все еще должна иметь кислую реакцию и содержать медь в растворе. Доводят колбу до метки в 500 $см^3$, смешивают и профильтровывают через сухой фильтр.

Наливают 5 $см^3$ реактива в стаканчик и нагревают до точки кипения. Во время бурного кипения добавляют 100 $см^3$ раствора молочного сахара, содержащего не более 0,3 *г* молочного сахара, и кипятят в продолжение 6 минут. Немедленно профильтровывают через асбест.

После промывания осадка закиси меди прикрывают тигель Гуча часовым стеклом и растворяют закись 5 $см^3$ разбавленной теплой азотной кислоты (1+1), налитой под часовое стекло с помощью пипетки. Собирают фильтрат в колбу емкостью 250 $см^3$ и сливают медь с часового стекла и тигля Гуча, пользуясь примерно 50 $см^3$ воды. Кипятят для того, чтобы удалить красные пары: добавляют 5 $см^3$ бромной воды, кипятят с целью удаления брома и в дальнейшем поступают, как указано выше под заголовком (а) «Стандартизация тиосульфата», начиная со слов: «Снимают с огня и добавляют некоторое количество нашатырного спирта» и, титруя тиосульфат, определяют количество восстановленной меди. Из таблицы 74 получают вес молочного сахара, эквивалетный весу найденной меди.

Примечание. Окись меди можно было собрать в асбестовый тигель и взвесить как таковую, но в отношении продуктов, содержащих большие количества минеральных или органических веществ (включая сахарозу). Американская ассоциация сельскохозяйственных химиков рекомендует определять медь из закиси меди при помощи вышеописанного объемного способа или путем электролитического осаждения меди.

Определение жира

Способ Готлиба-Розе (официально)

Отвешивают 10 *г* исследуемого молока в цилиндр Рериха или тому подобный прибор, добавляют 1,25 нашатырного спирта (2 *см*³ если молоко кислое) и тщательно смешивают. Добавляют 10 *см*³ 95% винного спирта, сильно взбалтывают в продолжение 30 секунд, прибавляют 25 *см*³ петролейного эфира (вторично медленно перегнанного при температуре ниже 60° Ц) и опять взбалтывают в течение 30 секунд. Дают постоять в течение 20 минут или до тех пор, пока верхняя жидкость не будет практически прозрачной. Сливают как можно больше раствора жира в эфире (обыкновенно остается от 0,5—0,8 *см*³) во взвешенную колбу через небольшой быстродействующий фильтр. Вновь экстрагируют остающуюся в цилиндре жидкость, на этот раз 15 *см*³ того и другого эфира, сильно взбалтывают в течение 30 секунд после каждого добавления и дают осесть. Сливают чистый раствор через небольшой фильтр в ту же самую колбу как и раньше и промывают кончик крана, воронку и фильтр несколькими *см*³ смеси обоих эфиров равной части, свободной от суспензионной воды. Для обеспечения полного удаления жира необходимо трехкратное экстрагирование. Это третье экстрагирование дает менее одного миллиграмма жира, если прежние растворы жира в эфире были максимально экстрагированы. Медленно выпаривают эфир в водяной бане, затем высушивают жир в сушильном шкапу, пока вес его не будет постоянным.

Удостовериться в чистоте жира можно, растворив его в небольшом количестве петролейного эфира. В случае, если остается осадок, совершенно удаляют жир при помощи петролейного эфира, высушивают осадок, взвешивают и вычитают вес. Наконец, вносят поправку в этот вес посредством пробного определения на применяемых реактивах.

Способ Бабкока (официально)

Реактив

Техническая концентрированная серная кислота. Уд. вес 1,82—1,83 при 20° Ц.

Аппаратура

а) *Бутирометр для молока.* Стандартный бутирометр Бабкока должен быть общей высотой 150—165 *мм*. Дно бутирометра плоское и ось шейки вертикальная, когда бутирометр стоит на ровной поверхности. Бутирометр наполняется 18 *г* молока.

Широкая часть бутирометра. Емкость широкой части до соединения с шейкой должна быть не менее 45 *см*³. Форма широкой части должна быть или цилиндрическая или коническая. Если цилиндрическая, то наружный диаметр должен быть между 34 и 36 *мм*, если коническая, то наружный диаметр основания должен быть между 31 и 33 *мм*, а максимальный диаметр—между 35 и 37 *мм*.

Шейка бутирометра. Шейка должна быть цилиндрической с одинаковым диаметром и длиной по меньшей мере на 5 *мм* больше наивысшей и наинизшей отметки на ней. Горлышко должно иметь диаметр не менее 10 *мм*. Градуированная часть шейки длиною не менее 63,5 *мм*. Общий процент градуирования должен равняться 8. Градуиро-

Таблица 73

Таблица для определения молочного сахара (по Сокслет-Вейну).

Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара
100	71,6	145	105,1	190	139,3	235	173,1	280	208,3
101	72,4	146	105,8	191	140,0	236	173,9	281	209,1
102	73,1	147	106,6	192	140,8	237	174,6	282	209,9
103	73,8	148	107,3	193	141,6	238	175,4	283	210,7
104	76,6	149	108,1	194	142,3	239	176,2	284	211,5
105	75,3	150	108,8	195	143,1	240	176,9	285	212,3
106	76,1	151	109,6	196	143,6	241	177,7	286	213,1
107	76,8	152	110,3	197	144,6	242	178,5	287	213,9
108	77,6	153	111,1	198	145,4	243	179,3	288	214,7
109	78,3	154	111,9	199	146,2	244	180,1	289	215,5
110	79,0	155	112,6	200	146,9	245	180,8	290	216,3
111	79,8	156	113,4	201	147,7	246	181,6	291	217,1
112	80,5	157	114,1	202	148,5	247	182,4	292	217,9
113	81,3	158	114,9	203	149,2	248	183,2	293	218,7
114	82,0	159	115,6	204	150,0	249	184,0	294	119,5
115	82,7	160	116,4	205	150,7	250	184,8	295	220,3
116	83,5	161	117,1	206	151,5	251	185,5	296	221,1
117	84,2	162	117,9	207	152,2	252	186,3	297	221,9
118	85,0	163	118,6	208	153,0	253	187,1	298	222,7
119	85,7	164	119,4	209	153,7	254	187,9	299	223,5
120	86.4	165	120,2	210	154,5	255	188,7	300	224,4
121	87,2	166	120,9	211	155,2	256	189,4	301	225,2
122	87,9	167	121,7	212	156,0	257	190,2	302	225,9
123	88,7	168	122,4	213	156,7	258	191,0	303	226,7
124	89,4	169	123,2	214	157,5	259	191,8	304	227,5
125	90,1	170	123,9	215	158,2	260	192,5	305	228,3
126	90,9	171	124,7	216	159,0	261	193,3	306	229,1
127	91,6	172	125,5	217	159,7	262	194,1	307	229,8
128	92,4	173	126,2	218	160,4	263	194,9	308	230,6
129	93,1	174	127,0	219	161,2	264	195,7	309	231,4
130	93,8	175	127,8	220	161,9	265	196,4	310	232,2
131	94,6	176	128,5	221	162,7	266	197,2	311	232,9
132	95,3	177	129,3	222	163,4	267	198,0	312	233,7
133	96,1	178	130,1	223	164,2	268	198,8	313	234,5
134	96,9	179	130,8	224	164,9	269	199,5	314	235,3
135	97,6	180	131,6	225	165,7	270	200,3	315	236,1
136	98,3	181	132,4	226	166,4	271	201,1	316	236,8
137	99,1	182	133,1	227	167,2	272	201,9	317	237,6
138	99,8	183	133,9	228	167,9	273	202,7	318	238,4
139	100,5	184	134,7	229	168,6	274	203,5	319	239,2
140	101,3	185	135,4	230	169,4	275	204,3	320	240,0
141	102,0	186	136,2	231	170,1	276	205,1	321	240,7
142	102,8	187	137,0	232	170,9	277	205,9	322	241,5
143	103,5	188	137,7	233	171,6	278	206,7	323	242,3
144	104,3	189	138,5	234	172,4	279	207,5	324	243,1

Продолжение таблицы 73

Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара	Миллиграммы меди	Миллиграммы молочного сахара
325	243,9	340	255,7	355	268,0	370	280,7	385	293,4
326	244,6	341	256,5	356	268,8	371	281,4	386	294,2
327	245,4	342	257,4	357	269,6	372	282,2	387	295,1
328	246,2	343	258,2	358	270,4	373	283,1	388	296,0
329	247,0	344	259,0	359	271,2	374	283,9	389	296,8
330	247,7	345	259,8	360	272,1	375	284,8	390	297,7
331	248,5	346	260 6	361	272,9	376	285,7	391	298,5
332	249,2	347	261,4	362	273,7	377	286,5	392	299,4
333	250,0	348	262,3	363	274,5	378	287,4	393	300,3
334	250,8	349	263,1	364	275,3	379	288,2	394	301,1
335	251,6	350	263,9	365	276,2	380	289,1	395	302,0
336	252,5	351	264,7	366	277,1	381	289,9	396	302,8
337	253,3	352	265,5	367	277,9	382	290,8	397	303,7
338	254,1	353	266,3	368	278,8	383	291,7	398	304,6
339	254,9	354	267,2	369	279,6	384	292,5	399	305,4
								400	306,3

вание должно представлять целый процент, полпроцента и одну десятую процента соответственно от 0,0 до 8,0 процентов. Деления, представляющие десятые доли процента должны быть не менее 3 *мм* в длину; деления, изображающие половинные доли процента, должны быть не менее 4 *мм* в длину, отступая на 1 *мм* влево, и деления, представляющие целые проценты, должны простираться по крайней мере до половины расстояния вокруг горлышка вправо и отступать по меньшей мере на 2 *мм* влево от делений, изображающих десятые доли процента. Каждое деление, представляющее целый процент, должно быть занумеровано, причем число помещается влево от шкалы. Емкость шейки для каждого целого процента на шкале должна быть 0,20 *см*^{3}. Максимальная погрешность всего градуирования или любой части такового не должна превышать объема наименьшей единицы градуирования. Каждый бутирометр должен быть так сконструирован, чтобы мог выдержать давление, которому он будет подвергнут в центрофуге.

а$_1$) *Испытание бутирометра.* Точность всякого сомнительного бутирометра следует устанавливать посредством калибрирования с ртутью (13,5471 *г* чистой сухой ртути при 20° Ц должны равняться 5% на шкале бутирометра емкостью 18 *г* и 10% на шкале бутирометра емкостью 9 *г*), причем бутирометры предварительно наполняются ртутью до ноля.

б) *Пипетка.* Стандартная пипетка для молока должна соответствовать следующей спецификации:

Общая длина—не более 330 *мм*.

Наружный диаметр верхней части пипетки, через которую производится всасывание,—6—8 *мм*.

Наружный диаметр нижней части пипетки—4,5—5,5 *мм*.

Длина верхней части пипетки—130 *мм*.

Длина нижней части пипетки—100—120 *мм*.

Расстояние до пометки градуирования выше утолщения—15—45 *мм*.

Выходное отверстие—прямое.

Градуирование. Пипетка содержит 17,6 *см*³ воды при 20° Ц, когда нижняя часть мениска совпадает с пометкой на трубке.

Наполнение в течение 5—8 секунд.

Максимальная погрешность в градуировании не должна превышать 0,05 *см*³. Пипетка должна быть помечена; емкостью 17,6 *см*³.

б) *Испытание пипетки.* Пипетку необходимо испытать, отмерив из бюретки объем воды (при 20° Ц), которую она вмещает до градуированной пометки.

в) *Мерка для кислоты.* Приспособление, которым пользуются для отмеривания серной кислоты, является ли это градуированным цилиндром или автоматом, прикрепленным к бутылке для кислоты, должно быть градуировано на емкость в 17,5 *см*³.

г) *Центрофуга.* Стандартная центрофуга каким бы способом она не приводилась в движение, должна быть сконструирована во всех своих деталях и таким образом установлена, чтобы быть в состоянии при полной нагрузке вращаться с необходимой скоростью с минимумом колебания, не создавая опасности причинить повреждение. В процессе центрофугирования ее следует нагревать при помощи электричества или как-нибудь иначе до температуры по меньшей мере 55° Ц. Она должна быть снабжена указателем скорости, который прикреплен постоянно, если это возможно. В отношении надлежащей скорости вращения можно удостовериться, справившись по таблице внизу.

Диаметр колеса в *см*:	25,4	30,5	35,6	40,6	45,7	50,8	55,9
Число оборотов в минуту:	1074	980	909	848	800	759	724

д) *Циркуль.* Для измерения столбика жира.

е) *Водяная баня для бутирометров, в которых производится испытание.* Снабжена термометром и приспособлением для поддержания температуры от 55° до 60° Ц.

Способ определения

Переливают в бутирометр, пользуясь пипеткой, 18 *г* пробы молока, приготовленного, как указано под заголовком «Приготовление пробы молока». Молоко, остающееся на кончике пипетки, после того как оно перестало свободно вытекать, следует оттуда выдуть. Подливают 17,5 *см*³ серной кислоты, предпочтительнее не всю сразу, выливая ее по стенке шейки бутирометра таким образом, чтобы смыть всякие следы молока в широкую ее часть. Температура кислоты должна быть около 15—20° Ц. Взбалтывают до тех пор, пока исчезнут все следы сгустка, затем помещают бутирометр в центрофугу, уравновешивают ее и по достижении надлежащей скорости вертят в продолжение 5 минут. Добавляют воды при температуре 60° Ц или выше, пока широкая часть бутирометра не будет закрыта. Вертят 2 минуты. Подливают горячей воды, пока столбик жидкости не приблизится к верхнему делению шкалы. Вертят еще одну минуту при температуре 55° до 60° Ц. Перемешают бутирометр в теплую водяную баню, температура которой поддерживается при 55—60° Ц, погружают его до верхнего уровня столбика жира и оставляют его там до тех пор, пока нижняя поверхность столбика жира не примет окончательной формы. Вынимают бутирометр из бани, обтирают и с помощью циркуля измеряют столбик жира в процентах от его нижней поверхности до наивысшей точки верхнего мениска.

Во время измерения столбик жира должен быть полупрозрачным золотисто-желтого или янтарного цвета и свободным от видимых частиц, находящихся в состоянии суспензии. Пробы, в которых столбик жира напоминает молоко или обнаруживает наличие сгустка или в которых показание неотчетливо или неопределенно, являются неудовлетворительными.

Выпаренное молоко

Взятие пробы (официально). а) Выпускают все содержимое банки в большой сосуд, тщательно размешивают и пропускают через чистое сито или цедилку, пока не получится однородная масса. Если заметно некоторое отделение жира, нагревают до 30—35° Ц часть молока, содержащую отделившийся жир, и помешивают до тех пор, пока не получится однородная эмульсия, затем присоединяют к ненагретой части и хорошенько смешивают. (В случае, если отделилось весьма заметное количество жира, делающее образование удовлетворительной эмульсии невозможным, точного анализа не произвести.)

б) Разбавляют 40 *г* однородной массы, приготовленной как указано в разделе (а), 60 *г* воды и тщательно смешивают.

Определение общего количества сухих веществ (официально). Отвешивают 4—5 *г* разбавленного молока в взвешенную плоскодонную платиновую чашку с диаметром не менее 5 *см* и поступают, как указано под заголовком «Весовой способ взятия пробы молока». Вносят в полученный результат поправку—на разбавление.

Определение золы (официально). Накаливают осадок после определения общего количества сухих веществ до-красна, пока зола не освободиться от углерода. Вносят в результат поправку на разбавление.

Определение общего количества белка (официально). Отвешивают 5 *г* неразбавленного молока; переливают в колбу Кьельдаля и поступают так, как указано под заголовком «Молоко». Для получения эквивалентного процентного соотношения соединений азота умножают процент азота на 6,38.

Определение казеина (официально). Отвешивают в стаканчик 10 *г* разбавленного молока и поступают так, как указано под заголовком «Молоко». Вносят в результат поправку на разбавление.

Определение альбумина (официально). Поступают так, как указано под заголовком «Молоко», пользуясь фильтратом, полученным от вышеуказанного способа определения казеина. Вносят в результат поправку на разбавление.

Определение молочного сахара (официально). Поступают так, как указано под заголовком «Молоко, объемный метод», пользуясь разбавленным молоком, и вносят в результат поправку на разбавление.

Определение жира. Видоизмененный способ Бабкока (182). Осторожно отвешивают 4,5 *г* хорошо размешанного выпаренного молока в бутирометр Бабкока. Прибавляют специальной пипеткой 17,6 $см^3$ воды. Подливают 17,5 $см^3$ серной кислоты и взбалтывают до тех пор, пока сгусток в бутирометре не растворится полностью. Вертят с обычной скоростью (одна тысяча оборотов в минуту) в продолжение пяти минут. В стеклянном стаканчике смешивают по равной доле воды и серной кислоты. Для одной или двух проб достаточно одной пипетки воды и одной полной мерки кислоты. Наполняют бутирометр, в котором

производится испытание горячей разбавленной кислотой до уровня, лежащего несколько ниже нижней части шейки. Вертят две минуты. Если жир, собравшийся у основания горлышка, не прозрачный, то взбалтывают бутирометр до тех, пор пока все белковое вещество не растворится полностью, наполняют бутирометр горячей водой приблизительно до 8-процентной пометки, вертят одну минуту и отсчитывают пробу 57° Ц. Столбик жира следует отсчитывать от верхней части верхнего мениска до нижней части нижнего мениска. Умножают показание на 4. Это дает правильный процент жира. Вместо отвешивания 4,5 *г* в бутирометр для взятия пробы можно пользоваться пипеткой, емкостью 4,3 *см*^{3}. После того как пипетка опорожнена, ее необходимо ополоснуть два раза и ополоски вылить в бутирометр, в котором производится испытание.

Для того чтобы сделать несколько проб от одного и того же образца, рекомендуется разбавлять выпаренное молоко равными частями воды по весу, затем отвесить девять грамм этой смеси, налить в бутирометр и добавить полпипетки воды.

Определение жира (официально). Отвешивают 4—5 *г* неразбавленного образца в цилиндр Рерига или в похожий на него прибор, разбавляют водой приблизительно до 10,5 *см*^{3} и поступают так, как указано под заголовком «Молоко». Способ Готлиб - Розе».

Сгущенное молоко с сахаром

Взятие пробы (официально). а) Если банка холодная, помещают ее в воду с температурой 30—35° Ц, пока она не нагреется. Вскрывают, чоищают все молоко, приставшее к внутренней части банки, и после того как перельют его в достаточно большую колбу, перемешивают до тех пор, пока вся масса не станет однородной.

б) Взвешивают 100 *г* тщательно размешанного молока, поместив его в мерную колбу емкостью 500 *см*^{3}, добавляют воды до метки и тщательно растворяют. Если проба не дает однородной эмульсии, то взвешивают отдельную часть (а) для каждого определения.

Определение сухого вещества. Отмеривают пипеткой 10 *см*^{3} подготовленного раствора сгущенного молока (б) и поступают так, как указано под заголовком «Молоко. Объемный способ», высушивая молоко либо на песке, либо на асбестовой сетке. Вносят в результаты поправку на разбавление.

Определение золы (официально). Выпаривают досуха 10 *см*^{3} раствора, приготовленного как указано выше (б) в водяной бане и прокаливают остаток следующим образом: осторожно обугливают при низкой температуре, не превышающей красного каления, пока зола не освободится от углерода. Если нельзя получить таким путем свободной от углерода золы, то обрабатывают обугленную массу горячей водой, собирают нерастворимый остаток на беззольный фильтр и сжигают фильтр вместе с содержимым, так чтобы получилась белая или почти белая зола. Добавляют фильтрата, выпаривают досуха и нагревают при красном калении, пока зола не станет белой или серовато-белой. Охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Вносят в результат поправку на разбавление.

Определение белков (официально). Определеяют количество азота, как указано под заголовком «Молоко», пользуясь 10 *см*^{3} раствора, приготовленного в соответствии с указанием под буквой (б), и для получения белковых веществ перемножают это число на 6,38. Вносят в результат поправку на разбавление.

Определение молочного сахара (официально). Разбавляют 100 *см*³ раствора, приготовленного как указано выше под буквой (б) в мерной колбе вместимостью в 250 *см*³ приблизительно до 200 *см*³. Добавляют 6 *см*³ медного раствора феллинговой жидкости. Добавляют колбу водой до метки и тщательно смешивают. Фильтруют через сухой фильтр и устанавливают количество молочного сахара, как указано под заголовком «Молоко. Объемный тиосульфатный способ. Реактивы (б)». Способ определения, начиная со второго параграфа и дальше. Вносят в результат поправку на разбавление.

Определение жира. Видоизмененная проба Бабкока. Отвешивают 18 *г* или отмеривают 16,1 *см*³ 40%-ного раствора сгущенного молока в стандартный бутирометр Бабкока для определения процента жира в молоке. Добавляют 4 *см*³ серной кислоты, удельного веса 1,82—1,83. Взбалтывают, пока кислота не смешается как следует с молоком. В продолжение шести минут вращают полным ходом рукоятку центрофуги Бабкока. Центрофуга должна итти ровно. Останавливают центрофугу постепенно и осторожно вынимают бутирометры, так чтобы не разбить слой плавающего на поверхности белка. Сливают чистую сыворотку медленным наклонением бутирометра. Теперь добавляют две трети наполненной водой пипетки вместимостью 17,6 *см*³. После тщательного взбалтывания, для того чтобы эмульгировать белок и полностью смыть с него сахарозу, добавляют 4 *см*³ серной кислоты, взбалтывают, вращают в центрофуге и сливают как и раньше. Затем добавляют 17,6 *см*³ воды специальной пипеткой, 17,6 *см*³ серной кислоты и заканчивают анализ по способу Бабкока обычным порядком, как указано под заголовком «Молоко». Количество найденного жира умножают на 2,5.

Этот способ оказывается удовлетворительным для сгущенного молока с сахаром, содержащего не менее 4—5% жира. В отношении сгущенного молока с более низким содержанием жира сливание чистой сыворотки затруднено, так как белок в частично снятом продукте бывает слишком тяжел для того, чтобы плавать на поверхности в виде плотной массы.

Определение жира (официально). Отвешивают 4—5 *г* однородной пробы, приготовленной в соответствии с указанием под заголовком «Взятие пробы (а)» в цилиндр Рериг или аналогичный прибор, разбавляют водой приблизительно до 10,5 *см*³ и поступают, как указано под заголовком «Молоко.—«Способ Готтлиба-Розе».

Определение сахарозы (официально)

Метод поляризации

Приготовление реактива. К 220 *г* желтой окиси ртути добавляют 300—400 *см*³ воды и достаточное количество крепкой азотной кислоты для того, чтобы получить прозрачный раствор (около 140 *см*³ будет достаточно), приняв меры к тому, чтобы излишек кислоты был бы по возможности наименьшим. Разбавляют до 800—900 *см*³ и медленно подливают 10%-ный раствор едкого натрия при взбалтывании, пока не получится некоторый постоянный осадок. Разбавляют до 1 *л* и профильтровывают. Раствор склонен с течением времени становиться кислым, вследствие разложения основных солей ртути. По этой причине иногда следует добавлять разбавленной щелочи, пока не получится некоторый постоянный осадок, и раствор профильтровать.

Способ определения

Отмеривают 50 *см*³ раствора, приготовленного как указано под заголовком «Взятие пробы (б)» в мерную колбу емкостью в 100 *см*³, подливают 25 *см*³ воды, смешивают, добавляют 5 *см*³ азотнокислой ртути и хорошенько взбалтывают. Прибавляют немедленно и при постоянном встряхивании достаточное количество 0,5 N раствора едкого натрия для того, чтобы сделать смесь нейтральной по отношению к лакмусовой бумаге, соблюдая осторожность и избегая щелочной реакции (обыкновенно требуется 12—13 *см*³) и доводят водой до 100 *см*³, основательно размешивают и профильтровывают через сухой фильтр. Поляризуют фильтрат в трубке длиною 200 *мм*, а затем инвентируют при комнатной температуре следующим образом (1): к 50 *см*³ прозрачного раствора, освобожденного от свинца (см. ниже параграф «Об удалении свинца»), добавляют 10 *см*³ разбавленной соляной кислоты (уд. вес 1,1029 при 20° Ц или 24,8—24,9° по Бриксу при 20° Ц) и оставляют в покое на 24 часа при температуре не ниже 20° Ц, или (2) на 10 часов, если температура выше 25° Ц, или в течение 10 мин. при постоянной температуре в 70° Ц. Доводят водой до 100 *см*³ при 20° Ц. Хорошенько смешивают и поляризуют раствор в 200-миллиметровой трубке, предпочтительнее снабженной водяной рубашкой с входным и выходным отверстиями для воды, поддерживаемой при 20° Ц. Это показание надо помножить на 2, для того чтобы получить инвертированное показание. Если приходится работать при другой температуре, нежели 20° Ц, что допустимо в некоторых узких пределах, то объемы следует пополнить и производить поляризацию при абсолютно одинаковой температуре. Учитывая осадок, вносят поправку в оба показания для объема, занимаемого белковыми веществами и жиром, так как 1 *г* белка занимает 0,8 *см*³ объема и 1 *г* жира—1,075 *см*³. Рассчитывают процент сахарозы по нижеследующей формуле, пользуясь показаниями до и после инверсии, полученными выше.

$$S = \frac{100(P-I)}{143{,}2 + 0{,}0676(m-13) - T/2}$$, в которой

S = проценту сахарозы;

P = поляризации раствора до инверсии;

I = поляризации раствора после инверсии;

T = температуре, при которой произведен отсчет;

m = граммам общего количества сухих веществ в 100 *см*³ инвертного раствора, по показанию поляриметра.

Удаление свинца перед инверсией. Для устранения ошибки при расчете сахарозы удаляют из раствора свинец или прибавлением ангидридного щавелевокислого калия к остающемуся раствору несколько раз понемногу, избегая излишка и удалив осадок свинца фильтрованием, или (2) прибавлением безводного углекислого натрия при тех же условиях. Вводят 50 *см*³ свободного от свинца фильтрата в колбу емкостью в 100 *см*³. Если для удаления свинца пользовались углекислым натрием, то излишек углекислого натрия осторожно нейтрализуют несколькими каплями разбавленной соляной кислоты, затем приступают к инверсии.

Сухое молоко и солодовое молоко

Взятие пробы. При взятии пробы содержимое каждой упаковки сухого молока (обыкновенно 224 или 448 *г*) высыпается на большой лист бумаги и тщательно перемешивается, причем шпателем размельчаются

всякие случайные комочки, могущие там оказаться. Проба сохраняется в банке с притертой пробкой во избежание поглощения влаги.

Солодовое молоко чрезвычайно гигроскопично. Трудно приготовить образец без поглощения влаги из воздуха. Поэтому образец надо приготовлять быстро и при наименьшем соприкосовении с воздухом. Сухое молоко также гигроскопично, но в меньшей степени.

Определение воды. Отвешивают 1—2 *г* пробы в фарфоровую плоскодонную чашку не менее 5 *см* в диаметре и известного веса, равномерно рассыпают для облегчения высушивания и нагревают в сушильном шкафу при температуре кипения воды в продолжение часа до постоянного веса. Охлаждают в эксикаторе и во избежание поглощения влаги быстро взвешивают.

Молочные продукты, содержащие большое количество сахара, как напр. солодовое молоко и сухое молоко, в которых добавлена сахароза, сохнут очень медленно и требуют более продолжительного времени для выдерживания в сушильном шкафу. Они легко обугливаются, этого надо остерегаться. Высушивание можно ускорить, рассыпав продукт на асбесте.

Определение золы. Накаливают 1 *г* пробы при слабом красном калении пока она не освободится от углерода. Охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Остаток от пробы на определение воды можно превратить в золу.

Определение жира. В стакан вместимостью 250 $см^3$ отвешивают 15 *г* пробы, доливают теплой водой, пока содержимое стакана не будет весить 100 *г*, помешивают стеклянной палочкой до получения однородной жидкости и охлаждают до комнатной температуры. Помешивают смесь и отвешивают аккуратно около 10 *г* в небольшой цилиндр или стаканчик, потом переводят в цилиндр Рерига или аналогичный прибор, после чего прибавляют 10 $см^3$ 95° винного спирта. Не прибавляя нашатырного спирта поступают как указано под заголовком «Молоко. Способ Готлиба-Розе», начиная со слов «Добавляют 25 $см^3$ эфира».

Можно также отвесить от 0,5 до 1,0 *г* первоначального сухого продукта, приготовленного в соответствии с указаниями под заголовком; «Взятие пробы» непосредственно в цилиндр Рерига или аналогичный прибор, долить от 8 до 10 $см^3$ горячей воды, хорошенько взболтать до полного растворения и, не прибавляя при этом аммиака, следовать указаниям, данным для споссба Готлиба-Розе под заголовком «Молоко».

Суппли и Беллис (159) сообщают, что «видоизмененный способ Бабкока весьма ненадежен при применении к анализу сухого молока на содержание жира».

Определение белковых веществ. Отвешивают 1 *г* молока в специальную колбу Кьельдаля и устанавливают количество азота в соответствии с указаниями под заголовком «Молоко. Способ Кьельдаль-Гуннинг-Арнольда». Зная количество азота в молоке, переводят на белковое соединение, умножая на 6,38.

Найдено, что в отношении солодового молока применение коэфициента 6,25 дает более правильно общее содержание белка. Причина этого заключается в том, что солодовое молоко содержит большие количества растительных белков, которые имеют более низкий процент азота.

Определение казеина в солодовом молоке. Нет необходимости в предварительном обезжиривании пробы молока. Отвешивают в эрленмейеровскую колбу емкостью в 500 $см^3$ 10 *г* молока, приготовленного со-

гласно указаниям под заголовком «Взятие пробы» и добавляют 250 *см*³ однопроцентного раствора щавелевокислого натрия. Нагревают до точки кипения и слегка кипятят в продолжение нескольких минут, затем охлаждают, добавляют 5 *г* углекислого магния и профильтровывают. Устанавливают количество азота в 50 *см*³ этого фильтрата. Переливают с помощью пипетки 100 *см*³ фильтрата в мерную колбу емкостью 200 *см*³ и разбавляют водою почти до самой метки. Для осаждения казеина прибавляют 2 *см*³ кристаллической уксусной кислоты или 1 *см*³ концентрированной серной кислоты. Дополнив объем до метки, взбалтывают, профильтровывают и определяют количество азота в 100 *см*³ фильтрата. Разность между этими двумя определениями азота даст азот, полученный из казеина, который при умножении на 6,38 даст количество казеина, находящегося в 2 *г* пробы. Количество казеина можно установить по способу, данному Лийчем (56), а именно:

«Экстрагируют эфиром 20 *г* исследуемого молока, высушивают при комнатной температуре и взвешивают. Растирают 10 *г* сухого обезжиренного вещества с небольшим количеством однопроцентного раствора щавелевокислого натрия, доливают в мерную колбу емкостью 250 *см* приблизительно 200 *см*³ щавелевокислого раствора, нагревают до точки кипения и вновь доводят почти до метки кипящим щавелевокислым раствором. Дают постоять 18 часов, встряхивают от поры до времени, наполняют до метки щавелевокислым раствором и профильтровывают через сухой фильтр. Берут пипеткой 100 *см*³ фильтрата, добавляют капля за каплей при постоянном помешивании 5³ *см* пятипроцентного раствора уксуснокислого урана и тридцатипроцентной уксусной кислоты, пока не начнет образовываться осадок казеина, затем прибавляют еще 5 капель кислоты. Центрофугируют, фильтруют, совершенно отмывают щавелевокислую соль при помощи раствора, содержащегося в 100 *см*³ 5 *г* уксуснокислого урана и 3 *см*³ уксусной кислоты и определяют количество азота в фильтрате и осадке по способу Кьельдаль-Гуннинг-Арнольда. Вычисляют количество казеина, пользуясь коэфициентом 6,38».

Определение казеина в сухом молоке. Устанавливают количество казеина в десятипроцентном растворе сухого молока в воде, как дано под заголовком «Казеин в молоке».

Определение солодового сахара (мальтозы), молочного сахара и декстрина в солодовом молоке. Количество солодового сахара (мальтозы) можно определить самостоятельно по способу брожения, предложенному Брауном (82), причем солодовый сахар уничтожается брожением при пользовании чистыми культурами дрожжей. Вид дрожжей, употребляемых для этой цели—это Saccharomyces cerevisiae. По данным некоторых лабораторий (161), обыкновенные дрожжи, которыми пользуются в пекарнях, являются довольно чистой культурой этого вида и пригодны для этой цели. Лучше всего осуществить брожение в эрленмейеровской колбе емкостью 150 *см*³ с короткой трубкой для хлористого кальция для высушивания CO_2 (углекислоты). Посредством взвешивания аппаратуры для брожения до и через 3—5 дней после брожения можно установить потерю в весе вследствие углекислоты, выделенной бродившей мальтозой (солодовым сахаром).

В данном случае молочный сахар не подвергается брожению. Поэтому, определив общее количество сахаров по выделившейся меди, можно получить молочный сахар путем вычисления разности.

В солодовом молоке также находится декстрин, но он не служит помехой для вышеописанного анализа, так как декстрин не восстанавливает меди (до тех пор, пока не гидролизуется) и не подвергается брожению от действия чистых дрожжей, какими пользуются в пекарне. Анализы показывают, что декстрин можно определить путем разности, т. е. вычитанием суммы процента воды, общего количества белка, жира, золы, молочного сахара и солодового сахара (мальтозы) из 100.

Определение молочного сахара в сухом молоке. Количество молочного сахара можно определить из десятипроцентного раствора сухого молока в воде. В случае, если имеется сахароза, количество молочного сахара и сахарозы можно получить способами, описанными под заголовком «Сгущенное молоко с сахаром».

Примечание. Было найдено, что вышеуказанные способы определения количества сахаров в отдельности в этих продуктах дают довольно правильные результаты, но вследствие сложного характера этих продуктов они очевидно ограничены некоторыми пределами в отношении точности.

Определение степени растворимости

Способы определения растворимости сухого молока изложены в главе XXX.

I. Количество нерастворимого осадка

(Способ Марквардта [162])

«Отвешивают один грамм молока в пробирку вместимостью 15 *см*³, наполняют пробирку водой при температуре от 50 до 55° Ц и центрофугируют в продолжение двух минут при 1000 оборотах в минуту. Сливают жидкость, добавляют новую порцию воды, взбалтывают и снова центрофугируют. Повторяют эту процедуру до тех пор, пока после центрофугирования не получится прозрачный раствор, что указывает на то, что все составные части, растворимые в воде при 50—55° Ц, уже удалены. После окончательной обработки нерастворимое вещество высушивают в продолжение пяти часов при 99° Ц. Затем пробирку и ее содержимое взвешивают и вычисляют процент нерастворимого вещества».

II. Количество белка в состоянии суспензии во вновь разведенном молоке

(Способ Сушпли [163])

Разбавляют сухое молоко водою с температурой 65° Ц, пользуясь такими порциями воды и сухого продукта, чтобы получилась жидкая смесь с точно таким же содержанием сухих веществ, как и в первоначальном молоке, из которого приготовлено сухое молоко. Это разведенное молоко выдерживается в продолжение 10 минут при 65° Ц и постоянном помешивании, после чего берется проба объемом в 10 *см*³, центрофугируется в продолжение 10 минут со скоростью 2000 оборотов в минуту. Если натуральное жидкое молоко подвергнуть такой обработке, то получилось бы немного или совсем не получилось бы осадка. Поэтому мы можем предполагать 100-процентную растворимость. Разные виды сухого молока, растворенные в воде и подвергнутые вышеописанной обработке, дают различные степени осадка на дне пробирки. Осторожно сливают жидкость и определяют общее количество белка в соответствии с указаниями, данными под заголовком «Молоко».

Проба Можоннье для определения жира и сухих веществ

Проба Можоннье для определения жира и сухих веществ в молоке и молочных продуктах представляет собою применение химической аппаратуры и механических приспособлений, обладающих высокой степенью точности, остроумно придуманных, научно видоизмененных и в особенности приспособленных для точных анализов молочных продуктов. Эта система дает способы для вычисления жира и сухих веществ, которые соединяют в себе точность официального химического анализа с быстротой заводских проб. Она была введена и с успехом применяется на заводах сгущенного молока в САСШ и хорошо восполняет давно ощущающуюся потребность в надежных и точных способах испытания молока разных сортов сгущенного молока и сухого молока и для стандартизации этих продуктов в заводских условиях.

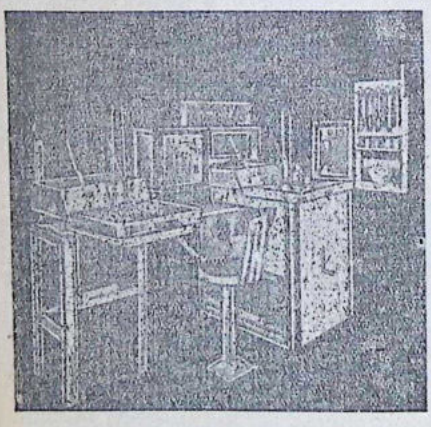


Рис. 150. Аппаратура Можоннье для взятия пробы на жирность молока.

Пользование прибором Можоннье требует специально сконструированного оборудования и аппаратуры, как показано на рис. 150. Полные инструкции для работы прилагаются фирмой к каждому комплекту.

Проба на жирность по способу Гербера

Этот анализ, похожий на анализ Бабкока, предназначен для быстрого определения жира в молоке и в молочных продуктах. Реактивы, которыми здесь пользуются,—это амиловый спирт и серная кислота. Аппаратура состоит из бутирометра, в которых центрофугируется смесь молока и реактивов: длина столбика жира выражается в процентах жира.

3. Бактериологические анализы

Стеклянная посуда. Для всех видов бактериологической работы необходима вполне стерильная стеклянная посуда. Стандартный способ стерилизации бактериологической стеклянной посуды предусматривает действие 175° по Цельсию температуры в продолжение одного часа в стерилизаторе, действующем горячим воздухом.

Среды. Если желательно получить результаты, сравнимые с данными работ по стандартному контролю молока, пользуются стандартными средами, предложенными Американской ассоциацией общественного здравоохранения (164). Для получения максимальных подсчетов рекомендуется или агар, приготовленный на мясном бульоне, сывороточный агар или агар, приготовленный на сухом молоке.

Агар на мясном бульоне. Пользуются следующими составными частями в количествах, указанных ниже, на литр готовой среды.

1000 *см*³ дестиллированной воды,
454 *г* мелкоизрубленного мяса,
10 *г* пептона,
15 *г* изрезанного на мелкие части агара.

Кислотность доводится до 1% нормальной кислоты.

Способ приготовления. К 500 *см*³ дестиллированной воды прибавляют мелко изрубленное или пропущенное через мясорубку мясо и хорошенько его размешивают. Дают простоять в течение ночи. Затем процеживают, выжимая через сырную серпянку и пополняют объем до 500 *см*³ дестиллированной водой. Прибавляют пептон, смешивают и нагревают до 55° С.

Разрезают полоски агара на мелкие кусочки, прибавляют 500 *см*³ горячей дестиллированной воды и полностью растворяют посредством кипячения над огнем. Помешивают для того, чтобы не дать пригорать. Дополняют количество воды до первоначального объема, охлаждают до 55° Ц, вливают в мясной отвар и смешивают. Регулируют реакцию в соответствии с указаниями под заголовком «Кислая реакция» и нагревают в автоклаве под давлением в продолжение достаточного промежутка времени для того, чтобы вызвать осаждение альбумина и обеспечить получение прозрачной среды. Давление от 0,35 до 0,7 амосферы в продолжение от 20 до 30 минут обыкновенно бывает достаточно. Затем отфильтровывают через гигроскопическую вату, разливают по колбам или пробиркам и стерилизуют в течение 20 минут при давлении в 1,0 атмосферы.

Кислая реакция. Перед стерилизацией к 10 *см*³ вышеуказанной среды доливают около 40 *см*³ дестиллированной воды в фаянсовую чашечку для выпаривания. Кипятят и титруют децинормальным раствором едкого натрия, пользуясь в качестве индикатора фенолфталеином, и доводят реакцию до одного процента нормальной кислоты. Один процент нормальной кислоты или +1 эквивалентен 1 *см*³ нормальной кислоты в 100 *см*³ среды. Титрование отсчитывается непосредственно в процентах нормальной кислоты. На каждую одну десятую процента нормальной кислоты сверх 1% прибавляют по 1 *см*³ нормального раствора щелочи на 1000 *см*³ среды.

Если желательно стандартизировать ракцию до определенной концентрации водородных ионов, нужно воспользоваться колориметрическим способом определения, описанным в стандартных способах анализа молока (164).

Сывороточный агар. Пользуются следующими составными частями в количествах, указанных ниже, на литр приготовленной в окончательном виде среды:

1000 *см*³ свежей сыворотки,
10 *г* пептона,
15 *г* изрезанного на мелкие части агара.

Кислотность доводится до +1 (1% нормальной кислоты).

Способ приготовления. Сычужным ферментом сквашивают свежий обрат, нагретый приблизительно до 40° Ц. Дают осесть, пока не образуется плотный сгусток. Разрезают сгусток на мелкие кусочки и нагревают для того, чтобы удалить сыворотку. Процеживают через серпянку.

Растворяют пептон в 500 *см*³ только что приготовленной сыворотки. Растворяют агар в других 500 *см*³, прокипятив над огнем и заменяя выпаренную воду. Охлаждают приблизительно до 55° Ц и смешивают с раствором пептона в сыворотке.

Доводят кислую реакцию до +1, как указано под заголовком «Агар на мясном бульоне», прибавляют белок от одного яйца, тщательно размешивают, разливают по колбам и нагревают для осаждения альбумина в соответствии с указаниями, данными под заголовком «Агар на мясном бульоне». Затем профильтровывают через гигроскопическую вату, разливают по колбам или пробиркам и стерилизуют при 1,0 атмосфере пара в автоклаве в продолжение около 20 минут.

Агар на сухом молоке. Применение агара на сухом молоке дает несколько большие количества бактерий, чем «агар на мясном бульоне». Однако его успешное применение требует весьма высокой степени точности в отношении составных частей, техники приготовления и регулирования кислой реакции, что, вследствие этого, сопряжено с дополнительными затруднениями, которые делают его применение несколько ограниченным при обычных существующих в заводской лаборатории условиях. В отношении подробных указаний, описывающих способ приготовления агара на сухом молоке, вниманию читателя предлагается «Биологический журнал» от 6 мая 1920 г. (165).

Способ подсчета микробов в чашках Петри

Молоко

Взятие пробы. Берут пробу из тщательно размешанного молока прямо из привезенной тары, пользуясь отдельными или смешанными пробами в зависимости от случая. Пользуются стерильными пробирками и узкогорлыми бутылками для взятия пробы со стеклянными пробками. Помещают пробы в ледяную воду, пока не будет все готово к их использованию.

Разведение пробы молока. Количество бактерий, содержащихся в молоке в приемной завода, колеблется в широких пределах—от нескольких тысяч до свыше 1 000 000 бактерий на 1 *см*³. Для удовлетворительных подсчетов чашки Петри должны содержать приблизительно от 30 до 200 колоний. Поэтому необходимо произвести несколько различных разведений.

Приготовляют разведение посредством стерилизации по 100 *см*³ дестиллированной воды в целом ряде колб с узким горлышком. После охлаждения переводят с помощью стерильной пипетки пробу молока в одну их этих колб для разведения. Хорошенько смешивают, сильно взбалтывая. Важно, чтобы взбалтывание было одинаковым для каждой колбы. Это представляет разведение 1 : 100. Наливают 1 *см*³ этого разведения в чашку Петри.

Наливают 0,1 *см*³ того же самого разведения в другую чашку Петри для того, чтобы получить разведение 1 : 1000, и 1 *см*³ наливают в другую колбу для получения разведения 1 : 10 000.

Один *см*³ этого второго разведения переносится в чашку Петри, и это количество представляет $\frac{1}{10\,000}$ одного *см*³ первоначального молока.

Если желательно разводить еще больше, то вышеописанную процедуру можно продолжить. При средних нормальных условиях, даже там,

где о санитарном состоянии молока ничего не известно, трех разведений обыкновенно бывает достаточно.

Посев в чашки Петри. После перенесения желательных разведений в стерильные чашки Петри наливают в каждую чашку около 10 *см*³ расплавленного агара, охлажденного до 45° Ц и перемешивают, сообщив чашке Петри вращательное движение. Дают агару застыть, затем переворачивают чашки вверх дном и ставят в термостат при 37° Ц и по истечении 48 часов производится подсчет. Для каждого разведения необходимо брать две чашки и при подсчете выводить среднее.

Подсчет колоний. Количество колоний, найденных на чашке, умножают на взятое при посеве разведение. Это дает число колоний в 1 *см*³ молока. Например, чашки Петри, представляющие одну тысячную одного *см*³ первоначального молока (разведение 1 : 1000) показывают в среднем 156 колоний. Следовательно, число колоний в 1 *см*³ первоначального молока составляет 156 ×1000=156 000.

Сгущенное молоко с сахаром

Взятие пробы. Для получения пробы сгущенного с сахаром молока, упакованного в деревянную тару, пользуются широкой стерильной стеклянной трубкой. Нужно взять около 100 *г* молока и перенести в стерильную с широким горлышком колбу со стеклянной пробкой. Из этой пробы отвешивают около 10 *г* в вывешенную стерильную с широким горлышком колбу для разведения.

У закупоренных жестянок стерилизуют верх банки, протирая его чистой пропитанной спиртом тряпкой, затем наливают несколько капель спирта наверх, зажигают спирт и дают ему сгореть. После этого вскрывают банку стерильным ножом или стерильной специальной машинкой и смешивают содержимое стерильной ложкой, шпателем или пробиркой для взятия пробы. Втягивают в пробирку достаточное количество и переливают в нее около 10 *г* в стерильную вывешенную с широким горлышком колбу для разведения. Если продукт в банке слишком вязок и не может оттуда вытечь, размешивают его стерильной ложкой и ею же переносят около 10 *г* в колбу для разведения.

Разведение. Узнают вес пробы в вывешенной колбе для разведения, добавляют необходимое количество стерильной воды, имеющей температуру около 37° Ц, с тем, чтобы составить раствор 1 : 10. Встряхивают, пока не получится однородный раствор, удостоверившись, что весь сахар полностью растворился. Приготовляют столько дополнительных разведений, сколько может потребоваться, если руководствоваться способом, описанным под заголовком «Молоко».

При обычных условиях количество бактерий в нормальном сгущенном молоке с сахаром таково, что разведения 1 : 10 и 1 : 100 достаточны.

Среды. Пользуются агаром на мясном бульоне, к которому перед стерилизацией добавляют 2% безводной глюкозы.

Посев в чашки Петри. Посев в чашки Петри производится в соответствии с указаниями под заголовком «Молоко», посевы переносят в термостат при комнатной температуре на 5 дней и делают подсчет по способу, данному под заголовком «Молоко». Во время выдерживания при этой температуре не встречается необходимости в перевертывании банок, потому что конденсации воды на крышке не происходит.

Выпаренное молоко

(Сгущенное молоко без сахара)

Взятие пробы. В отношении простого сгущенного оптового молока без сахара следуют указаниям для «Приготовления пробы сгущенного молока с сахаром». Что касается выпаренного молока в герметически запаянных жестянках, то перед вскрытием смешивают их содержимое посредством встряхивания. Стерилизуют верх жестянки, как описано под заголовком «Сгущенное молоко с сахаром». Пробивают вверху отверстие стерильным гвоздем или другим инструментом и переливают при помощи стерильной пипетки 1 *см*³ содержимого в пробирку для разведения, содержащую 9 *см*³ стерильной воды.

Если содержимое жестянки плотное или слишком вязкое, то вскрывают верх стерильным ножом или машинкой для вскрытия банок. Размешивают стерильной ложкой и переводят около 10 *г* в вывешенную колбу для разведения, взвешивают и подливают достаточное количество стерильной воды для получения разведения 1 : 10.

Разведение. Смешивают, стряхивая колбу, для разведения и переносят в чашки Петри. Что касается нормальных жестянок, то пробу можно перенести прямо из банки в среду без разведения. В таком случае рекомендуется переносить платиновой петлей на косо застывший агар или при помощи пипетки емкостью в 1 *см*³ в лакмусовое молоко. В нормальных жестянках эта проба применяется только для определения стерильности.

Если жестянка обнаруживает признаки брожения, рекомендуются разведения большие, чем первое вышеуказанное разведение. Они производятся так, как описано под заголовком «Молоко».

Среды. Пользуются агаром на мясном бульоне. Если желательно иметь чашки Петри с посевом молока, которое подверглось брожению, необходимо пользоваться средами, которые пригодны для типов бактерий, являющихся причиной этого брожения, как объяснено в дальнейшем под заголовком «Качественные способы».

Производство подсчетов. Посев производится в чашки, выдерживается в термостате и делается подсчет, как указано под заголовком «Сгущенное молоко с сахаром».

Сухое молоко

Взятие пробы. Пробу берут по возможности из средины тары стерильной ложкой в стерильную колбу. Отвешивают на кусочке стерильной бумаги ровно 10 *г* и пересыпают в колбу для разведения, содержащую 90 *см*³ стерильной воды, имеющей температуру около 37° Ц. Взбалтывают до тех пор, пока молоко не растворится.

Разведение. Взятая проба представляет собою разведение 1 : 10. Так как сухое молоко содержит относительно немного бактерий, обыкновенно не встречается необходимости в дальнейших разведениях. Дальнейшие разведения могут и не потребоваться в зависимости от типа сухого молока, продолжительности нагревания, применяемой до и во время высушивания, и от степени повторного загрязнения между сушильной камерой и окончательной упаковкой. В тех случаях, когда источник происхождения сухого молока неизвестен, следует делать разведение 1 : 100, 1 : 1000 и 1 : 10000.

Разливка в чашки Петри. Пользуются «агаром на мясном бульоне» и ставят в термостат при температуре 37° Ц на 48 часов.

Качественные способы бактериального анализа

Способ и среды, применяемые для качественного бактериального исследования, должны по необходимости разниться в зависимости от целевого назначения такого анализа. Так, например, может быть желательно ограничить исследование определением преобладающих типов находящихся бактерий или же изучить причину специфического бактериального порока, или же установить точные культурные отличительные черты находящихся микроорганизмов для систематической классификации видов.

Определение преобладающих типов имеющихся в наличии бактерий. Цель здесь заключается в том, чтобы получить общее представление о типе находящихся микроорганизмов, т. е. являются ли они кислотообразователями разжижающими, газообразующими дрожжами или плесенями и т. п. Некоторые из этих типов способны вызывать нежелательные виды брожения. Относительно источников происхождения и влияния этих видов см. главы XXIV и XXV «О пороках сгущенного молока». Их присутствие в сухом молоке указывает на чрезмерное их размножение и на неполное уничтожение во время процесса высушивания. Кислотность молока обусловливает в значительной степени растворимость и способность к хранению сухого молока.

Кислотообразующие бактерии. Пользуются агаром на мясном бульоне, к которому перед стерилизацией было прибавлено 2 процента молочного сахара. Перед тем как налить агар, наливают в каждую чашку Петри по 1 $см^3$ стерильного раствора азолитмина и поступают так, как указано под заголовком «Способ чашек Петри» для соответствующего молочного продукта. Кислотообразующие микроорганизмы дают красный круг вокруг каждой колонии.

Определение кислотообразующих бактерий имеет значение для молока, сгущенного молока с сахаром и сухого молока. Присутствие больших количеств таких бактерий в молоке указывает на загрязнение его от нечистой посуды или во время неправильного охлаждения на месте получения. В сгущенном молоке с сахаром они могут способствовать раннему бактериальному загустеванию.

Разжижающие бактерии. Приготовляют чашки с агаром в соответствии с указаниями под заголовком «Способ чашек Петри» и после выдерживания в термостате каждого определенного типа колоний приготовляют желатиновые культуры уколом платиновой иглы в пробирки, содержащие затвердевшую желатину.

Приготовляют желатину по указаниям, данными под заголовком «Агар на мясном бульоне», но вместо 17 $г$ агара прибавляют 100 $г$ желатина на 1000 $см^3$ приготовленной в окончательном виде среды. Растворяют желатину в 500 $см^3$ дестиллированной воды посредством нагревания в водяной бане. Прибавляют этот раствор желатины в 500 $см^3$ раствора пептона в мясном бульоне и поступают в соответствии с указаниями под заголовком «Агар на мясном бульоне». Нагревают до температуры не выше, чем это требуется для осаждения альбумина и для удовлетворительного очищения среды. Стерилизуют в небольших колбах или пробирках при 1,0 атмосферного давления и не дольше 15 минут. Слишком сильный жар уничтожает способность желатины к затвердеванию.

Пробирки с желатиной, в которые введена культура, ставят в термостат при комнатной температуре (21° Ц). Разжижение желатины в точке

укола показывает, что введенный микроорганизм относится к разжижающим.

Разжижающие бактерии принадлежат к протеолитической группе организмов. Они разлагают составные части протеина и способны разжижать желатину. Среди микроорганизмов этого класса некоторые наиболее вредные виды вызывают пороки выпаренного молока. Они обыкновенно появляются в результате антисанитарного состояния заводского оборудования, как напр. нечистых разливочных машин труб, по которым течет молоко, насосов и т. п. Эти микроорганизмы являются спорообразующими и следовательно весьма устойчивыми к нагреванию. Многие из этих видов—анаэробы и требуют культивирования при анаэробных условиях. По поводу указания о приготовлении анаэробных культур см. «Потребность в воздухе» в одном из последующих параграфов.

Газообразующие бактерии. Приготовляют чашки с агаром в соответствии с описанием под заголовком «Способ чашек Петри» и после выдерживания в термостате вводят культуру из колоний каждого определенного типа в пробирки для брожения, содержащие мясной бульон плюс 3% сахарозы в отношении сгущенного молока с сахаром или 3% молочного сахара в отношении молока, выпаренного молока и сухого молока. Для введения культуры пользуются нагретой над пламенем платиновой иглой. Посев производят также в пробирках с агаром, содержащих 3 процента сахарозы или 3 процента молочного сахара. Перед посевом агар в пробирках следует расплавить и вновь охладить приблизительно до 45° Ц. После посева дают агару застыть.

Помещают приборы для брожения или пробирки с агаром в термостат при 37° Ц и наблюдают за скоплением газа в закрытом колене бродильных приборов или за появлением пузырьков газа в пробирках с агаром.

Газообразующие микроорганизмы служат причиной таких пороков как вспучивание сгущенного молока с сахаром и выпаренного молока. Если они находятся в молоке ко времени его поступления на завод, то обычно принадлежат к типу B. coli, что указывает на загрязнение калом. Вспучивание сгущенного молока сахаром происходит почти неизменно из-за дрожжей, способных вызывать брожение сахарозы в весьма концентрированном растворе. Вспучивание выпаренного молока обычно обусловливается споровыми гнилостными видами, которые относятся к анаэробам.

Дрожжи и плесени. Приготовляют чашки с агаром, как указано под заголовком «Способ чашек Петри», пользуясь «сывороточным агаром», и прибавляют 1 *см* ^{3}стерильного однопроцентного раствора виннокаменной кислоты на каждую чашку перед тем, как налить агар. Прибавленная таким образом кислота замедляет или подавляет рост бактерий и ускоряет развитие дрожжей и плесеней, если только они находятся в продукте.

Эта группа микроорганизмов имеет особое значение для сгущенного молока с сахаром; большие количества дрожжей указывают на опасность газового брожения, вызывающего вспучивание, и наличие плесеней указывает на опасность образования местных уплотнений под крышкой банки.

Исследование причины специфических бактериальных пороков. Для получения успешных результатов надо установить преобладающий вид микроорганизмов. Его необходимо изолировать в чистой культуре, и его посев в банки с безукоризненной сгущенкой должен вызвать точно

такой же порок. Если это исследование должно иметь реальную ценность для завода, то оно должно также заключить в себе установление источника происхождения микроорганизма, который является причиной этого порока, или обнаружение дефекта в процессе производства, который (дефект) позволяет микроорганизму вызывать вредное брожение.

Такого рода исследованиям способствует применение соответствующих обогащающих сред или дифференцированных сред, как напр. мясной бульон или сывороточный бульон, содержащие различные проценты соотношения сахарозы (от 1 до 30% сахарозы) в отношении пороков сгущенного молока с сахаром или отвар из молочного сахара, или отвар из глюкозы, глюкозно-дрожжевая вода и т. п. для пороков сгущенного молока без сахара и выпаренного молока. Непосредственный посев из первоначального продукта в окрашенное лакмусом молоко или в любой из вышеупомянованных сахарных отваров оказывает дополнительную помощь при изолировании микроорганизмов, которые являются причиной брожения.

Потребность бактерий в воздухе. Успешное определение специфических бактериальных пороков требует также рассмотрения потребности в воздухе микроорганизмов, которые служат причиной данного порока. Бактериальные пороки сгущенного молока с сахаром обыкновенно возникают вследствие бактерий, которые либо анаэробные, либо аэробные. Так напр. вспучивания почти неизменно вызываются дрожжами, местные уплотнения под крышкой обязаны своим происхождением плесеням, и оказывается, что бактериальное загустевание обусловливается микроорганизмами, которые подобно дрожжам и плесеням хорошо растут при наличии свободного кислорода. То же самое также относится и к разновидности микробов, которые служат причиной разнородных бактериальных пороков сгущенного молока без сахара и выпаренного молока, как например кислый сгусток, горький сгусток, горький привкус без образования сгустка, рыбный привкус и т. п.

Однако при вспучиваниях выпаренного молока бактерии обыкновенно бывают анаэробного типа, т. е. они растут только при отсутствии свободного кислорода. Такие вспучивания чаще всего происходят от действия масляной кислоты и гнилостных видов, изолирование и изучение которых требует анаэробных приемов.

Существуют разнородные способы, которыми можно пользоваться для создания и поддержания условий (168) для анаэробных культур. Там, где лабораторные возможности ограничены, как это обычно и бывает на среднем заводе, применение глубоких агаровых пробирок, как напр. трубки Вейона, или поглощающих кислород химических веществ, как напр. щелочного пирогаллола, оказалось весьма полезным и рекомендуется, как описывается ниже.

Способ трубки Вейона. Берут стеклянную трубку длиною 9 *см* и 1 *см* в диаметре. Плотно закрывают один конец резиновой пробкой. Наполняют стерильную трубку средой. Закрывают открытый конец негигроскопической ватой и стерилизуют. После охлаждения приблизительно до 45° Ц делают посев бактерий во все еще жидкий агар таким образом, чтобы бактерии распределились по возможности по всей трубке. Дают агару застыть и помещают трубочки в термостат при температуре 37° Ц.

Для того чтобы изолировать колонии для посева и дальнейшего изучения, вынимают из трубки агаровую среду. Это лучше всего сделать,

удалив резиновую пробку. Получившееся вследствие этого засасывание воздуха выталкивает среду. Дают ей упасть в стерильную чашку Петри. После этого можно легко проникнуть к желательным колониям в любой части агаровой среды, разрезав последнюю.

Способ щелочного раствора пирогаллола. Пользуются сухой технической пирогаллоловой кислотой и палочками едкого натрия в пропорции 1 *г* пирогаллола к 0,4 *г* едкого натрия на 100 *см*^{3} воздушного пространства в эксикаторе.

Помещают 50 *г* сухого пирогаллола в нижнюю часть 5-литрового эксикатора. Покрывают нижний край эксикатора и соответствующий край крышки смесью, состоящей пополам из парафина и пчелиного воска. Помещают чашки или пробирки в эксикатор в таком положении, чтобы можно было подливать воду и едкий натрий к пирогаллолу, находящемуся на дне. Теперь прибавляют пипеткой 100 *см*^{3} воды и затем отмеривают 20 *г* едкого натрия на дно и быстро закрывают эксикатор, поставив крышку на свое место. Повертывают крышку с целью гарантировать плотную укупорку и скрепляют тремя большими винтовыми зажимами. Ставят эксикатор и термостат при температуре 37° Ц.

В случае, если имеется под руками эксикатор, крышка которого снабжена стеклянным краном для соединения при помощи резиновой трубки, целесообразно протянуть резиновую трубку от нижней части соединения крана в пирогаллол на дне эксикатора и закрыть последнюю еще до прибавления воды и щелочи. В таком случае после того как прибор настолько плотно закрыт, что в него не проникает воздух, едкий натрий можно растворить в предназначенный для употребления воде. Эксикатор сначала освобождается от воздуха и раствор едкого натрия вводится через кран.

Классификация видов. Техника и способы, которыми пользуются для изучения культурных и морфологических отличительных черт, для определения отдельных видов подробно описаны в стандартных руководствах по бактериологии.

ГЛАВА XXXV

Определение и стандарты для молока и молочных продуктов

Федеральные определения и стандарты САСШ

(Вошло в силу с 1 января 1926 г.)

Цельное молоко коровье представляет собою свежее выделение молочной железы, получаемое путем полного выдаивания одной или более здоровых коров при надлежащем их кормлении и уходе, прекращаемое на 15 дней перед отелом и на 5 дней после отела,—в течение такого времени, какое необходимо для освобождения молока от молозива.

Нормированное молоко. Это молоко, видоизмененное в своем составе с тем, чтобы иметь определенное и установленное процентное соотношение одной или более из своих составных частей.

Пастеризованное молоко—это молоко, подвергнувшееся нагреванию до температуры не ниже 63,0° Ц в продолжение не менее 30 минут. Если его не разливают в бутылки в горячем состоянии, то быстро охлаждают до 10° Ц или ниже.

Стерилизованное молоко—это молоко, подвергнутое нагреванию при температуре кипения воды или выше в течение промежутка времени, достаточного для уничтожения всех находящихся в нем микроорганизмов.

Гомогенизированное молоко—это молоко, подвергнутое такой механической обработке, которая изменила его физические свойства, в частности в отношении состояния и внешнего вида жировых шариков.

Снятое молоко (обрат)—это молоко, из которого удален в сущности весь молочный жир.

Пахта—это продукт, который остается после того как жир удален из молока или сливок сладких или кислых в процессе сбивания масла. Она (пахта) содержит не менее восьми целых и пять десятых процента (8,5%) обезжиренных сухих веществ молока.

Козье молоко, овечье молоко и т. п.—свежие чистые выделения молочной железы без молозива, получаемые путем полного выдаивания здоровых животных (коз, овец и т. п.) при надлежащем их кормлении и уходе; это молоко соответствует по своему названию виду животных, от которых оно получено.

Сгущенное молоко, выпаренное молоко, концентрированное молоко—есть продукт, получаемый в результате выпаривания значительной части воды из молока или из молока, в котором урегулировано, если это требуется, отношение жира к обезжиренным сухим веществам по-

средством прибавления или удаления сливок. Оно содержит ни в коем случае не меньше семи целых и восьми десятых процента (7,8%) молочного жира и не менее двадцати пяти целых и пяти десятых процента 25,5% всех сухих веществ молока, однако, при условии, что сумма процента молочного жира и процента всех сухих веществ будет не менее тридцати трех целых и семи десятых процента (33,7%).

Сгущенное молоко с сахаром, выпаренное молоко с сахаром, концентрированное молоко с сахаром—есть продукт, получающийся в результате выпаривания значительной части воды из цельного, свежего молока, полученного путем полного выдаивания одной или более здоровых коров, получающих надлежащее кормление и уход, за исключением того, которое получено в продолжение пятнадцати дней до и десяти дней после отела, к которому (т. е. к молоку) прибавлен сахар (сахароза). Оно содержит ни в коем случае не менее двадцати восьми процентов (28%) всех сухих веществ молока и не менее восьми процентов (8%) молочного жира.

Конденсированный обрат, выпаренный обрат, концентрированный обрат—есть продукт, получающийся в результате выпаривания значительной части воды из обрата и содержащий ни в коем случае не менее двадцати процентов (20%) сухих веществ молока.

Сгущенный обрат с сахаром, выпаренный обрат с сахаром, концентрированный обрат с сахаром—есть продукт, получающийся в результате выпаривания значительной части воды из обрата, к которому прибавлен сахар (сахароза). Он (сгущенный обрат) содержит ни в коем случае не менее двадцати восьми процентов (28%) сухих веществ молока.

Сухое молоко есть продукт, получающийся в результате удаления воды из молока и содержащий ни в коем случае не менее двадцати шести процентов (26%) молочного жира и не более пяти процентов (5%) воды

Сухой обрат есть продукт, получающийся в результате удаления воды из обрата и содержащий ни в коем случае не более пяти процентов (5%) воды.

Солодовое молоко есть продукт, приготовленный путем соединения тельного молока с жидкостью, выделенной из месива, сделанного из молотого ячменного солода и пшеничной муки с прибавлением или без прибавления хлористого натрия, двууглекислого натрия и двууглекислого калия таким образом, чтобы обеспечить наивысшую активность энзимов солодового экстракта и при удалении воды. Полученный в результате продукт содержит не менее семи с половиной процентов (7,5%) молочного жира и не более трех с половиной процентов (3,5%) воды.

Сливки, сладкие сливки—это часть молока, богатая молочным жиром, которая подымается на поверхность молока при отстаивании или отделяется от него под действием центробежной силы. Свежие и чистые сливки должны содержать не менее восемнадцати процентов (18%) молочного жира и не более нуля целых и двух десятых процента (0,2%) веществ, дающих кислую реакцию, вычисленных как молочная кислота.

Взбитые сливки—это сливки, содержащие не менее тридцати процентов (30%) молочного жира.

Гомогенизированные сливки—это сливки, подвергнутые такой механической обработке, которая бы изменила их физические свойства

в особенности в отношении состояния и внешнего вида жировых шариков.

Выпаренные сливки—это сливки, из которых выпарена значительная часть воды.

Таблица 74

Стандарты для сгущенного молока в Англии

Род сгущенного молока	Общее количество сухих веществ молока (в %)	Жир в %
Цельное без сахара (выпаренное молоко)	31,0	9,0
Цельное с сахаром (сгущенное молоко с сахаром) . .	31,0	9,0
Обрат без сахара	20,0	...
Обрат с сахаром.	26,0	...

СССР

Таблица 1

Годовая производительность действующих и строящихся молочно-консервных заводов [1])

Наименование завода	Местоположение	Основное производственное направление	Состояние	Проектная производит. в млн. усл. банок
1. Ситниковский . . .	Уральская обл., Омутинский р.	Сгущенное молоко с сахаром	Действующ.	5,0
2. Первомайский . . .	Западная обл., Ярцевский р.	Тоже	»	3,0
3. Сухонский	Северный край, Сухонский р.	»	»	10,0
4. Вологодский . . .	Северный край Вологодский р.	»	»	5,0
5. Канский	Восточно сибирский край Канский р.	»	Строящийся	10,0
6. Рудняпский . . .	Западная обл., Руднянский р.	»	»	10,0
7. Саранский	Средневолжский край, Саранский р.	»	»	10,0
Итого	—	—	—	53,0
8. Вольдорфский. . .	УССР, Молочанский р.	Сухое молоко	Действующ.	150 т.
9. Ялуторовский. . .	Уральск. обл., Ялуторовского р.	»	Строящийся	1250 т.
10. Алексеевский. . .	Т. АССР, Алексеевского р.	»	»	1250 т.
Итого	—	—	—	2650 т.

Таблица 2

Производство молочных консервных заводов по данным первой и второй пятилетки [2])

Наименование продукта	1928 г.	1929 г.	1930 г.	1931 г.	1932 г.	1933 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.
1. Сгущенное молоко (в тыс. усл банок) ..	Нет свед	175[3])	500[3])	2000[4])	8000[5])	25000	86000	159000	280000	401000
2. Сухое молоко (в тоннах) . .	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	Нет свед.	100	150	500	1750	3500	6030

[1]) Включая Вологодский молочный завод УОС «Молочное».
[2]) Данные на вторую пятилетку по годам не являются официальными, а только предварительными цифрами.
[3]) Только по Вологодскому заводу УОС „Молочное"
[4]) По всем заводам.
[5]) По плану.

Таблица 3

Производство всех консервов на 1 душу населения в 1932 г.[1])

	Молочные	Мясные	Рыбные	Овощные	Фруктовые	Всего
Условных банок	0,48	1,21	1,31	1,82	1,84	6,86
В %	7,30	18,2	19,6	27,6	27,6	100

Таблица 4

Предварительные наметки строительства

Мощность завода	1933 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.	Итого
50 000 т молока в год	—	—	—	—	2	2
25 000 » » »	1	1	1	2	2	7
10 000 » » » »	2	5	8	13	22	50
5 000 » » » »	10	11	15	21	28	85
Всего	13	17	24	36	54	144

САСШ

Таблица 5

Количество товарного молока, использованного в производстве молочных продуктов (в %)

Наименование продукта	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.	1928 г.	1929 г.	1930 г.
1. Сгущенное и выпаренное молоко . .	8,5	7,9	8,1	7,6	8,0	8,3	8,9	8,5
2. Сухое молоко . . .	0,1	0,12	0,13	0,15	0,16	0,13	0,17	0,26
3. Солодовое молоко .	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,13
4. Масло	75,5	76,6	75,1	76,4	76,2	75,3	74,3	71,6
5. Прочие продукты .	15,84	15,31	16,6	15,77	15,56	16,19	16,55	19,51
Итого . . .	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 6

Производство молочных консервов за 1922—1930 гг. (в тыс. тонн)

Наименование продукта	1922 г.	1923 г.	1924 г.	1925 г.	1926 г.	1927 г.	1928 г.	1929 г.	1930 г.	1931 г.
Выпаренное молоко	495	649	621	640	624	685	720	819	803	764
Сгущенное молоко	155	157	151	158	163	157	152	182	156	130
Сухое молоко[2]).	26	37	43	46	61	76	92	125	155	148

[1]) Рубинштейн.—Консервная промышленность и экспорт консервов из СССР.
[2]) Включая сухую пахту.

Таблица 7

Потребление сгущенного и выпаренного молока на 1 душу населения за 1917—1930 гг.

Годы	Кг	Годы	Кг	Годы	Кг	
1917	4,76	1922	5,76	1927	Выпар.	Сгущ.
1918	5,67	1923	6,01	1928	5,26	1,18
1919	5,58	1924	6,35	1929	5,67	1,16
1920	4,62	1925	6,75	1930	6,28	1,25
			Вып. Сгущ.		6,33	1,21
1921	5,71	1926	5,25 1,25			

Таблица 8

Производство важнейших консервов за 1929 г. (в млн. банок)

	Сгущенное молоко без сахара	Овощи и супы	Фруктовые	Рыбные	Сгущенное молоко с сахаром	Сухое молоко	Всего
В млн. банок	1 274	2 516	528	350	184	2	4 854
В %	26,25	51,8	10,9	7,2	3,8	0,05	100

Таблица 9

Состав сгущенного молока с сахаром (согласно американскому правительственному стандарту, введенному с 1/I 1926 г.)

	Жир (в %)	Свекловичный сахар (в %)	Вода (в %)	Обезжир. сух. вещество (в %)	Общее сухое вещество и свеклов. сах.	Сахарное отношение
1. По стандарту	8,0	44,5	27,5	20	72,5	61,8
2. С учетом американской практики	8,1	45,05	26,6	20,25	73,4	62,8

Стандартизация в производстве сгущенного молока с сахаром (по формулам)

При производстве сгущенного молока с сахаром необходимо к сырью (молоко, обрат, сливки) прибавить сахара в таком соотношении, чтобы готовый продукт удовлетворял желательному отношению жира к обезжиренному сухому веществу.

Применяемые до сих пор способы стандартизации «наглазок» посредством смешивания сырья (молока, обрата) слишком примитивны и неэффективны и ставят себе целью главным образом получение продукта с определенным процентом жира вне зависимости от содержания обезжиренного сухого вещества. Что же касается сахара, то способ прибавления известного количества (по весу) сахара на каждые 100 *кг* сырья, идущего для сгущения без учета изменения состава молока в периоде лактации, также грубо приблизителен.

$$U = \frac{(3000 \times 0{,}04) + (747 \times 0{,}001)}{0{,}225} = 536 \text{ кг}$$

	Буквенное обозначение	Числовой пример
Абсолютный жир цельного молока	F	0,04
Абсолютный жир обрата .	K	0,001
Отношение % сахара к % жира в сгущенье . . .	Y	0,225

(2) $A = \frac{BC}{D}$ (Сев. отд. НИМИ)

$$A = \frac{40 \times 8{,}6}{24} = 14{,}3$$

Количество требующегося сахара в %	A	x
% сахара в сгущенном молоке	B	40
% обезжирен. сухого вещества в смеси перед сгущением	C	8,6
% обезжирен. сухого вещества в сгущенном молоке	D	24,0

$$x = 535{,}8 \text{ кг}$$

$$14{,}3 - 100$$

$$x - 3747$$

Доказательство решения числового примера

Продукты	Вес (в кг)	Килограммы				Проценты			
		Жир	Обезжир. сух. вещество	Сахар	Все сух. вещество	Жир	Об. жир. сух. вещество	Сахар	Все сух. вещество
Молоко	3000	120	258	—	378	4,0	8,6	—	12,6
Обрат	747	0,747	64,989	—	65,736	0,1	8,7	—	8,8
Стандартная смесь	3747	120,747	322,989	—	443,736	3,2	8,6	—	11,8
Сахар	536	—	—	536	536	—	—	100	100
Состав, желательный после сгущения	—	—	—	—	—	9,0	24,0	40,0	33,0

Полученное отношение обезжиренного сухого вещества к жиру стандартной смеси составляет 120,747 : 322,989 = 0,374; полученное отношение сахара к жиру в стандартной смеси составляет 120,747:536 = = 0,225.

ПРИЛОЖЕНИЯ

...ских мер длины и веса с метрическим...

Метрические меры		Американские меры
1 км	=	0,6214 миля
1 кв. миллиметр	=	0,0015 кв. дюйма
1 кв. см	=	0,155 кв. дюйма
1 кв. м	=	10,763 кв. фут.
1 кв. м	=	1,196 кв. ярда
(10,000	=	2,4711 акр
	=	0,3861 кв. мм
	=	0,0610 кв. дм.
	=	35,3 56 куб. фута
	=	1,3078 куб. ярда
61,022		куб. дм.
0,908		кварты (сып. тел
1,0566		кварты (жидкие тела)
418		галлона
022		гектолитр.
3563		килограммометр.
		на метр
		на кв. см
		на кв. мм
		на кв. м
		на куб. м

...ели
...фунт.
...т на фут.
...на кв. дм.
...на кв. дм.
...на кв.
...т на куб.

Схема оценки сгущенного с сахаром молока по стобалльной системе

(Разработано Сев. отд. НИМИ)

Вкус и запах	50 балл.
Консистенция и вид	30 »
Упаковка и внешний вид	15 »
Цвет	5 »
Всего	100 баллов

Термины для характеристики и балловая оценка сгущенного с сахаром молока разного качества

Номенклатура	Баллы	Скидка
Вкус и запах (50 баллов [1])		
1. Сладкий нормальный вкус пастеризованного молока без постороннего привкуса и запаха	46—50	0— 4
2. Излишне сладкий (приторный)	45—48	2— 5
3. Посторонний (кормовой)	30—45	5—20
4. Нечистый (посудный)	38—45	5—12
5. Бесхарактерный (невыраженный)	30—45	5—20
6. Прогорклый	20—30	20—30
7. Щелочной или мыльный	30—40	10—20
8. Гнилостный	20—30	20—30
9. Затхлый	25—35	15—25
10. Пухлый	25—40	10—25
11. Кислый	25—40	10—25
12. Дымный, пригорелый	30—40	10—20
13. Сырный	30 40	10—20
14. Салистый	30—40	10—20
15. Горький	25—45	5—25
Консистенция и вид (35 баллов [2])		
1. Нормальная	28—30	3—58
2. Водянистая, жидкая	22—28	2—10
3. Чрезмерно вязкая	20—25	6- 10
4. Осадок на дне банки	20—26	4— 6
5. Мучнистая	24—28	2—26
6. Загустевшая	14—18	12—16
7. Броженая, губчатая	14—18	12—1
8. Песчанистая	20—24	6—10
Упаковка и внешний вид (15 баллов)		
1. Банка не деформирована, имеет чистую блестящую поверхность, закатка правильная	12—15	0— 3
2. Жесть покрыта ржавчиной	5—10	5—10
3. Закатка произведена неправильно: наличие зубцов, обвалена, резиновая прокладка, не прижат шов	5—10	5—10
4. Банка деформирована	8—12	3— 7
Цвет (5 баллов)		
1. Нормальный (слегка сероватый или желтоватый кремовый)	4— 5	0— 1
2. Бледный	4— 5	0— 1
3. Неровный с прожилками	1— 3	2— 4
4. Пятнистый	2— 3	2— 3

[1]) За двойные и тройные пороки скидка по вкусу усиливается до 5 баллов.
[2]) За двойные и тройные пороки скидка в консистенции усиливается до 3 баллов.

Указатель литературы

1. Goodale S. L. — Краткая схема Г. Бордена Me. Bd. Agr. (1872).
2. Meyenberg J. B — Изобретение аппарата и процесса для стерилизации выпаренного молока U. S. Pats (1884).
3. Latzer Louis. — История кампании сгущенного молока Хельвеции. Информация (1918).
4. Nardin Wk.T.—Исследование, проведенное с изготовленным молоком (1918).
5. Dahlberg A. O. and Garner H. S. — Алкогольная проба как способ определения качества молока для завода сгущенного молока U. S. Dept Agr. 13. A. I Bull. 944 (1921).
6. Sommer H. H. and Binney T. H. — Изучение факторов, влияющих на коагуляцию выпаренного молока при алкогольной пробе, Journ.Dairy Sei VI. 3 (1923).
7. Sommer H. H. — Коагуляция при нагревании выпаренного молока Wis. Res. Bull. 67 (1926).
8. Rogers L. A., Deysher E. F. and Evans F. R. — Факторы, влияющие на вязкость сгущенного молока с сахаром. Journ. Dairy Sci III 6 (1920).
9. Leighton A. and Deysher E. F. — Факторы, влияющие на коагуляцию молока при нагревании и загустевание сгущенного молока. Prac. World's Dairy Congr. 2 (1923).
10. Downs P. A. — Прогорклый привкус в сгущенном молоке с сахаром. Информация (1925)
11. Park, Sam. R. — Влияние предварительного подогревания при непосредственном введении пара в молоко и без него. Информация (1925).
12. Cal. Agr. Expt. Sta Circ. 33.
13. U. S. Dept. Agr. Farmers Bull 535 (1913).
14. Hunziker O. F. — Влияние бактерий на загустевание сгущенного молока с сахаром. C. M. and M. P. (1914).
15. Rice F. E. and Downs P. A. — Сгущенное молоко с сахаром. Часть I. Бактериальное загустевание. Jour. Dairy Sci VI, 6 (1923).
16. Downs P. A. — Изучение микроорганизмов, вызывающих загустевание сгущенного молока с сахаром. Jour. Dairy Sei VI, 6 (1923).
17. Mojonnier Tand Troy H. C. — Технический контроль молочных продуктов (1922).
18. Ser and Joules. — Выпаривание, сгущение и охлаждение по Гаусбранду (1918).
19. Hausbrand E. — Выпаривание, сгущение и охлаждение (1918).
20. Marks and Davis. — Свойство перегретого пара. Kent's Mechanical Engine ring Handbook (19.2)
21. Kent Wm. — Атмосферное давление на различных высотах. Mechanical and Engineering Handbook (1915).
22. Sovage Wm. and Hunwicke R. F. — Изучение сгущенного молока с сахаром. Food Insp. Bd., London. Spec. Rept. 13 (1923).
23. Rogers L. A., Deysher E. F. and Evans F. R. — Отношение кислотности к температуре коагуляции выпаренного молока. Journ. Dai y Sci IV, 4 (1921)
24. Hunziker O. F. — Испрзление показаний тратусов Б мэ L. C. M. and M. P. Isted. (1914).
25. Holm G. E. Deysher E. F. and Evans F. R. — Отношение концентрации и времени к температуре выпаренного молока. Journ. Dairy Sei VI. 6. (1923
26. Buglia G. — Zeits. Chem. u Indust d. Kolloide 2 (1908)
27. Weigner G. — Kolloid Zeits. Zürich 105—23 (1914).
28. Briggs. — Jour. Phys. Chem. 19, 229 (1915).
29. Sommer H. H. — Коагуляция при нагревании молока. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
30. Mc-Inerney T. J. — Jour. Dairy Sei. III, 220. (1920).
31. Rice F. E. and Markley A. L. — Отношение естественной кислотности в молоке к его составу и физическим свойствам. Jour. Dairy Sci VII, 5 (1924).
32. Fleming R. S. and Nair J. H. — Ценность пробы на кислотность путем титрования в приемной завода. Jour. Dairy Sci IV, 6 (1921)
33. Sommer H. H. and Hart E. B. — Коагуляция при нагревании молока. Jour. Biol. Chem II, 1 (1919)
34. Rogers L. A. — The Canner 165 (1921).
35. Frazier Wm. C. — Влияние некоторых бактериальных энзимов на коагуляцию при подогревании молока.

36. Fay A. C. — Journ. Dairy Sci VIII, 4 (1925) M. S. Thesis. Univ. Wis. (1921)
37. Osborne. and Wakeman. — Белки коровьего молока. Jour. Biol. Chem. 33, 7 1918).
38. Sommer H. H. and Hart E. B. — Коагуляция молока при нагревании. Jour. Dairy Sci V, 6 (1922)
39. Leighton A. and Mudge C. S. — По вопросу об эндотермической реакции, которая сопровождает образование сгустка в молоке коагулирующего при подогревании.
40. Eckles C. H. and Shaw. R. H. — Jour. Biol. Chem. 56, 1 (1923) U. S. Dept. Agr. B. A. I Bull. 155 (1913).
41. Hunziker O. F. — Стандарты для выпаренного молока, сгущенного молока с сахаром и т. д. Purdue Bull. 143 (1910).
42. Evans F. R. — Прибор для быстрого определения удельного веса сгущенного молока с сахаром. Jour. Dairy Sci VIII, 1 (1925).
43. Miyawaki A. — Главнейшие факторы, влияющие на прочность сгущенного молока с сахаром. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
44. Rogers J. A. Dahlberg A. O. and Evans A. C. — Влияние и контроль местных уплотнений под крышкой банки в сгущенном молоке с сахаром. Jour. Dairy Sci III, 2 (1920).
45. Eckles C. H. — Молочный скот и молочная продукция (1913).
46. Richmond H. D. — Молочная химия (1914)
47. Van Slyke L. L. — N. Y. State Agr. Expt. Sta, Geneva Bull. 105.
48. Söldner. — Соли молока и их отношение к производным казеина. Die Landw. Versuchst 35 (1888).
49. Fleischmann W. — Учебник молочного хозяйства (1908)
50. Van Slyke L. L. and Boswarth W. A. — Состояние казеина и солей в молоке. — N. Y. State Agr. Expt. Sta Geneva Tech. Bull. 30 (1914).
51. Palmer L. S. — Химия молока и молочных продуктов с коллоидной точки зрения. Jour. Ind. and Eng. Chem. 16, 6 (1924).
52. Kupp. — U. S. Dept. Agr. B. A. I Bull. 166 (1913)
53. Milroy. — Реакция и содержание кальция в молоке. Bioch. Jour. IX (1915)
54. Lugas P. S. and Spitzer Geo. — Песчанистость в мороженом. Purdue Bull. 286 (1925).
55. Hill. — Молоко. Stocking's Manual of Dairy Products (1917).
56. Leach A. E. — Контроль пищевых продуктов и их анализ (1920).
57. Eckles C. H, and Shaw. R. S. — Влияние пород, индивидуальности и периода лактации на состав и свойство молока. U. S. Dept. Agr. B. A. I Bulls 155, 156, 157 (1913).
58. Van Slyke L. L. — Химия казеина. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
59. Hundson C. S. — Гидратация молочного сахара при его растворении. Jour. Am. Chem. Soc. 26 (1904).
60. Gillis. — J. Revue Vrav. Chim. 39, 1 (1920).
61. Hunziker O. F. and Pitz, Walter. — Изучение отношения „дрожжевых" слизов к сбраживанию молочной кислотой. Blue Valley Res. Lab (1921).
62. Hammer B. W. and Cardes W. A. — Изучение лактозосбраживающих дрожжей в „дрожжевых" сливках. La. Res. Bull. 61 (19-0)
63. Hunziker O. F. — „Дрожжевое" сбраживание сгущенного молока с сахаром. C, M. and M. P. Ist. ed (1914).
64. Hudson C. S. — Изучение видов молочного сахара. Jour. Am. Chem. Soc. 30, 96 (1908).
65. Oswald W. — Изучение об образовании и превращение пятных сгустков. Zeit. Phys. Chem. 22 (1897).
66. Miers H. A. and Isaacs F. — Рефрактометрический метод определения молочного сахара в кристаллических растворах с особой ссылкой на метастабильную и лабильную зоны. Jour. Chem. Soc. London 89 (1906)
67. Hallimand A. F. — По вопросу о задерживании кристаллизации. Jour. Iron and Steel. Instit 105. 1 (192).
68. Leighton A. and Peter P. N. — Факторы, влияющие на кристаллизацию лактозы. Proc. World's Dairy Congr. 1 (1922).
69. Lieben. — Litzungsber d. Kais rl Akad. d. Wissensch. zu Wien XVIII (1856).
70. Dubrunfaut. — Заметка относительно молочного сахара. Comptes Rend. XVII (1856).
71. Doane and Price. — Md. Agr, Expt. Sta. Bull. 77 (901).
72. Rosenau M. J. — U. S. Dept. Agr. B. A. I Circ. 153 (1910).
73. Hess A. F. and Fish. M. — Am. Jour. Dis Child. VIII (1914).
74. Hess A. F. — Am. Jour. Dis. Child. XII (1916).
75. Hart E. B., Steenbock H. and Smith D. W. — Экспериментальное изучение цыплят. Jour. Biol. Chem XXXVIII, 2 (1919)
76. Hess A. F. and Weinstock M. — Каталитическое действие мелких количеств меди на разрушение противоцынготного витамина в молоке. Jour. Am. Med. Asso. 82 Mar. 22 (1924).
77. Mc Collum E. V. — Новейшие изучения вопросов питания (1922).
78. Linquist H. G. — Витамины в молочных продуктах. Jour. Dairy. Sci. VII, 3 (1924).

79. Sato M. — Исследование о молочных кристаллах в сгущенном молоке с сахаром. Jour. Coll. Agr. Tohoku Imp. Univ. 5, 9 (1914).
80. Sato M. — Кристаллы, найденные в сгущенном молоке с сахаром. Proc. Word's Dairy Congr. 2 (1923).
81. Hudson C. S. and Brown F. I. — Температура подогревания раствора трех видов молочного сахара. Jour. Am. Chem. Sci. 30, 1767 (1908).
82. Browne C. A. — Справочник по анализу сахара (1912).
83. Hunziker O. F. and Nissen B. H. — Изучение раствора молочного сахара и образование кристаллов. Jour. Dairy Sei. IX, 4 (1926).
84. Travis R. P. — Конечная растворимость молочного сахара в пробе смеси мороженого и 1%-го раствора сахарозы. M. S. Thesis Cornell. Univ. (1922).
85. Dahle C. D. — Песчанистое мороженое. Phoc. Worlds Dairy. Congr. 1 (1923).
86. Zoller H. F. and Williams O. E. — Песчанистые кристаллы в мороженом. Jour. Agr. Res. 21 (1921).
87. Evans R. D. — M. S. Thesis in Agr. Biochem. Univ. Minn (1922).
88. Trunz A. — Deitschr f. Physiol. Chem. 40.
89. Andrews F. W. — Цитология и бактериология сгущенного молока. Jour. Path. and Bact. XVIII, 169 (1913).
90. Cooksey Thos. — Пороки сгущеного молока с сахаром. Med. Jour. Aus Balia 11, 271.
91. Greig-Smith R. — Коагуляция сгущеного молока. Proc. Linn. Soc. N. S. Wales XXXIV, 107 (1909).
92. Dugardin M. — Дозировка кислотности в сгущенном молоке. Ann. Chim. Analyt. XXI 1. 83 (1918).
93. Cordes W. A. — Бактериальное изучение сгущенного молока с сахаром. Res. Labs. Libby. Mc Neill and Libby. Morrison III (1921).
94. Hunziker O. F. — Отношение загустевания к свертыванию при наличии сахара. C. M. and M. P. Ist. ed (1914).
95. Thom and Ayres. — Влияние пастеризации на споры плесени. Journ. Agr. Res. VI (1916).
96. Cassedebat P. A. — К вопросу об изменениях сгущенного молока. Revue d'Hygiène XIV (1892).
97. Dodge C. W. — Journ. Inf. Diseases Suppl. No 1 (1905).
98. Pethybridge G. H. — Причины вспучивания сгущенного молока упакованного в жестянки. The Econ. Proc. Royal Dublin Soc. 1 (1906).
99. Cardes W. A. — Пробы на наличие дрожжей в сгущенном молоке. Res. Labs, Libby Mc Neill and Libby (1922).
100. Hammer B. W. — Изучение газообразования в сгущенном молоке с сахаром. Ia. Res. Bull. 54 (1919).
101. Rogers I. A. and Clemmer P. W. — Сбраживание сгущенного молока посредством Abstr. of. Bact. II, 6 (1918).
102. Savage Wm. F. and Hunwicke R. F. — Изучение сгущенного молока с сахаром. Food Insp. Bd. London Spec. Rept. 10 (1923).
103. Hunziker O. F. — Исследование вспучивания заводского сгущенного молока за 1904, 1916 гг.
104. Supplee G. C. — Прочность сухого молока. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
105. Beveridge W. W. R. — Jour. — Royal Army Med Corps. XXII (1914).
106. Hunziker O. F. — Наблюдения над отделением жира в сгущенном молоке с малым количеством сахара. Res. Lab. Seranton Cond. M. Co (1903).
907. Sato M. — Осадок в выпаренном молоке. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
108. Hammer B. W. — Бактериальное изучение коагуляции выпаренного молока. Ja. Res. Bull. 19 (1915).
109. Hunziker O. F. and Cordes W. A. — Исследование случая прокисшего творожистого выпаренного молока Blue Validey Res. Lab. (1923).
110. Hammer W. B. — Изучение ненормального выпаренного молока. Ja. Res. Bull. 52 (1919).
111. Spitzer Geo and Epple W. F. — Горечь в выпаренном молоке. Jour. Dairy Sei III (1920).
112. Lawrence and Laubach. — Изучение анаэробных спорообразующих непатогенных бактерий Jour. Bact 1 493.
113. Hunziker O. F. and Wright W. R. — Изучение горького привкуса в выпаренном молоке. Purdue Agr. Expt. Sta (1910).
114. Hammer W. B. — Рыбный привкус в выпаренном молоке. Ja. Res. Bull. 38 (1917).
115. Savage W. G. and Hunwieke R. F. — Изучение сгущенного молока без сахара. Food. Iner. Bd. London. Spec. Rept 13 (1923).
116. Hunziker O. F. and Wright W. R. — Puldue Agr. Expt. Sta (1911).
117. Palmer L. S. and Eckles C. H. — Каротин — это главный природный желтый пигмент молочного жира. Jour. Biol. Chem. 17 (1914).
118. Palmer L. S. — Желтая окраска сливок и масла. Mo. Circ. 74 (1915).
119. Hansbrand E. — Высушивание воздухом и паром (1920).
120. Supplee G. C. and Bellis B. — Растворимость сухого молока под влиянием содержащейся в нем влаге. Jour. Dairy Sci VIII, 1 (1925).
121. Porcher Ch. — Сухое молоко (1912).
122. Philippe E. — Краузевский метод высушивания и его применение. Schneiz. Ges. Amt. X (1919).

123. Washburn P. M.—Физические анализы сухого молока. Jour. Dairy Sci V. 4 (1922).
124. Supplee G. C. and Alsbaugh V. J.—Бактериальное содержание сухого молока. Jour. Dairy Sci V. 2 (1922).
125. Delepine S.—London Food Repts 21 (1914).
126. Downs P. A.—Бактериальная флора сухого молока. M. S. Thesis Cornell (1920).
127. Jephcott H., Hunwiche R. F. and Patcliffn—Достижения бактериальной чистоты при изготовлении сухого молока. Proc. Warld's Dairy Congr. 2 (1923).
128. Hunwicke R. F. and Jephcott H.—Уничтожение бактерий при пленочном методе высушивания. Jour. Dairy Sci. VIII, 3 (1925).
129. Jensen Orla.—Изучение прогоркания масла. Landw. Jahrbuch. Lehweiz (1901).
130. Ritsert.—Исследование о прогоркании жира. Inoug. Diss. Beru (1890).
131. Ducloux.—Zei schr. f. Angew. Chem. (1889 и 1893).
132. Hunziker O. F. and Hosman D. Fay.—Салистое масло, его причина и средства предупреждения. Jour. Dairy Sci 1, 4 (1917).
133. Dahle C. D. and Palmer L. S.—Некоторые факторы, в ияющие на прочность сухого цельного молока. Jour. Dairy Sci VII, 1 (1924).
134. Supplee G. C.—Прочность сухого молока. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
135. Holm G. E. and Greebank G. R.—Прочность масляного жира со специальной ссылкой на сухое молоко. Pros. World's Dairy Congr. 2 (1923).
136. Dahle C. D. and Palmer L. S.—Влияние хранения на деятельность пероксидазы в сухом цельном молоке Jour. Dairy Sci VII, 2 (1924).
137. Palmer L. S. and Dahle C. D.—Структура сухого молока и его возможное отношение к прочности сухого цельного молока. Jour. Dairy Sci V, 2 (1922).
138. Rogers L. A., Berg W. N., Potteiger C. R. and Davis B. J.—Факторы, влияющие на изменение вкуса в масле при хранении. U. S. Dept. Agr. B. A. Bull. 162 (1913).
139. Rice R. F. and Miscoll J.—Медь в молочных продуктах. Jour. Dairy Sci, VI, 4 (1923).
140. Merdell J. P.—Молоко как продукт питания. Proc. World's Dairy Congr. 1 (1923).
141. Mc Collum E. V., Simmonds W. and Pitz W.—Jour. Biol. Chem. 27, 23 (1916).
142. Drummond, Conrad and Watson—Bioch. Jour. 15, 4 (1921).
143. Kennedy C and Duteher R. A.—Jour. Biol. Chem. 50, (1922).
144. Colding, Zilva, Drummond and Coward.—Bioh. Journ. 16, 3 (1922).
145. Cold ng John.—Колебания содержания витамина А в коровьем молоке при различных условиях их кормления. Proc. W rld's Dairy Congr. (1923).
146. Mc Collum E. V., Parsons H. Fondkalmbach E.—Питательная ценность молока. Proc. World's Dairy Congr. 1 (1923).
147. Blackham E. J.—Молоко в тропиках. Proc. World's Dairy Congr. 1 (1923).
148. Blackham R. J.—Растворимость сухого молока как пищевого продукта. Proc. World's Dairy Congr. 1 (1923).
149. Holm G. E., Greenban K. G. and Deycher E. F.—Влияние гомогенизации, конденсации и колебаний в жировом содержании молока на прочность сухого молока. Jour. Dairy. Sci VIII, 6 (1925).
150. Hauser G. F.—Информация (1925).
151. Wohlkard Henius.—American Handy Book of Belwimg and Malting (1918).
152. Beker J. S.—Торговый анализ. I, Yth. ed. (1917).
153. Le Clere J. A. and Wahl R.—Химическое изучение американского ячменя и солода. U. S. Dept. Agr. B. Chem. Bull. 124 (1901).
154. Rogers A.—Промышленная химия (1920).
155. Deeks Wm. E.—Использование сгущенного молока с сахаром, выпаренного молока и сухого молока для детского питания в тропиках. Proc. World's Dairy Congr. 1 (1923).
156. Jones D. B.—Суммирование всех имеющихся у нас данных о витаминах. U. S. Dept. Agr. B. Chem. (1925).
157. Fonossie U. M.—Влияние содержания алаги на образование нерастворимого казеина под действием молочной кислоты. Bull. Soc. Chem. Biol. 5, (1923).
158. —Официальные и вновь вводимые методы химического анализа. 2d. Ed. (1925).
159. Supplee G. C. and Bellis B.—Анализ жира в сухом молоке. Jour. Dairy Sci V. 1 (1922).
160. Hauser. E. A.—Новый метод определения содержания влаги молочного порошка и состояния коллоидных составных частей. Proc. World's Dairy Congr. 2 (1923).
161. —Информация при консультации (1925).
162. Marquardt.—Ice Cream Trade Jour. XVI, 4 (1920).
163. Supplee G. C.—Проба на растворимость сухого молока. Информация (1923).
164. —Стандартные методы анализа. Am. Pubi. Health Asso. Yth ed. (1923).

165. Ayres S. H. and Madge C. S.—Агар+сухое молоко для определения наличия бактерий в молоке. Jour. Bact. V. 6 (1920).
166. Hunziker. C. F.—Обзор существующих методов культивирования анаэробных бактерий. Jour. App. Micr. and lob. Methaels. V. 3, 4, 5 и 6 (1902).
167. Breed R. S. and Brew J. D.—Подсчет бактерий микрометодом. N. V. Agr. Expt. Sta. Tech. Bull 49 (1916).
168. Rettger and Cheplin.—Кишечная флора (1921).
169. Bosworth A. W. and Prucha M. J.—N. V. Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. 14 (1910).
170. Donauer Max.—Действие металлов на молоко. Чикаго (1912). The Elgria Erameled Products Co Res. Lab.
171. Boumann A. W.—Инженер-техник. Чикаго. Asthur Harry Co.
172. The U. S. Dept. Agr. B. A. I Bull. 105.
173. Stutzer.—Landw. Vezsuchs—Stationen 40, 307.
174. Ellenberger and Hofmeister.—Perichte über das Veterinärwesen Königreich Sachsen (1899).
175. Rodet.—Compt. rend. soc. biol. 48, 555.
176. Bruning.—Muenchner. Medic. Wochenschr. No 8 (1905).
177. Bruning.—Zeitsch. für Tiermed. 10, 110 (1906).
178. Brückler.—Jahrbuch. für Kinderheilk 66 343 (1907).
179. Variot.—Compt. rend. 139. 1002 (1904).
180. —Информация у Флейшмана (1925).
181. Martin G.—Промышленная и производственная химия. 5th. ed. pt. 1 (1919).
182. Hunziker O. T. and Spitzer Geo.—Purdue Bull. 134 (1909).
183. Storch V.—К вопросу о структуре „жировых шариков" в коровьем молоке. The Analyst (англ. 1897).
184. Supplee G. C.—Влияние определенного режима влаги в сухом молоке. Jour. Dairy Sci IX. 1 (1926).
185. Horlick's Malted Milk Co.—Информация (1918 и 1925).
186. Thompson's Malted Food Co.—Информация (1925).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие редактора 3
Предисловие автора к IV изданию 6

Часть I

Сгущенное молоко

Глава I. История развития промышленности сгущенного молока 7
Определение (7). — О крытие процесс (8). — Развитие промышленности (9). — Годовая продукция (10).

Глава II. Завод по производству сгущенного молока 16
Основные требования при выборе местоположения завода по производству сгущенного молока 16
Обеспеченность молоком (16) — Водоснабжение (17). — Транспортные возможности (17). — Прочие условия (18).
Здание и оборудование 18
Строительные материалы (18). — Полы, стены и потолки (19). Вентиляция (19). — Канализация (2). Общий план завода и размещения оборудов ния (20). — Оборудование (22). — Наиболее экономичное р змещение машин (22). — Размещение машин с точки зрения санитарии (22).

Глава III. Снабжение заводов молоком 24
Приобретение молока и контроль над качеством 24
Принципы покупки молока (24). — Качество свежего молока (25). — Влияние здоровья, лактационного периода и корма коров на пригодность молока для сгущения (25). — Влияние ухода за молоком на ферме на его пригодность для сгущения (26). — Контроль над качеством (27).
Осмотр молока на заводе по производству сгущения 28
Органолептическая оценка молока (28). — Осмотр молока в соответствии с его температурой (28). Проба молока на кислотность (28). — Проба на коагуляцию при помощи алкоголя (29). — Проба на загрязнение (31). — Проба на брожение, проба на редуктазу и микроскопические о мотры (32).
Санитарное состояние завода 32
Влияние на поставщиков (32). — Влияние на полезность продукта для здоровья (33). — Как содержать завод в чистоте (33). — Промывание фляг (34). — Уход за молоком на заводе до поступления его в переработку (34).

Часть II

Сгущенное молоко с сахаром

Глава IV. Подготовка молока для сгущения 36
Общее описание потребного оборудования и применяемого процесса (36). — Взвешивание, фильтрование, охлаждение и стандартизация жидкого молока (38). — Стандартизация молока: 1. Исправление недостатка жира (38). — 2. Исправление излишка жира (39).
Подогревание 40
Цель (40). — Уничтожение ферментов (41). — Растворение сахарозы (41). — Предупреждение пригорания молока к поверхности

нагрева (41). — Температура подогревания (41). — Способы нагревания (43). — Преимущества и недостатки различных способов нагревания (43). — Потребность в паре и и пользовании подогревателями, снабженными паровыми рубашками (43). — Возражения против введения пара в молоко (45).

Прибавление сахара 46

Сорта сахара (46). — Тростниковый и свекловичный сахар (46). — Свекловичный сахар нельзя отличить от тростникового сахара (47). — Торговая глюкоза и рафинированная декстроза (47). — Качество сахара (48). — Количество сахара (48). — Вычисление количества сахара, прибавляемого к сгущенному молоку (49). — Смешивание с сахаром (50).

Глава V. Термодинамика сгущения 51

Преимущества сгущения в вакууме 51

Влияние сгущения в вакууме на экономичность выпаривания (51). — Расход тепла на предварительное подогревание молока до точки кипения (51). — Расходование тепла на скрытую внешнюю теплоту парообразования (53). — Расходование тепла на работу вакуум-насоса (53). — Сравнение потребного количества тепла для выпаривания под атмосферным давлением и в вакууме (53). — Экономия благодаря использованию мятого пара (54). — Влияние вакуума на быстроту выпаривания (54). — Влияние сгущения в вакууме на качество молока (57).

Вакуумметр и его колебания 57

Отношение вакуума к давлению (57). — Манометр, показывающий абсолютное давление (58). — Ртутный вакуумметр (58). — Влияние высоты над уровнем моря на показание столбика ртути вакуумметра (59). — Влияние воздуха в вакуум-аппарате на показание ртутного вакуумметра (60). — Влияние плотности молока на показание вакуумметра (60).

Глава VI. Описание вакуум-аппаратов 62

Размеры вакуум-аппаратов (62).

Различные части вакуум-аппарата и их отношение к его выпаривательной способности 6

Поверхность нагрева (63). — Влияние разности температур между паром и молоком на выпаривательную способность вакуум-аппарата (63). — Влияние размера и устройство поверхности нагрева на выпаривательную способность вакуум-аппарата (64). — Влияние скорости циркуляции молока над поверхностью нагрева на выпаривательную способность вакуум-аппарата (65). — Влияние скорости движения пара в паровой рубашке и змеевиках на выпаривательную способность вакуум-аппарата (66). Влияние испарительной поверхности молока на выпаривательную способность вакуум-аппарата (69). — Паровое пространство (69).

Другие типы вакуум-аппаратов 70

Быстродействующие вакуум-аппараты (70). — Вакуум-аппарат Скотта (71). — Быстродействующий вакуум-аппарат Буфловэка (72). Быстродействующий вакуум-аппарат Германа Штайера (73)

Конденсатор 74

Назначение конденсатора (74). — Поверхностный конденсатор (74). — Впрыскивающие конденсаторы. (Барометрический впрыскивающий конденсатор.) (74). — Мокрый вакуумный впрыскивающий конденсатор (75). — Типы впрыскивающих конденсаторов (75). — Горизонтальный впрыскивающий конденсатор (76). Факторы, влияющие на эффективность конденсатора (77). Влияние расположения конденсатора (78). Влияние поверхности впрыскиваемой воды на эффективность конденсатора (80). — Влияние продолжительности действия впрыскиваемой воды на эффективность конденсатора (81). — Влияние замедленного удаления охлаждаемой воды на эффективность конденсатора

Стр.

(81). — Количество воды, требующейся в конденсаторе (82). — Уход за конденсатором (83).

Молокоохладитель 84

Вакуум-насос 85

Глава VII. Применение пара в производстве сгущенного молока 87

Определение пара (87). — Насыщенный пар (87). — Перегретый пар (87). — Мятый пар (87). — Потребность в паре для сгущения (88). — Соотношение давлений пара в паровом котле и в вакуум-аппарате (89). — Соотношение между показанием манометра и температурой пара уменьшенного давления (90). — Преобразование перегретого пара в насыщенный пар (92). — Использование мятого пара в работе вакуум-аппарата (92). — Конденсационный горшок (94). — Многокорпусные выпарные аппараты (94).

Глава VIII. Работа вакуум-аппарата 96

Сгущение молока 96

Пуск в ход вакуум-аппарата (96). — Работа вакуум-аппарата (96).

Готовность данной варки 98

Отношение концентрации (98). — Способы взятия пробы на плотность (98). — Определение степени сгущения молока по внешнему виду (99). — Пользование ареометром Бомэ (100). — Взятие образца от данной варки (101).

Выпускание сгущенного молока из вакуум-аппарата и его стандартизация 102

Выпускание сгущенного молока (102). — Стандартизация сгущенного молока до желательного процентного соотношения сухого вещества (103).

Предосторожности во время работы вакуум-аппарата 104

Предосторожности общего характера при работе вакуум-аппарата (104). — Влияние молочной корки на поверхность нагрева (104). — Влияние просачивания воздуха на регулярность и безопасность работы вакуум-аппарата (104). Влияние санитарного ухода за вакуум-аппаратом на качество молока (105).

Глава IX. Охлаждение сгущенного молока с сахаром 106

Способы охлаждения сгущенного молока с сахаром (охлаждение в 38-литровых флягах) (108). — Охлаждение посредством пропускания молока через змеевик, погруженный в холодную воду (109). — Охлаждение посредством трубчатого холодильника (111). — Охлаждение в ваннах с качающимся змеевиком (112).

Глава X. Упаковка сгущенного молока с сахаром 114

Укупорка банок 115

Виды укупорки (115). — Приспособления и машины для закупоривания (116). — Припой (117). — Паяльная кислота (118). — Подача газа (118).

Соблюдение санитарных требований во время упаковки 119

Часть III

Сгущенное молоко без сахара

Глава XI. Выпаренное молоко 122

Общее описание оборудования, необходимого для производства выпаренного молока (122). — Осмотр и подготовка молока перед производством (124). — Добавление стабилизаторов казеина (124).

Предварительное подогревание молока 124

Сгущение 126

Взятие пробы на плотность 127

Стр.

Глава XII. Гомогенизация, охлаждение и упаковка 129

Гомогенизация 129

Цель (129).— Принцип работы гомогенизатора (129).— Влияние гомогенизации на выпаренное молоко (130).—Типы гомогенизаторов (Гомогенизатор Голина.— Гомогенизатор „Прогресс".— „Висколайзер) (131).—Работа гомогенизатора (132).

Охлаждение выпаренного молока 133

Ванны для хранения (134).

Разливка 135

Укупорка 137

Глава XIII. Стерилизация 139

Цель стерилизации (139).— Стерилизаторы (139).— Прерывные стерилизаторы (140).— Нагрузка стерилизатора (141).—Равномерное нагревание стерилизатора (141).— Добавление воды в стерилизатор (142).— Пуск в ход стерилизатора (142).—Температура и продолжительность выдерживания (142). - Температура, потребная для банок разного размера (143).—Охлаждение после стерилизации (144).—Фракционная стерилизация (144).

Встряхивание 145

Цель (145).— Способ встряхивания (145).— Продолжительность встряхивания (145).—Выдерживание (146).

Глава XIV. Факторы, влияющие на коагуляцию молока при нагревании . . 147

Влияние кислотности на коагуляцию молока при нагревании (147).—Развившаяся кислотность (148).—Влияние других продуктов бактериального происхождения помимо кислотности (15).—Влияние альбумина и казеина на коагуляцию при нагревании (152).—Влияние минеральных солей на точку коагуляции молока при нагревании (154).— Влияние подогревания на точку коагуляции (161).—Влияние концентрации на коагуляцию при нагревании выпаренного молока (162).—Стандартизация свойств, влияющих на подведение выпаренного молока по отношению к температуре коагуляции (164).

Глава XV. Методы контроля выпаренного молока 165

Способ Можонье (165).— Оборудование для способа Можонье (165).— Приготовление 10% раствора двууглекислого натрия (165).—Добавление раствора двууглекислого натрия к пробным банкам (166).— Приготовление пяти пробных банок для стерилизатора (166).— Стерилизация пяти пробных банок (167).— Охлаждение пяти пробных банок (163).— Испытание пробных банок на вязкость (168).— Значение надлежащей вязкости (169).—Факторы, влияющие на вязкость, и их отношение к процессу стерилизации (170).—Требуемая вязкость для выпаренного молока (172).— Добавление двууглекислого натрия к партии выпаренного молока (172).—Неправильности в реакции в результате приготовления двууглекислого натрия (172).— Применение лимоннокислого натрия и двуфосфорнокислого натрия (173).—Преимущества прибавления цитратов и фосфатов (173).—Как пользоваться лимоннокислым натрием и двуфосфорнокислым натрием. (Приготовление раствора.—Приготовление пробных банок.— Компенсирование влияния разбавления образца.— Методика испытания.— Добавление двуфосфорнокислого натрия к партии выпаренного молока) (174).—Этика прибавления минеральных солей к выпаренному молоку (176).

Глава XVI. Стерилизация выпаренного молока посредством непрерывного процесса 177

Описание непрерывного стерилизатора 178

Подогреватель (178).—Стерилизатор (178).—Холодильник (180).— Приспособление для обнаружения текучих банок (180).—Достоинства непрерывного стерилизатора (181).

Стр.

Глава XVII. Простое сгущенное молоко . . . . . —

Определение (183).—Качество свежего молока (183).—Подогревание (183).—Сгущение (183).—Отношение концентрации (184).—Взятие пробы на плотность (184).—Перегревание (184).—Охлаждение (185).

Сгущенная пахта 187

Определение (187).—Снабжение жидкой пахтой и ее состав (187).—Производство. (Удаление сыворотки отстаиванием.—Концентрирование посредством центрофугирования.—Выпаривание в вакууме.—Оборудование) (188).

Работа 189

Созревание пахты (189).—Подогревание пахты (190).—Сгущение пахты (190).—Проба на плотность (191).—Сгущение пахты посредством „пленочного" процесса (192).—Осаждение извести в сгущенной пахте (192).—Использование обрата в производстве сгущенной пахты (193).—Упаковка (193).—Хранение (193).—Выход сгущенной пахты (194).—Сбыт для сгущенной пахты (195).

Сгущенная сыворотка 195

Глава XVIII. Сгущение путем непрерывного процесса 197

Цель (197).—Аппараты непрерывного действия (197).—Непрерывный выпуск из вакуум-аппарата (197).—Соединения при непрерывном выпуске (197).—Регулирование плотности при непрерывной работе вакуум-аппарата (198).—Ю-Си(U-Su)-аппарат (198).—Автоматический регулятор плотности Салича (199).—Приспособление непрерывного процесса сгущения к различным видам сгущенного молока (201).

Сгущение под атмосферным давлением 201

Процесс Кампбеля. (Необходимая аппаратура.—Процесс Кампбеля в действии.—Преимущества и недостатки процесса Кампбеля) (202).—Непрерывный концентратор. (Скорость мешалки.—Управление непрерывным концентратором. Нагревание молока.—Сгущение.—Охлаждение сгущенного молока) (203).—Конденсирующий выниариватель Раффа (Конструкция.—Работа.—Пропускная способность) (205).

Глава XIX. Упаковка сгущенного молока в вакууме 207

Упаковка в вакууме сгущенного молока с сахаром (208).—Упаковка выпаренного молока в вакууме (209).—Относительные достоинства молока, укупоренного в вакууме (210).

Часть IV

Места сбыта для сгущенного молока, его состав и свойства

Глава XX. Приготовление для сбыта 212

Маркировка (212).—Осмотр (212).

Наклеивание этикеток 213

Машины для наклеивания этикеток (213).—Принцип устройства этикеточных машин (213).—Морщины и ржавые пятна на этикетках (215).—Пропускная способность машин, наклеивающих этикетки (215).

Упаковка в ящики 215

Маркировка ящиков (216).—Упаковка сгущенного молока на экспорт (216).

Хранение 217

Цель хранения (217).—Влияние температуры хранения (218).

Перевозка 219

Стр.

Глава XXI. Места сбыта сгущенного молока 221

Продажная цена американского сгущенного молока (221).— Экспорт и импорт (223). —Размер пошлины на импортное сгущенное молоко в САСШ (225).

Глава XXII. Химический состав и физическое свойство сгущенного молока

Свойства отдельных составных частей молока (229).

Молочный жир 229

Химический состав (229). — Физическая структура молочного жира (231).— Молоко-эмульсия (231).— Поверхностное натяжение (231).— Адсорбция (232). — Вязкость (232). — Слой сливок (232).—Эмульсия жира в сгущенном молоке (232).

Белки молока 233

Виды и значение белков молока (233).—Казеин (233).—Альбумин (235). Значение молочных белков в производстве сгущенного молока (236).

Зола молока 238

Состав золы (238).—Значение баланса солей (239).

Молочный сахар 239

Содержание молочного сахара в молоке (239).—Кристаллы молочного сахара (239).—Видоизменения молочного сахара (242). (Гидрат альфа.— Сахар бэта ангидрид.— Видоизменение ангидрида альфа) (244).—Молочный сахар в сгущенном молоке 244).— Растворимость молочного сахара (244).—Начальная растворимость (245). — Конечная растворимость (246).—Пересыщенность (246).—Значение метастабильного пространства в пересыщенных сахарных растворах в применении к сгущенному молоку с сахаром (248).— Лимонная кислота (249).—Сахароза (249).

Глава XXIII. Санитарная чистота, переваримость и свойства витаминов сгущенного молока 251

Санитарная чистота (251).— Переваримость (253).— Свойства витаминов (255).— Витамин А (противоксерофтальмический витамин) (256).—Витамин В (противоневритный или противобэрибэрийный витамин (256).—Ви амин С (противоцынготный витамин) (256).— Витамин D (противорахитный витамин) (258).— Витамин Е (противостерильный витамин) (258).

Часть V

Пороки сгущенного молока, их причины и предупреждение

Глава XXIV. Пороки сгущенного молока с сахаром 259

Песчанистое или хрустящее на зубах сгущенное молоко с сахаром . . . 259

Общее описание (259).—Причины и предупреждение (259).—Однородность сгущенного молока зависит от размера образовавшихся кристаллов молочного сахара (261).—Размер кристаллов обусловливается количеством образовавшихся центров кристаллизации (261).—Массовая кристаллизация повышается в период усиленной кристаллизации в процессе охлаждения (262).— Массовое образование кристаллов усиливается внесением „затравки" (262). Правильная температура усиленной кристаллизации зависит от концентрации молочного сахара в сгущенном молоке (263).—Практические указания для применения теории кристаллизации молочного сахара к охлаждению сгущенного молока с сахаром с различными концентрациями молочного сахара (263).—Процесс охлаждения—наиболее важный фактор, обусловливающий однородность (265).—Отношение сахарозы к песчанистости (265).—Отношение сухого вещества молока к песчанистости сгущенного молока с сахаром (270).—Влияние неполного растворения сахарозы на консистенцию и вид молока (271).— Отношение концентрации к однородности молока (272).—Влияние повторного нагревания слишком холодного сгущенного молока на консистенцию и вид (273).

Стр.

Осадок на дне в сгущенном молоке с сахаром 273

Общее описание (273).—Причины и предупреждение (274).—Влияние плотности сгущенного молока на осадок сахара (275).—Влияние вязкости на осадок сахара (275).—Переворачивание банок с целью предупреждения осадка сахара (275).

Загустевшее и „сырное" сгущенное молоко 275

Общее описание (275).—Загустевание вследствие действия бактерий (276).—Виды бактерий, вызывающих загустевание (276).—Бактериальное загустевание задерживается повышением концентрации сахарозы (277).—Бактериальное загустевание повышает кислотность сгущенного молока (277).—Бактериальное загустевание уменьшает процент сахарозы и увеличивает процент молочного сахара (277).—Интенсивность и быстрота загустевания при различных сахарных отношениях зависит от количества и активности кокков (278).—Температура хранения является важным фактором при бактериальном загустевании (278).—Концентрация сухого вещества молока не оказывает влияния на бактериальное загустевание (279).—Реакции, связанные с бактериальным загустеванием (280). Загустевание вследствие физических причин (281). Влияние присутствия или отсутствия содержащегося воздуха на загустевание (282).—Влияние кислотности на вязкость и прогрессивное загустевание (282).—Влияние концентрации сахарозы на вязкость и прогрессивное загустевание (283).—Влияние температуры хранения на прогрессивное загустевание (284).—Влияние концентрации молока на прогрессивное загустевание (286).—Влияние составных частей золы молока на прогрессивное загустевание (289).—Влияние высокой температуры в вакуум-аппарате на вязкость и прогрессивное загустевание сгущенного молока с сахаром (291).—Сводка причин, вызывающих загустевание сгущенного молока с сахаром, и их предупреждение (292).

Комковатое сгущенное молоко с сахаром 293

Общее описание (293).—Причины и предупреждение (293).—Молоко от новотельных коров (293).—Излишек молочной кислоты в сгущенном молоке и кислота припоя в жестяных банках (294).—Местные уплотнения (пуговицы) в сгущенном молоке с сахаром (295).—Причины местных уплотнений (295).—Предотвращение местных уплотнений (296).—(Недопущение загрязнения.—Низкая температура.—Исключение кислорода) (298).

Газовое брожение в сгущенном молоке с сахаром 299

Общее описание (299).—Причины вспучивания и предупреждение его (299). Вспучивание вследствие присутствия в молоке специфических газообразующих организмов (299).—Загрязнение дрожжами на скотном дворе (304).—Загрязнение дрожжами на заводе (305).—Загрязненная сахароза (305).—Загрязненное оборудование и молокопроводы (306).—Загрязнение во время охлаждения и выдерживания до укупорки банок (307).—Загрязнение через вскрытые банки (307).—Опасное влияние высокой кислотности молока (307).—Загрязнение маслянокислыми бактериями (308).—Отношение концентрации сахарозы к газовому брожению (309).—Вспучивание, производимое механическим сжатием и расширением молока в жестянках (309).

Прогорклое сгущенное молоко с сахаром 310

Общее описание (310).—Отношение загрязненной воды к прогорклости (311).

Металлический вкус сгущенного молока с сахаром 311

Общее описание (311).—Причины металлического вкуса и предупреждение его (311).

Бурый цвет сгущенного молока с сахаром 312

Общее описание (312).—Причины и предупреждение (312).—Отстаивание жира в сгущенном молоке с сахаром (313).

Стр.

Глава XXV. Пороки выпаренного молока 315

Свернувшееся выпаренное молоко 315

Общее описание (315).—Причины и предупреждение (315).—Влияние процесса стерилизации на свертывание выпаренного молока (315).—Влияние качества сырого молока (316).—Влияние молозива и чрезмерного содержания альбумина в молоке (316).—Влияние минеральных солей на молоко (316).—Влияние температуры подогревания (316).—Влияние давления в гомогенизаторе (316).—Влияние концентрации (316).—Влияние продолжительной выдержки до стерилизации (316).—Влияние сгущения в непрерывнодействующем концентраторе (317).—Проникновение в банки кислоты припоя (317).

Зернистый осадок в выпаренном молоке 317

Общее описание (317).—Причины и предупреждение (317).—Влияние состава молока на количество осадка (317).—Влияние концентрации на количество осадка (318).—Влияние процесса стерилизации (318).—Влияние температуры хранения на количество осадка (318).

Отстоявшееся и сбитое в комки выпаренное молоко 319

Общее описание (319).—Причины и предупреждение (319).—Влияние местности и времени года (319).—Влияние степени сгущения (319).—Влияние процесса стерилизации (320).—Влияние гомогенизации (320).—Переворачивание жестянок во время хранения (321).

Перебродившее выпаренное молоко 321

Кислое, свернувшееся выпаренное молоко 321

Общее описание (321).—Причины и предупреждение (321).

Горькое выпаренное молоко 323

Общее описание (323).—Причины и предупреждение (323).

Рыбный привкус в выпаренном молоке 324

Общее описание (324).—Причины и предупреждение (325).

Газовое брожение в выпаренном молоке 325

Общее описание (325).—Причины и предупреждение (325).—Вспучивание выпаренного молока вследствие замерзания (327).—Вспученное выпаренное молоко вследствие химического действия (327).—Вспученное выпаренное молоко вследствие изменения высоты над уровнем моря (328).

Бурое выпаренное молоко 329

Общее описание (329).—Причины и предупреждение (329).

Суррогат выпаренного молока 329

Часть VI

Производство сухого молока

Глава XXVI. История развития промышленности 331

Определение (331).—Развитие процесса изготовления сухого молока (331).

Глава XXVII. Принципы, системы и процессы, применяемые в производстве сухого молока 334

Высушивание молока посредством замораживания (334).—Высушивание молока посредством нагревания (334).

Система высушивания до консистенции теста 335

Процесс Уиммера (336).—Процесс Кемпбэлля (336).

Система пленочного высушивания 336

Пленочное высушивание жидкого или предварительно сгущенного молока (338).—Пленочное высушивание под атмосферным давлением или в вакууме (338).

Стр.

Барабанные сушилки под атмосферным давлением (339) 339

Конструкция Джаста (339).—Процесс Хатмэйкера (340).—Конструкция Гартмана (340).—Аппарат для высушивания молока Миньо-Плюмей (341).—Аппарат для высушивания молока Джемс Белля с новым компрессорным приспособлением (342).

Вакуум-сушильный аппарат с барабанами 343

Конструкция Пассбурга (343).—Конструкция Экенберга (344).—Конструкция Говерса (344).—Барабан для высушивания молока Буфловэк (345).—Комбинированный вакуум-аппарат для сгущения и сушки молока (346).—Распылительно-пленочная вакуум-сушилка (347).—Аппарат для высушивания молока „Сахара“(349).

Глава XXVIII. Система высушивания посредством распыления. 350

Высушивание посредством распыления жидкого или предварительно сгущенного молока (350).—Методы распыления молока (350).—Способы улавливания молочной пыли (351).—Быстрое удаление сухого молока из горячей сушильной камеры (351).

Описание машин и процессов, связанных с высушиванием посредством распыления 351

Распыление под давлением 351

Конструкция Перси (351).—Конструкция Штауфа (352).—Конструкция Мак-Лаклана (352).—Конструкция Меррель-Соуль (354).—Конструкция Роджерса (354).—Конструкция Грей-Дженсена. (Основательное удаление влаги.—Сохранение растворимости.—Обеспечение наибольшего процента выхода сухого молока. Максимальная экономия в работе.—Защита от повторного загрязнения готового продукта) (355).

Процессы распыления с помощью центробежной силы 358

Процесс высушивания распылением по способу Краузе (358).—Процесс высушивания распылением по способу Дикка (360).

Глава XXIX. Техника производства сухого молока 361

Подогревание молока (361).—Предварительное сгущение молока (351).—Влияние предварительного сгущения на экономичность производства (361).—Влияние предварительного сгущения на компактность сухого молока (362).—Влияние предварительного сгущения на выход сухого молока (363).—Влияние предварительного сгущения на растворимость сухого молока (364).—Влияние предварительного сгущения на прочность сухого молока (364).—Потребность в нагретом воздухе в процессе высушивания посредством распыления (364).—Источники получения нагретого воздуха (366).—Сушильная камера (367).—Форсунки и диски для распыления молока (368).—Насосы для распыления молока (370).—Удаление сухого молока из горячей сушильной камеры (370).—Выход сухого обрата (370).—Просеивание и упаковка (371).

Глава XXX. Состав и свойства сухого молока 373

Химический состав сухого молока (373).—Растворимость сухого молока (373).—Влияние производственного процесса на растворимость сухого молока (376).—Влияние содержания влаги и и длительности хранения сухого молока на его растворимость (380).—Смешиваемость и легкость растворения сухого молока (382).

Глава XXXI. Прочность сухого молока, его полезность для здоровья и места сбыта 384

Влияние бактерий на прочность сухого молока (384).—Порча сухого молока вследствие химического действия (387).—Затхлый вкус и запах (387).—Прогорклый привкус и запах (387).—Причины прогорклости (388).—Салистый привкус и запах (389).—Влияние воздуха на салистость (391).—Влияние света на салистость (392).—Влияние тепла на салистость (392).—Влияние влаги на салистость (393).—Влияние процента жира на салистость (394).—Влияние кислотности жира на салистость

(395).—Влияние металлических металлоидов на салистость (395).— Влияние предварительного сгущения на салистость (398).— Влияние гомогенизации на салистость (399).— Влияние тары на прочность сухого молока (399).— Влияние добавления сахарозы на прочность (400).

Полезность сухого молока для здоровья 401
Витамины в разных видах сухого молока (401).— Переваримость сухого молока. (Приготовление.—Фруктовый сок.—Известковая вода) (402).

Места сбыта сухого молока 404
Виды применения цельного сухого молока (405).—Виды применения сухого обрата (406) — Применение сухого обрата в хлебопечении (408).—Импорт и экспорт сухого молока (408).

Глава XXXII. Сухая пахта 409
Определение (409).—История производства сухой пахты (409).— Годовая продукция сухой пахты (410).— Способы производства (410).—Пленочное высушивание без предварительного сгущения (411).—Процесс высушивания Колписа (411).—Пленочное высушивание предварительно сгущенной пахты (412).—Подготовка сухой пахты для сбыта (413).—Выход сухой пахты(413).—Состав сухой пахты (413).—Прочность сухой пахты (414).—Переваримость сухой пахты (414).—Свойства витаминов сухой пахты (414).— Применение сухой пахты (414).— Сухая сыворотка (415).

Глава XXXIII. Солодовое молоко 416
Определение (416).— История развития промышленности солодового молока (416).— Производство солодового молока (416).— Приготовление ячменного солода (417).— Описание процесса солодования ячменя (417).— Отбор и очистка ячменя (418).— Размачивание ячменного зерна (418).— Прорастание ячменя (420).—Просушивание ячменного солода (421).—Приготовление смеси (424).— Отделение шелухи от смеси (425).— Добавление цельного молока к экстракту смеси и высушивание смеси (426).— Состав солодового молока (428).—Прочность солодового молока (428).—Применение солодового молока (429).

Часть VII

Пробы и анализы

Глава XXXIV. Химические и бактериологические способы 430

1. Пробы для определения качества молока в приемной завода 430
Пробы на кислотность (431). — Быстрая проба на кислотность для ежедневного применения на заводе (431).—Алкогольная проба (431).—Проба на брожение (432).—Редуктазная проба (433).

2. Химические анализы молока 435
Взятие пробы (435).— Приготовление пробы (435).— Удельный вес (435).— Определение кислотности (436).— Определение сухого вещества (437).—Определение воды (437).—Определение белковых веществ (437).—Казеин и альбумин (439).— Молочный сахар (440).— Объемный метод (441).— Определение жира (443).—Выпаренное молоко (447).—Сгущенное молоко с сахаром (448).—Сухое молоко и солодовое молоко (450).— Проба Мюллера для определения жира и сухих веществ (454).—Проба на жирность по способу Гербера(454).

3. Бактериологические анализы 454
Способ подсчета микробов в чашках Петри (456).—Качественные способы бактериального анализа (459).

Глава XXXV. Определение и стандарты для молока и молочных продуктов. 463
Федеральные определения и стандарты САСШ 463
Стандарты для сгущенного молока в Англии 465

А. В. Горбачев.—К вопросу о развитии молочно-консервной промышленности в СССР и САСШ 466

Приложения. Сравнение американских мер и веса с метрическими . . . 472
Схема оценки молока сгущенного с сахаром по стобалльной системе 473

Литература 474

Цена 6 р. 50 к.

Переплет 75 коп.

СКЛАД ИЗДАНИЯ:
МАГАЗИНЫ И ОТДЕЛЕНИЯ
КНИГОЦЕНТРА И КООПКНИГИ
ПОЧТОВЫЕ ЗАКАЗЫ
НАПРАВЛЯТЬ: МОСКВА, 64
„КНИГА — ПОЧТОЙ"
КНИГИ ВЫСЫЛАЮТСЯ ТОЛЬКО
НАЛОЖЕННЫМ ПЛАТЕЖОМ
(БЕЗ ЗАДАТКА).