

НОВОЕ
В ЖИЗНИ, НАУКЕ,
ТЕХНИКЕ

ЗНАНИЕ



М. П. Морозов
МИКРО-
БИОЛОГИЧЕСКАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ -
НАРОДНОМУ
ХОЗЯЙСТВУ

СЕРИЯ
БИОЛОГИЯ
/1972

М. П. Морозов,

кандидат экономических наук

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ —
НАРОДНОМУ
ХОЗЯЙСТВУ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

Москва 1972

Морозов Михаил Павлович

М 80 Микробиологическая промышленность — народному хозяйству. М., «Знание», 1972.

32 с. («Новое в жизни, науке и технике». Серия «Биология», 9).

В брошюре рассказывается о том, как на основе микробиологического синтеза и ферментативного катализа получают в промышленных масштабах ценные, биологически активные вещества, необходимые для многих отраслей производства.

2-10-3

57 А

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. Основные задачи развития микробиологической промышленности в 1971—1975 гг.	3
Производство кормовых белковых продуктов	6
Производство аминокислот	14
Производство витаминов	18
Производство кормовых антибиотиков	21
Производство микробиологических средств защиты растений и бактериальных удобрений	23
Производство ферментных препаратов	29
Заключение	31

Михаил Павлович МОРОЗОВ

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ — НАРОДНОМУ ХОЗЯЙСТВУ

Редактор *И. Тужилина*. Художник *В. Самохин*. Худож. редактор *Т. Добровольнова*. Техн. редактор *А. Красавина*.
Корректор *С. Ремизова*

А 08051. Сдано в набор 13/VI 1972 г. Подписано к печати 17/VII 1972 г. Формат бумаги 60×90/16. Бумага типографская № 3. Бум. л. 1,0. Печ. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,89. Тираж 61 330 экз. Издательство «Знание». Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4. Заказ 1412. Типография Всесоюзного общества «Знание», Москва, Центр, Новая пл., д. 3/4.
Цена 6 коп.

Важное значение приобретают изучение и широкое использование микроорганизмов в народном хозяйстве и здравоохранении, в том числе для выработки пищевых и кормовых средств, витаминов, антибиотиков, ферментов, для изыскания новых приемов агротехники.

Из Программы КПСС

ВВЕДЕНИЕ. ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ РАЗВИТИЯ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В 1971—1975 гг.

Высокий уровень развития производительных сил, успехи, достигнутые техникой и наукой, и прежде всего биологией, позволили уже в начале восьмой пятилетки организовать в нашей стране новую самостоятельную отрасль промышленности — микробиологическую. На основе широкого использования микробиологического синтеза и ферментативного катализа стало возможным получать в промышленных масштабах ценные, биологически активные вещества, необходимые для многих отраслей промышленности и особенно для сельского хозяйства.

Основная задача микробиологической промышленности — обеспечение народного хозяйства кормовыми белками, ферментами, антибиотиками, витаминами, аминокислотами, бактериальными удобрениями, средствами защиты растений и другими продуктами, получаемыми методом микробиологического синтеза, а также рядом продуктов, образующихся в результате комплексной переработки сырья (этиловый гидрозольный спирт, фурфурол, его производные и другие).

В промышленных условиях используют способность микроорганизмов — дрожжей, плесневых грибов, бактерий и других — образовывать и быстро накапливать в процессе своего развития значительные количества биомассы, богатой белками, ферментами, витаминами, антибиотиками и другими биологически активными веществами. Применяя различные виды и формы микроорганизмов, ученые и инженеры освоили на практике направленное ведение микробиологического синтеза.

Промышленное производство этих продуктов на основе микробиологического синтеза имеет ряд важных преимуществ. Например, возможность широкого отбора многочисленных и разнообразных форм микроорганизмов, которые могут применяться в качестве источника (продуцента) нужных продуктов. С помощью генетической и селекционной работы мо-

жно получать определенные формы микроорганизмов (мутанты), способные к более активному синтезу тех или иных веществ.

Для осуществления микробиологического синтеза не требуется особых условий: высоких температур, большого давления или вакуума и т. д., поэтому в производстве процесс выращивания микроорганизмов направленно ведется в сравнительно «мягких» условиях. Исходным материалом служат доступные и дешевые виды технического сырья, в том числе отходы производства (например, отходы лесопиления и деревообработки в гидролизно-дрожжевой промышленности и т. д.). Производственный цикл осуществляется довольно быстро, что обуславливается высокой скоростью роста и размножения микроорганизмов. Важно отметить, что с помощью микробиологического синтеза в настоящее время получают ряд веществ, произвести которые методом современного химического синтеза либо невозможно, либо весьма сложно и дорого (витамин В₁₂, ферменты и т. д.).

Экономическая эффективность применения продуктов микробиологической промышленности в различных отраслях народного хозяйства, и прежде всего в сельском хозяйстве, весьма высокая. Включение кормовых дрожжей, аминокислот, витаминов и некоторых других добавок в рационы кормов позволяет значительно увеличивать привесы сельскохозяйственных животных и птицы, сокращать расход дорогостоящих кормов на единицу готовой продукции, ускорять откорм, снижать затраты труда в животноводстве и птицеводстве. Широкое внедрение микробиологических средств защиты растений позволяет уберечь урожай от вредителей и болезней, дополнительно получать для страны сотни тысяч тонн овощей, фруктов, хлопка и других культур, надежно охранять огромные лесные массивы от вредных насекомых. Преимущество этих микробных препаратов очевидно: они безвредны для человека, полезных животных и насекомых, действие их избирательно и, уничтожая вредителей, они не поражают полезную микрофлору.

Массовое производство микробиологических препаратов позволит в отдельных случаях прекратить или снизить использование ряда токсичных ядохимикатов.

Рациональное применение бактериальных удобрений, усиливающих фиксацию атмосферного азота в почве, способствует повышению урожайности ряда культур в растениеводстве.

Важное значение имеет использование продуктов микробиологического синтеза для совершенствования и интенсификации производства в ряде отраслей промышленности, повышения качества и выхода готовых изделий. Так, применяемые в пищевой, легкой, химической промышленности фермент-

ные препараты позволяют значительно ускорять отдельные технологические процессы, экономить дорогостоящее сырье, снижать себестоимость продукции.

Ферменты успешно применяют в медицинской практике при лечении ожогов, пролежней, артериальных заболеваний, в диагностике, в химико-фармацевтической промышленности — при приготовлении новых лекарств и косметических препаратов.

В производстве средств химической чистки добавка в смеси определенных ферментов существенно повышает эффективность действия этих моющих средств.

Народнохозяйственное значение новой прогрессивной отрасли — микробиологической промышленности — и важность широкого внедрения микробиологической продукции во многие отрасли промышленности, сельского хозяйства, медицины, службы быта очевидны. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускоренному развитию микробиологической промышленности», принятое в 1970 г., определило конкретные задачи по созданию в стране современной материально-технической базы промышленной микробиологии.

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971—1975 гг. предусмотрено: «Ускоренными темпами развивать микробиологическую промышленность. Увеличить выпуск кормовых дрожжей в 3,5—3,7 раза. Развивать промышленное производство белково-витаминных концентратов, значительно расширить производство аминокислот, микробиологических средств защиты растений, антибиотиков немедицинского назначения и кормовых витаминов. Увеличить производство и расширить ассортимент ферментных препаратов для интенсификации технологических процессов и улучшения качества продукции в пищевой и легкой промышленности, в сельском хозяйстве и других отраслях. Осуществить оснащение микробиологической промышленности высокопроизводительными технологическими линиями с агрегатами повышенной единичной мощности».

В девятой пятилетке намечено построить десятки новых крупных предприятий этой отрасли. Объем капитальных вложений в строительство объектов микробиологической промышленности в 1971—1975 гг. увеличен более чем в 4 раза по сравнению с предыдущей пятилеткой. Это позволит обеспечить создание и ввод в действие мощности по производству кормовых дрожжей в размере 1,3 млн. т (против 0,2 тыс. т, введенных в 1966—1970 гг.), микробиологических средств защиты растений — около 24 тыс. т, аминокислоты — лизина — 7,3 тыс. т и др.

В микробиологической промышленности в 1971—1975 гг.

намечено организовать крупнотоннажное производство новых видов продукции (белково-витаминных концентратов на базе использования углеводов нефти, новых форм антибиотиков, ферментов и т. д.), внедрить типовые технологические линии увеличенной мощности, обеспечить предприятия высокопродуктивными штаммами промышленных микроорганизмов, полученных с помощью современных методов генетики и селекции. Претворение в жизнь этих планов обеспечит успешное развитие многих отраслей народного хозяйства, повысит эффективность общественного производства.

ПРОИЗВОДСТВО КОРМОВЫХ БЕЛКОВЫХ ПРОДУКТОВ

Одной из основных задач микробиологической промышленности на современном этапе ее развития является обеспечение сельского хозяйства кормовым белком.

Известно, что для дальнейшего развития животноводства первостепенное значение имеет укрепление его кормовой базы. Потребность животноводства и птицеводства в кормах, богатых углеводами, обеспечивается за счет увеличения производства зерновых культур, сахарной свеклы, картофеля, кормовых трав и других культур. Однако эти виды кормов содержат недостаточное количество белков, незаменимых аминокислот и витаминов.

По данным Министерства сельского хозяйства СССР, используемые в последние годы в общественном животноводстве корма содержали на 20—25% меньше переваримого белка в каждой кормовой единице, чем это требуется для рационального кормления.

Достижения современной биологии открыли широкие возможности для рациональной организации кормовой базы сельскохозяйственных животных прежде всего путем улучшения белкового состава кормов, а также введения в них физиологически активных веществ (витаминов, антибиотиков, ферментов, микроэлементов и других).

Практика отечественных передовых хозяйств, а также достижения сельскохозяйственного производства в ряде зарубежных стран показали, что таким образом возможно сократить в 1,5—2 раза затраты корма на единицу животноводческой продукции. Вот почему одной из основных проблем в деле увеличения продуктивности животноводства является проблема белка. Так, для повышения качества растительных кормов их обогащают такими белковыми добавками, как мясо-костная и рыбная мука, шроты, жмыхи, молочный обрат и т. д. Однако современный уровень производства этих кормовых белковых продуктов далеко не удовлетворяет нужд сельского хозяйства. Возможности же быстрого роста их про-

изводства для полной ликвидации дефицита кормового белка ограничены. Важным фактором в решении этой проблемы является организация промышленного производства кормового белка на основе микробиологического синтеза. Преимуществом индустриального метода производства белка является то, что, во-первых, он в отличие от способов получения растительного белка не зависит от погодно-климатических условий, а, во-вторых, базируется на использовании различных видов технического сырья, ресурсы которых в природе весьма велики.

Производство кормовых белково-витаминных дрожжей из растительного (углеводного) сырья

В нашей стране кормовые дрожжи в настоящее время вырабатывают предприятия микробиологической, целлюлозно-бумажной и пищевой промышленности. Получаемый ценный белково-витаминный концентрат содержит 50—55% сырого протеина, витамины, микроэлементы. Так, в 1 кг дрожжей примерно имеется 13—18 мг тиамин (витамин В₁), 20—40 мг рибофлавина (витамин В₂), 60—100 мг пантотеновой кислоты (витамин В₃) и другие витамины группы В, а также эргостерин (провитамин D₂). По количеству и соотношению незаменимых аминокислот кормовые дрожжи превосходят белки растительного происхождения. Наряду с высоким содержанием белка и витаминов в дрожжах найдены ферменты и гормоны, способствующие усвоению углеводов и белков и улучшающие обмен веществ в организме животных. Белок дрожжей усваивается организмом животных на 85—90%, т. е. более полно, чем белок растительных кормов.

Дрожжевое производство в настоящее время базируется в основном на переработке различных видов растительного (углеводного) сырья и развивается высокими темпами (табл. 1).

Таблица 1

Рост выработки кормовых дрожжей в нашей стране за последние годы

Годы	Объем производства кормовых дрожжей, тыс. т	Выработка в % к 1960 г.
1965	98	5,8 раза
1966	124,6	7,3 »
1970	260,5	15,4 »
1971	314,2	18,6 »

В микробиологической промышленности на гидролизно-дрожжевых заводах в качестве сырья используют отходы гидролизно-спиртового производства — барду, а также гидролизат, получаемый путем переработки древесного сырья (опилки, щепа, дровяная древесина) и растительных сельскохозяйственных отходов (хлопковая шелуха, рисовая лузга, кукурузная кочерыжка и др.). Первые дрожжевые цехи были введены в эксплуатацию в гидролизной промышленности еще в начале 40-х годов.

В целлюлозно-бумажной промышленности большую часть кормовых дрожжей вырабатывают из сульфитных щелоков, содержащих необходимые питательные вещества (сахара и другие), а в последние годы и предгидролизаты сульфат-целлюлозного производства.

В пищевой промышленности выпуск кормовых дрожжей организован в основном на спиртовых заводах. Сырьем служат отходы производства — барда, получаемая после переработки на спирт зернового, картофельного сырья, сахарной патоки.

Роль предприятий микробиологической промышленности в обеспечении сельского хозяйства этим ценным кормовым продуктом неуклонно возрастает (табл. 2).

Таблица 2

Структурные изменения в производстве кормовых дрожжей за годы восьмой пятилетки

	1965 г.		1970 г.	
	тыс. т	уд. вес, %	тыс. т	уд. вес, %
Производство кормовых дрожжей				
Всего	98,0	100	260,5	100
В том числе на предприятиях микробиологической промышленности	42,1	42,9	136,1	52,3
целлюлозно-бумажной промышленности	41,3	42,2	72,2	27,7
пищевой промышленности	14,6	14,9	51,7	19,8

В настоящее время в микробиологической промышленности 28 заводов гидролизного профиля вырабатывают более 95% общего выпуска кормовых дрожжей в этой отрасли.

Принципиальная схема организации технологического процесса на действующих гидролизно-дрожжевых заводах состоит из следующих основных стадий: подготовка и складирование сырья; гидролиз сырья; подготовка и очистка субстрата; ферментация (выращивание дрожжей); выделение дрож-

жей и их сгущение; сушка дрожжей; упаковка и хранение готового продукта.

Получение питательной среды, богатой сахарами, осуществляется в гидролизно-дрожжевом производстве путем гидролиза растительного сырья. В основе этого метода лежит процесс превращения полисахаридов исходного сырья в простые сахара с помощью воздействия на них разбавленной серной кислотой. Этот процесс происходит в гидролизных аппаратах (емкостью 37—50—70 м³) при температуре 130—190° С и повышенном давлении.

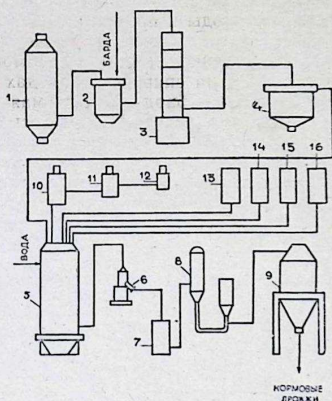


Рис. 1. Схема получения гидролизных дрожжей:

- 1 — гидролизный аппарат; 2 — нейтрализатор; 3 — вакуум-охлаждающая колонна; 4 — отстойник; 5 — дрожжерастительный аппарат; 6 — сепаратор; 7 — сборник дрожжевой суспензии; 8 — вакуум-выпарка; 9 — сушилка; 10 — малый инокулятор; 11 — большая дрожжанка; 12 — малая дрожжанка; 13, 14, 15 — сборники солей; 16 — сборник аммиачной воды.

Полученные гидролизаты проходят специальную обработку: из них удаляют вещества, затрудняющие рост дрожжей, после чего их можно использовать в последующих производственных процессах (рис. 1).

Гидролизаты имеют примерно следующий состав: общие редуцирующие вещества — 2,6—3,4 (в их число входят гексозы — 1,6—2,2; пентозы — 0,8—1,0; несахара — 0,14—0,25), органические кислоты — 0,3—0,5; серная кислота — 0,4—0,5.

Подготовка гидролизата представляет собой многоступен-

чатый процесс. Вначале его нейтрализуют известковым молоком до рН 3,7—3,9; затем отстаивают для осаждения гипса и взвешенных частиц; охлаждают, отделяя летучие вещества (фурфурол и другие). Полученный субстрат обогащают соединениями азота, фосфора, калия, необходимыми для нормального роста и жизнедеятельности дрожжей.

Основная стадия технологического процесса — ферментация — выращивание дрожжей в дрожжерастительных аппаратах (преимущественно емкостью 600 м³). На практике используют различные виды дрожжевых и дрожжеподобных грибов (*Candida scottii*, *Candida tropicalis* и другие).

Подбор и совершенствование штаммов, улучшение технологических режимов позволили повысить продуктивность дрожжей культуры *Candida scottii* на 20—25% и увеличить содержание белка в кормовых дрожжах в среднем с 45 до 50%. Процесс выращивания дрожжей ведется при непрерывной подаче питательной среды, воздуха и отборе дрожжевой суспензии.

Время выращивания составляет 4,5—5 ч при концентрации РВ в субстрате в среднем 1—1,5%. Для нормального ведения процесса поддерживается температура выращивания — 36—38° С, рН среды составляет 4—4,5. В процессе выращивания дрожжей концентрация биомассы достигает — 20—30 г/л.

Из аппарата дрожжевая суспензия непрерывно отбирается, а затем для концентрации проходит сепарацию двух видов и последующую промывку. После этого дрожжевой концентрат (400—500 г/л) для дальнейшего сгущения направляется в выпарную установку. Для получения товарных дрожжей влажности 10% производится сушка дрожжевой суспензии в распылительных сушилках.

Безусловно, на каждом действующем гидролизно-дрожжевом заводе имеются свои специфические производственные особенности. Однако существующие технологические схемы и конструкции ферментеров для выращивания кормовых дрожжей позволяют получать с каждого 1 м³ емкости аппарата 0,4—0,6 кг сухих кормовых дрожжей в час.

Мощности действующих гидролизно-дрожжевых заводов составляют 14—28 тыс. т кормовых дрожжей в год. В ближайшее время будут введены в действие биохимические заводы, годовая мощность которых по производству кормовых дрожжей увеличится до 50—60 тыс. т.

Производство кормовых дрожжей на крупных гидролизно-дрожжевых предприятиях базируется на использовании древесного сырья — отходов лесопиления, деревообработки, древесины лиственных пород и т. д. Потребность в древесном сырье крупного завода составляет 700—750 тыс. плотных м³. Учитывая имеющиеся ресурсы древесины, а также получае-

мые при ее переработке древесные отходы, гидролизная промышленность для производства кормовых дрожжей и других ценных продуктов (этиловый спирт, фурфурол, его производные) может использовать десятки миллионов кубометров древесного сырья. Дальнейшее развитие и размещение гидролизно-дрожжевых заводов в значительной мере определяет фактор наличия древесного сырья в достаточных количествах. Важной задачей гидролизно-дрожжевой промышленности является совершенствование техники и технологии производства, необходимое для улучшения основных технико-экономических показателей, и прежде всего снижения себестоимости кормовых дрожжей и другой продукции. Решение этих проблем будет осуществляться путем внедрения высокопроизводительного оборудования (гидролизаппаратов, дрожже-растительных аппаратов увеличенной емкости и т. д.), разработки интенсивных технологических процессов в первую очередь непрерывного гидролиза, использования в качестве катализаторов концентрированных кислот и газообразного хлористого водорода, применения эффективных стимуляторов биохимических процессов. Для получения ряда продуктов (фурфурол, фуриловый спирт, активные угли и другие) целесообразны комплексное использование сырья и утилизация отходов гидролизного производства.

Развитие производства кормовых дрожжей на базе применения сульфитных щелоков целлюлозно-бумажных предприятий ограничено в основном объемом выработки сульфитной целлюлозы. Сравнительно невелики возможности дальнейшего роста выпуска кормовых дрожжей и на предприятиях пищевой промышленности, где исходным сырьем служат в основном отходы производства.

Поиски ученых и инженеров были направлены на изучение новых сырьевых ресурсов, на базе которых можно будет в большом количестве получить кормовой белок методом биосинтеза. Такое сырье было найдено.

Получение кормового белка из углеводов нефти

Способность микроорганизмов окислять и усваивать углеводороды нефти была известна еще в 20-е годы. Однако интенсивные научные исследования, направленные на практическое использование культур микроорганизмов для получения белковых продуктов на основе углеводородов нефти, были осуществлены лишь в начале 60-х годов.

В результате проведенных исследований были подобраны продуктивные культуры дрожжей рода *Candida*, способные обеспечивать высокий выход биомассы с повышенным со-

держанием белка (50—55%). Их выращивали на питательной среде, в которой источником углерода были углеводороды парафинов. Выбор углеводородного сырья для производства белково-витаминных концентратов (сокращенно их называют БВК) обуславливается способностью микроорганизмов избирательно усваивать углеводороды. Например, дрожжи рода *Candida* усваивают преимущественно нормальные парафиновые углеводороды с числом атомов углерода от 10 до 24. В настоящее время в производстве БВК используют очищенные жидкие парафины, выпускаемые отечественной нефтехимической промышленностью и отвечающие определенным техническим условиям.

Советскими учеными и инженерами были разработаны теоретические основы и аппаратурно-технологическая схема производства БВК на основе очищенных жидких парафинов нефти, изучена кинетика, физиология и биохимия роста определенных культур дрожжей на очищенных жидких парафинах, выявлены особенности обмена веществ при окислении и ассимиляции клетками микроорганизмов парафинов, рекомендован состав питательной среды.

За разработку научных основ получения белковых продуктов из углеводородного сырья коллектив авторов (член-корреспондент АН СССР Г. К. Скрябин и другие) был удостоен в 1971 г. Государственной премии СССР.

Технологическая схема производства БВК была апробирована в опытных и опытно-промышленных условиях. В ее основу положены непрерывные процессы, состоящие из приготовления питательной среды, выращивания биомассы дрожжей в ферментерах с аэрацией, сгущения ее на сепараторах, промывки, последующей концентрации, а затем сушки дрожжевой массы. Следует отметить, что в схеме данного производства в отличие от гидролизного отсутствует трудоемкий и периодический процесс гидролиза, что является важным технологическим преимуществом производства БВК.

Питательная среда содержит до 1—1,5% парафина, суперфосфат, хлористый калий, аммиачную воду, сульфат аммония и некоторые другие соли. Время ферментации равно 6—6,5 ч. В производственных условиях достигается выход кормовых дрожжей до 80% от исходного сырья.

По своему химическому составу белково-витаминный концентрат, полученный на основе очищенных парафинов, близок к кормовым гидролизным дрожжам. В БВК (в пересчете на абсолютно сухое вещество) содержится 48—53% общего белка, 3—5% жира, 14—18% углеводов, 5—7% минеральных веществ. БВК богат витаминами группы В, в нем имеются все незаменимые аминокислоты (при сравнительно малом содержании метионина).

В нашей стране ряд институтов занимался изучением био-

логической ценности и безвредности БВК, а также продуктов, полученных от животных, в корм которым добавляли БВК. По результатам комплексных исследований и испытаний органами здравоохранения дано разрешение на применение БВК из очищенных парафинов в составе комбикормов с определенными регламентациями, определены требования к качеству готового продукта.

На основании проведенных научных и проектно-конструкторских разработок, опытно-промышленных данных стало возможным в девятой пятилетке приступить к строительству крупных промышленных предприятий по производству БВК из очищенных жидких парафинов. При этом единичная мощность заводов увеличена до 70—120—240 тыс. т кормовых дрожжей в год. За 1971—1975 гг. будет введен в действие ряд крупных предприятий по производству БВК общей мощностью более 600 тыс. т.

Эффективность использования кормовых дрожжей в животноводстве и птицеводстве

Обобщение и анализ результатов научных исследований и широкой практики использования кормовых белково-витаминных дрожжей свидетельствуют о высоком экономическом эффекте, получаемом при применении их в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы (табл. 3).

Понятно, что уровень экономической эффективности при

Таблица 3

Эффективность использования кормовых дрожжей в животноводстве и птицеводстве (при включении их в исполненные по протенну рационы)

Вид животных	Увеличение продуктивности в %	Уменьшение расхода кормов на единицу продукта в %	Другие показатели
Свиньи на откорме	На 15—30	На 10—20	Сокращаются сроки откорма на 20—30 дней
Цыплята	На 20—30	на 10—15	Сокращается падеж
Куры-несушки	Яйценоскость увеличивается на 20—30%	на 10—15	Улучшаются инкубационные качества яиц
Молодняк крупного рогатого скота	На 10—25		

использовании кормовых дрожжей зависит от многих факторов: состава рациона, общей обеспеченности рациона протеином, вида животных и т. д.

На основании полученных данных специалисты сельского хозяйства сделали вывод, что при современном уровне затрат кормов и обеспеченности их протеином можно получить при использовании 1 т кормовых дрожжей дополнительной продукции: свинины (в живом весе) — 500—700 кг, или мяса птицы — 1200—1500 кг, или яиц 15 тыс. штук.

ПРОИЗВОДСТВО АМИНОКИСЛОТ

Аминокислоты являются основными элементами, из которых строятся молекулы белка. По химическому составу это соединения, содержащие аминные и карбоксильные группы. Физиологическое значение аминокислот велико. Они принимают непосредственное участие в белковом и углеводном обменах.

Одни аминокислоты (аланин, серин, тирозин и др.) сравнительно легко синтезируются в организме человека и животных из органических соединений, другие, например, лизин, метионин, триптофан, лейцин, валин, не синтезируются высшими организмами и носят название «незаменимых». Для нормальной жизнедеятельности организма незаменимые аминокислоты должны поступать в необходимом количестве извне (с пищей или кормом).

Количество и соотношение отдельных аминокислот, входящих в состав белка, определяют его биологическую ценность.

В последние годы промышленное производство аминокислот интенсивно развивается во многих странах. Такие аминокислоты, как лизин, метионин, триптофан, глутаминовая кислота, находят применение в сельском хозяйстве, пищевой, медицинской промышленности.

Растительные белки, в частности белок злаковых, имеют недостаточное количество таких незаменимых аминокислот, как лизин, метионин, триптофан. Установлено, что при добавлении в рацион свиней, птиц, молодняка жвачных животных, пушных зверей недостающих аминокислот корма (особенно его белковая часть) лучше усваиваются, а следовательно, повышается эффективность откорма.

Исследования показали также целесообразность обогащения аминокислотами некоторых продуктов питания. Применение лизина в хлебопекарной промышленности улучшает качество хлебобулочных изделий, а глутаминовая кислота повышает вкусовые качества консервной продукции и изделий в общественном питании.

В промышленности существуют несколько методов полу-

чения аминокислот (микробиологический синтез; метод гидролиза белковых продуктов, например, кератинового сырья; химический синтез).

При организации производства аминокислот определяющими факторами в выборе того или иного метода получения этих продуктов являются технико-экономические показатели, сырьевые возможности и т. д. Так, незаменимую аминокислоту — метионин — получают в широких масштабах методом химического синтеза, а лизин, имеющий, пожалуй, наибольшее значение и спрос, — в заводских условиях путем микробиологического синтеза. Разрабатывается технология производства триптофана микробиологическим способом.

Микробиологический синтез аминокислот имеет определенные преимущества в сравнении с другими методами получения этих продуктов.

При химическом синтезе аминокислот образуются рацематы, состоящие из равновесной смеси D- и L-форм аминокислот. D-форма аминокислот организмом человека или животных либо не усваивается, либо усваивается значительно хуже, чем активная L-форма этих аминокислот. В связи с этим возникает необходимость разделения рацематов с выделением L-формы аминокислот, представляющих практическую ценность. Микробиологическим путем получают L-формы аминокислот.

Получение с помощью современных методов селекции и генетики высокоактивных штаммов микроорганизмов — продуцентов аминокислот — позволяет в условиях микробиологического производства с минимальными затратами резко увеличить выход готовой продукции и улучшить экономические показатели.

В процессе микробиологического синтеза аминокислот одним из основных источников углерода является свекловичная патока, а источником азота — аммиак, сульфат аммония и другие. Советские и зарубежные исследователи ведут работы по получению наиболее активных штаммов микроорганизмов, усваивающих углеводороды, и выявлению возможностей использования их для биосинтеза аминокислот.

В нашей стране разработаны технология и соответствующая аппаратура для производства микробиологическим методом важнейшей аминокислоты L-лизина. В настоящее время организуется крупнотоннажное производство этого продукта в широких промышленных масштабах. Советские ученые и инженеры предложили две технологические схемы промышленного производства лизина микробиологическим способом: получение продукта в виде кристаллического лизина (профессор С. И. Алиханян и другие) и в виде кормового концентрата лизина (член-корреспондент АН СССР В. Н. Букин, профессор М. Е. Бекер и другие).

Технология получения кристаллического L-лизина в форме монохлоргидрата с использованием в качестве продуцента штамма *M. glutamicus* разрабатывалась с 1963 г. в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова АН СССР, а затем во Всесоюзном институте генетики и селекции промышленных микроорганизмов Главмикробиопроба (ВНИИГенетика). Апробированная в опытных условиях и затем усовершенствованная эта технология принята в проекте первого опытно-промышленного завода по производству кристаллического L-лизина мощностью 1,3 тыс. т в год, строительство которого завершается в Армянской ССР. Следует отметить, что первоначальная проектная мощность завода (1 тыс. т лизина) была увеличена на 30% после предложений по внедрению более продуктивного штамма и усовершенствования технологии, разработанных сотрудниками института ВНИИГенетика. Технологическую схему этого процесса можно разделить на две основные стадии: ферментация и выделение продукта в кристаллическом виде. Полученной культурой засевают производственные ферментеры, где в стерильных условиях при непрерывном перемешивании ведется процесс выращивания микроорганизма-продуцента и накопления в биомассе нужной аминокислоты.

При выращивании микроорганизмов используют питательные среды, содержащие мелассу, кукурузный экстракт, белковые гидролизаты, соли аммония и другие.

После ферментации осуществляется процесс осаждения: из культуральной жидкости отделяется биомасса и другие взвеси. Очищенный раствор, содержащий L-лизин, поступает в ионообменники, затем его упаривают и осветляют. Элюаты (фильтраты) концентрируют, охлаждают и, наконец, происходит выделение кристаллов L-лизина. В готовом препарате основное вещество составляет 97—98%, влажность его — не более 0,5%.

Сотрудниками Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР и Института микробиологии им. А. Кирхенштейна АН Латвийской ССР разработана технология получения кормового концентрата лизина. Процесс биосинтеза аминокислоты осуществляется с использованием культуры *Brevibacterium sp 22* — продуцента лизина.

Технологическая схема получения кормового концентрата лизина включает следующие основные производственные процессы (рис. 2).

1. Приготовление питательной среды и выращивание посева материала.

2. Производственная ферментация, продолжающаяся в течение 48—72 ч при температуре 29—30° и непрерывной аэрации стерильным воздухом. Пенoгашение производится кашалотовым жиром.

3. Выпаривание и сушка культуральной жидкости. После ферментации стабилизированную культуральную жидкость выпаривают в вакуум-выпарке. Затем упаренная культуральная жидкость (40% сухих веществ) направляется на распылительную сушилку, после чего получают продукт влажностью 8—10%.

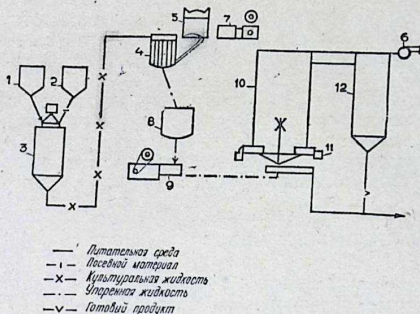


Рис. 2. Схема получения кормового концентрата лизина:

1, 2 — хранение сырья; 3 — ферментер; 4, 5 — вакуум-выпарная установка; 6 — вентилятор; 7 — вакуум-насос; 8 — промежуточная емкость; 9 — насос высокого давления; 10 — башня распылительной сушилки; 11 — калориферы сушильной башни; 12 — фильтр воздуха.

4. Расфасовка и упаковка готового продукта. Кормовой концентрат, содержащий 10—12% лизина, упаковывают в крафтмешки с полиэтиленовой пленкой. Вес мешка — 20 кг.

По данной технологической схеме построен в Латвийской ССР опытно-промышленный завод мощностью 1 тыс. т лизина в год.

Освоение первых опытно-промышленных заводов по выпуску лизина позволит определить пути дальнейшего совершенствования и развития этого производства.

Эффективность использования лизина и других аминокислот в животноводстве очевидна. Это подтвердили многочисленные исследования, проведенные Всесоюзным институтом животноводства и другими отраслевыми институтами. Аминокислоты добавляли в различные кормовые рационы (включавшие как корма животного, так и только растительного происхождения и т. д.). Серия опытов проведена на различных группах животных и птиц.

Изучена эффективность применения лизина при откорме поросят раннего отъема, молодняка свиней, свиноматок, хряков-производителей, ягнят, цыплят. Так, добавление 800—1000 г лизина на 1 т корма (или 0,08—0,1%) увеличивало привесы за период откорма свиней на 9,3% и позволяло экономить корма на 8,8% (при откорме свиней от 25 до 100 кг живого веса). Особенно благотворно действие лизина в период откорма свиней от 25 до 50 кг живого веса. Добавление лизина (0,3% к весу корма) в опытах по откорму молодняка птицы также дало хорошие результаты. При этом скорость роста увеличивалась на 17%, сэкономлено кормов на 12%.

Интересны исследования на молодняке свиней и птиц, показавшие возможность частичной замены кормов животного происхождения растительными кормами (без снижения продуктивности). Добавки лизина сочетают с использованием витаминов, антибиотиков и других веществ.

ПРОИЗВОДСТВО ВИТАМИНОВ

Значение витаминов, обладающих чрезвычайно высокой биологической активностью, огромно. Сложные реакции, лежащие в основе обмена веществ, осуществляются при участии витаминов.

Недостаток витаминов ведет к нарушению важнейших физиологических процессов в организме (рост, размножение и т. д.). Возникает необходимость добавлять витаминные препараты в корма.

Задача микробиологической промышленности — обеспечить потребности животноводства и птицеводства страны в кормовых витаминах, ибо некоторые виды кормов содержат недостаточное количество отдельных витаминов. Кроме того, при заготовке и хранении кормов содержание витаминов в них значительно уменьшается.

Биологической наукой и практикой передовых хозяйств доказана высокая эффективность использования кормов, обогащенных витаминами А, D₂, B₁₂, в животноводстве, а также витаминами D₃, B₂ и некоторыми другими — в птицеводстве. Применение витаминов повышает воспроизводство животных, снижает затраты кормов на единицу животноводческой продукции. Однако из-за недостаточного производства отдельных витаминов предприятиями микробиологической, медицинской и химической промышленности не удовлетворяются в полной мере потребности животноводства.

Советскими биохимиками и микробиологами заложены научные основы для развития производства витаминов методом микробиологического синтеза.

В настоящее время в микробиологической промышленности организовано производство кормовых витаминов В₁₂, D₂ (в виде облученных дрожжей), В₂. В заводских условиях (Краснодарский комбинат витаминных и биохимических препаратов) выпускают также кормовой препарат β-каротина (провитамин А).

Витамин В₁₂. Единственным способом получения витамина В₁₂ в промышленных условиях является микробиологический синтез. Сотрудниками Института биохимии им. А. Н. Баха АН СССР совместно с работниками ВНИИ спиртовой промышленности был разработан и внедрен в промышленность метод получения витамина В₁₂ путем термофильного метанового брожения отходов ацетоно-бутилового производства (барды).

Производство кормового концентрата витамина В₁₂ состоит из следующих основных технологических процессов.

1. Сбраживание барды ацетоно-бутилового производства биоценозом термофильных¹ метановых бактерий. Для метанового брожения используют декантат барды, содержащий 2—2,5% сухих веществ и 97,5—98% воды. Для повышения выхода витамина В₁₂ производится добавка к питательной среде хлористого кобальта (4 г/м³) и метанола (0,5%). Брожение происходит непрерывно, процесс идет устойчиво без обеспечения стерильных условий.

2. Стабилизация метановой бражки осуществляется путем добавки сульфата натрия (0,2%) и соляной кислоты с доведением рН до 6,3—6,5 (витамин В₁₂ термоустойчив в кислой среде).

3. Сгущение на выпарных аппаратах. Этот процесс происходит в четырехкорпусных выпарных аппаратах до содержания в бражке 20% сухих веществ.

4. Высушивание биомассы производится на распылительной сушилке (производство Сумского завода) производительностью 4,2 т испаряемой влаги в час.

Кормовой концентрат витамина В₁₂ представляет собой однородный порошок коричневого цвета. Готовый продукт содержит не менее 25 мг/кг витамина В₁₂, влажность его не более 10%. В концентрате имеется также ряд витаминов (В₁, В₂, РР, В₆, фолиевая кислота и другие) и до 28—35% сырого протеина.

Многочисленными исследованиями и практикой показана эффективность использования витамина В₁₂ в свиноводстве и птицеводстве (особенно в сочетании с антибиотиками и некоторыми другими добавками). В настоящее время микро-

¹ Термофильные организмы развиваются при высокой (иногда почти до 100°) температуре.

биологическая промышленность полностью удовлетворяет потребности сельского хозяйства в кормовом витамине В₁₂.

Витамин D₂. Особенно необходим для растущего молодняка рогатого скота и свиней. Витамин D участвует в регулировании кальциевого и фосфорного обмена в организме, предохраняет молодняк от рахита.

В микробиологической промышленности витамин D₂ получают при облучении суспензии гидролизных кормовых дрожжей ультрафиолетовыми лучами. Готовый продукт, представляющий собой порошкообразную массу, должен содержать не менее 4000 *и. е.* витамина D₂ в грамме. Кормовой концентрат витамина D₂ внешне не отличается от сухих дрожжей.

Витамин В₂ (рибофлавин). В промышленности этот витамин получают как методом химического, так и микробиологического синтеза.

В результате исследований, проведенных во Всесоюзном научно-исследовательском витаминном институте, создана технологическая схема производства кормового препарата витамина В₂ микробиологическим способом. Производителем этого витамина является культура гриба *Eremothecium ashbyii*. В процессе ферментации, который ведется в аэробных условиях, происходит накопление биомассы и биосинтез рибофлавина. Полученную после ферментации культуральную жидкость с витамином В₂ фильтруют. Затем осуществляют упаривание фильтрата и его сушку.

Готовый продукт представляет собой порошок желтобурого цвета, содержащий не менее 10 мг/г рибофлавина, до 20% сырого протеина. Влажность его 8—9%.

Витамин В₂ добавляют в комбикорма в соответствии с установленными рецептурами. Суточная потребность в витамине В₂ определяется для свиней — 10—15 мг на 100 кг живого веса, для птиц — 3—4 г (в пересчете на кристаллический) на 1 т корма.

β-каротин (провитамин А). Витамин А выполняет многие функции в организме. Он необходим, например, для поддержания нормального состояния слизистых оболочек дыхательных и пищеварительных органов, мочеполовой системы животных всех видов. Недостаток витамина А в рационах птиц задерживает их рост. Однако витамин А в кормах либо отсутствует, либо содержится в незначительных количествах. Организовано производство витамина А методом химического синтеза.

На основании работ Института микробиологии АН СССР, Института биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР, Всесоюзного витаминного института предложена культура гриба *Blakeslea trispora*, способная синтезировать β-каротин, превращающийся в организме животных в витамин А.

Разработан технологический регламент для получения кормового препарата β -каротина из этого продуцента.

В заводских условиях производится биомасса гриба, содержащая β -каротин, который используют для витаминизации кормовых смесей.

Ученые — микробиологи и инженеры совместно работают сейчас над совершенствованием технологии производства микробиологическим методом витаминов B_2 и β -каротина, изыскивают более продуктивные штаммы микроорганизмов и дешевые питательные среды для улучшения технико-экономических показателей производства. После решения этих насущных вопросов возможно широкое промышленное развитие рассматриваемых производств.

ПРОИЗВОДСТВО КОРМОВЫХ АНТИБИОТИКОВ

К числу крупных научных открытий биологии следует отнести выделение антибиотиков, которые нашли широкое применение в медицинской, ветеринарной, а также сельскохозяйственной практике.

Промышленное производство кормовых препаратов антибиотиков (биомитина, тетрациклина) было организовано в нашей стране в конце 50-х годов. Исследовательские работы, способствовавшие организации этого производства на базе спиртовых заводов и широкому внедрению кормовых антибиотиков в сельском хозяйстве, были проведены сотрудниками Всесоюзного научно-исследовательского института спиртовой промышленности, Всесоюзного института животноводства и ряда других институтов.

Лабораторными экспериментами, а затем и практикой была доказана возможность успешного использования кормовых антибиотиков в животноводстве и птицеводстве для повышения продуктивности животных. Небольшие добавки антибиотиков в корма животных и птиц стимулируют их рост и развитие, улучшают общий обмен веществ в организме и усвояемость белка, снижают затраты кормов.

Широкая практика применения кормовых антибиотиков показала их высокую зоотехническую и экономическую эффективность (особенно в кормовых рационах молодняка и птиц). При этом суточные привесы увеличиваются на 10—15%, затраты корма сокращаются на 8—12%, значительно уменьшаются отход молодняка в первый период жизни и сроки откорма (свиней на 15—20 дней, птицы на 7—8 дней).

Объем производства кормовых антибиотиков год от года увеличивается: только за 1966—1970 гг. выработка их возросла в 2 раза. В настоящее время предприятия микробиологической промышленности производят около 80% всего объе-

ма кормовых антибиотиков и около 20% — предприятия пищевой и медицинской промышленности.

В настоящее время наша промышленность вырабатывает в основном препараты кормового биомицина и тетрацицина. Технологический процесс включает в себя: приготовление питательной среды, ферментацию, сушку и стандартизацию препарата. Ферментация осуществляется глубинным способом в ферментерах емкостью 63 м³ при постоянной аэрации очищенным воздухом и определенной температуре (27—28° С). В промышленности в качестве процента биомицина используют актиномицеты (*Actinomyces aureofaciens*).

Заводы выпускают кормовой биомицин в виде стандартизированных препаратов: биовит-20, биовит-40, биовит-80, в которых содержание чистого биомицина соответственно равно 20, 40 и 80 г в 1 кг препарата. Готовый препарат представляет собой высушенную мицелиальную массу (влажность до 8%), смешанную с наполнителем (мелкоизмельченные отруби, кукурузная мука). Биовит содержит витамины группы В (в частности, 3—8 мкг/г витамина В₁₂) и другие биологически активные вещества. При соблюдении нормальных условий хранения гарантийный срок годности биовита-40 и биовита-80 1 год.

Кормовой тетрацицин также вырабатывают в виде трех стандартизированных препаратов: тетравит-5, тетравит-10, тетравит-50, содержащих соответственно 5, 10 и 50 г чистого антибиотика в 1 кг готового препарата.

Продуцентом служит культура *Actinomyces griseus*; производственная ферментация ведется глубинным способом. В высушенной биомассе наряду с окситетрациклином имеются витамины В и другие биологически активные продукты. Препарат обладает ростстимулирующим и бактерицидным свойствами. Поэтому его используют и как лечебно-профилактическое средство для молодняка свиней и крупного рогатого скота. Специфичность его действия проявляется при амёбной дизентерии у птиц.

Препараты антибиотиков тетрациклинового ряда — основной вид кормовых антибиотиков; применяемых в течение ряда лет в животноводстве. Однако как показали наблюдения ученых и данные практики, длительное и систематическое использование одних и тех же препаратов антибиотиков в хозяйствах может привести к появлению резистентных¹ форм некоторых патогенных микроорганизмов, а также к относительному снижению ростстимулирующего эффекта.

На основании биологических исследований и анализа результатов массового использования антибиотических препаратов в сельском хозяйстве ученые высказывают однозначное

¹ Резистентные — устойчивые к действию патогенных факторов.

мнение о необходимости применения в качестве стимулирующей добавки в корма препаратов антибиотиков, которые не используются в медицинской и ветеринарной практике.

Советскими учеными предложены новые виды кормовых антибиотиков немедицинского назначения (кормогризин, бацитрацин, тилозин и другие), выпуск которых освоен, либо будет освоен промышленностью.

Получен отечественный антибиотический препарат гризин (кормогризин), предназначенный для животноводства (в качестве продуцента взята культура *Actinomyces griseus*). Антибиотик гризин (группа стрептотрицинов) выпускают в виде двух препаратов: кормогризин-10 и кормогризин-5. Содержание чистого антибиотика соответственно равно 10 и 5 г в расчете на 1 кг готовых препаратов. Специалисты отмечают высокое ростстимулирующее действие этого препарата. Кормогризин можно использовать и как лечебно-профилактическое средство при желудочно-кишечных заболеваниях животных.

Микробиологической промышленностью осваивается технология производства бацитрацина. Продуцентом этого антибиотика служит культура *Bac. licheniformis*. Ферментация осуществляется глубинным методом, в процессе которой идет накопление антибиотика. Потребитель будет получать антибиотические препараты под названиями бациллин-10, бациллин-20, бациллин-30 (в зависимости от содержания в граммах цинкбацитрацина в 1 кг препарата).

Для успешного освоения выпуска антибиотиков немедицинского назначения предстоит еще усовершенствовать технологию их производства. Снижение себестоимости позволит увеличить эффективность применения этих препаратов в животноводстве.

Важное значение имеет антибиотик гигромицин В, используемый как антигельминтный препарат. Продуцентом этого антибиотика является культура *Actinomyces hygrosopicus*. Гигромицин выпускается в виде препарата под названием гигроветин, представляющий сыпучий продукт, наполнителем в котором служат отруби.

Эффективность антигельминтного действия гигроветина при добавлении в корма убедительно доказана на практике: он надежно предохраняет свиней и кур от аскаридоза.

ПРОИЗВОДСТВО МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Важным направлением развития микробиологической промышленности является организация в широких промышленных масштабах производства средств защиты растений от вредителей и болезней.

Убытки, которые приносят сельскому и лесному хозяйству различные вредители и болезни растений, весьма значительны.

Многолетняя практика использования химических средств борьбы с вредителями растений выявила наряду с определенными преимуществами и некоторые недостатки химического метода. Так, ядохимикаты вызывают массовую гибель не только вредных, но и полезных насекомых. Отдельные стойкие химикаты накапливаются в почве, в растениях, в организме животных и т. д.

Работы ученых были направлены на создание эффективных биологических методов защиты растений, в частности, на разработку рациональных способов использования микроорганизмов и их метаболитов для борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства. Преимущество микробных препаратов состоит в специфичности и избирательности их действия: они поражают лишь тех вредителей, против которых их применяют; безвредны для человека, животных. Они не накапливаются в почве, растениях, разлагаясь в природных условиях. Вместе с тем микробиологические средства защиты растений имеют широкий спектр действия. Так, энтобактерин успешно применяют против 60 различных вредителей растений. Генетическая и селекционная работа с микроорганизмами-продуцентами позволяет повышать активность микробных препаратов.

Выпускаемые микробиологической промышленностью средства защиты растений можно разделить по характеру их действия на две группы.

К первой группе относятся энтомопатогенные препараты, вызывающие массовую гибель различных вредных насекомых. Их получают с помощью специально подобранных микроорганизмов, чаще всего бактерий, споры и токсигенные белковые кристаллы которых обуславливают гибель вредителей.

Микробные препараты второй группы используют как средства защиты растений и насаждений от бактериальных и грибковых болезней. К этой группе микробных препаратов относятся различные антибиотики, дозировка которых весьма мала (сотые доли процента). Они быстро разлагаются и не накапливаются в почве и растениях.

Достигнутые успехи в изучении энтомопатогенных бактерий, механизма их действия на организм насекомых, открытие роли эндотоксина (в виде внутриклеточных белковых кристаллов) позволили приступить к организации промышленного производства микробиологических средств защиты растений от вредителей.

Сотрудники Всесоюзного института защиты растений, используя культуру *Bacillus thuringiensis*, разработали техно-

логию производства отечественного препарата энтобактерина — одного из основных препаратов первой группы.

В технологии производства этого биопрепарата важным моментом является оптимальный состав питательной среды, правильное соотношение основных источников питания (азота, углерода, фосфора), влияющих на процессы накопления биомассы и спорообразования. Недостаточное количество одного из компонентов замедляет накопление биомассы, а избыток другого задерживает спорообразование. При выращивании культуры в производственных условиях используют в качестве источника азота кукурузный экстракт, а источника углерода — свеклосахарную мелассу. Процесс ферментации ведется глубинным способом при непрерывном перемешивании и аэрации среды в производственных ферментерах емкостью до 63 м³; оптимальная температура 29—30° С, рН среды 6,9—7.

Препараты энтобактерина имеют три товарные формы: жидкий — суспензия (влажность 80%), пастообразный (влажность 60%) и сухой концентрат. Препараты содержат в 1 грамме не менее 30 млрд. спор энтомопатогенных бактерий.

Энтобактерин в виде 0,5% суспензии используют для обработки растений. Опрыскивание проводится во время активного питания насекомых-вредителей. Механизм действия препарата выяснен пока не полностью. Однако биологи высказывают мнение, что насекомые, поглощая споры и кристаллы эндотоксина, либо погибают от токсикоза, либо заболевают септицемией в результате массового размножения спор, попавших в кишечник насекомых.

Для опрыскивания растений используют аэрозольные генераторы или вентиляторные опрыскиватели. Норма расхода энтобактерина для овощных культур составляет 1—3 кг/га препарата и 3—4 кг/га — для садовых. Энтобактерин уничтожает также личинки некоторых листогрызущих насекомых (капустной, яблонной, ореховой, плодовой, рябиновой молей и других), капустной и репной белянок, сибирского, основного непарного шелкопряда, яблонной плодожорки, желтоусой и американской белой бабочек и многих других. Практика использования энтобактерина показала его высокую эффективность. Так, его применение против вредителей капусты вызывает гибель 90—96% насекомых, в результате чего урожай капусты повышается на 30—50 ц/га. При обработке энтобактерином садовых культур гибель яблонной моли, боярышниковой листовертки и других вредителей достигает 98%.

Энтобактерин занимает в настоящее время ведущее место среди средств защиты растений. Выработка энтобактерина за 1971—1975 гг. увеличится в 17 раз.

Бактериальный инсектицидный препарат дендробациллин

получают на основе штамма культуры *Bac. thuringiensis var dendrolimus*. Основное назначение препарата — борьба с вредителями хлопчатника — хлопковой совкой.

По многолетним данным производственных опытов, проведенных в Узбекистане, гибель гусениц вредителя при обработке хлопчатника суспензией биопрепарата достигала 86—90%. Препарат выпускается в виде сухого порошка, содержание спор в котором должно быть не менее 30 млрд. в грамме. Гарантийный срок хранения — 12 месяцев.

К бактериальным инсектицидным препаратам относится и **инсектин**. Для получения этого биопрепарата используют культуру *Bac. insectus*. Готовый препарат в виде сухого порошка серого цвета содержит в 1 грамме не менее 30 млрд. спор. Инсектин применяют для борьбы с вредителями леса: с непарным и сибирским шелкопрядом и другими насекомыми-вредителями. Лесные полосы опрыскивают с самолета. При этом на 1 га леса требуется до 40—20 л водной суспензии (с концентрацией 1 млрд. спор/мл). В результате обработки гибнет до 90—95% сибирского шелкопряда.

Ведутся работы по получению грибных препаратов для борьбы с вредными насекомыми. На основе гриба *Beauveria bassiana* создан препарат **боверин** — эффективное средство борьбы с колорадским жуком, другими листогрызущими вредителями плодовых культур и лесных посадок.

Обработка растений микробиологическими защитными средствами не только приводит к уничтожению вредных насекомых, но и значительно понижает жизнеспособность их потомства. Так, производственные испытания по обработке посевов картофеля боверином против личинок колорадского жука показали высокий процент гибели зимовавших жуков, снижение плодовитости самок более чем в 2 раза и т. д.

Для борьбы с возбудителями болезней растений используют различные микробные препараты, чаще всего антибиотики. К этой группе следует отнести такие препараты, как фитобактериомицин, трихотецин, полимицин и другие.

Получаемый на основе культуры *Actinomyces lavendulae* фитобактериомицин используют как средство защиты от бактериозных заболеваний сои и фасоли, а также некоторых заболеваний хлопчатника, пшеницы, сахарной свеклы, картофеля. В виде 0,01—0,005% раствора фитобактериомицином обрабатывают семена перед посевом и опрыскивают растения, что не только снижает заболеваемость бактериозом, но и стимулирует их рост и развитие, повышает урожайность на 10—15%.

Антибиотик трихотецин, получаемый с помощью плесневого гриба *Trichothecium roseum*, можно использовать как средство борьбы с некоторыми заболеваниями огурцов, табака, винограда, корневыми гнилями зерновых. Обработка

перед посевом семян сахарной свеклы, пшеницы не только снижает их заболеваемость, но и увеличивает урожайность на 15—20%.

Продуцентом антибиотика **полимицина** является культура *Actinomyces polymycinus*. Этот антибиотик группы стрептотрицинов эффективно используют для защиты бобовых от заболеваний бактериозом, пшеницы — от корневой гнили, в результате урожайность культур повышается.

Успешное применение препаратов антибиотиков для защиты растений от возбудителей болезней позволило заменить в отдельных случаях токсичные химические протравители безопасными биопрепаратами. Например, програвление семян томатов антибиотиком **аренарином** для защиты от ряда бактериальных заражений по эффективности действия не уступает обработке гранозаном:

В настоящее время ведутся работы по получению вирусных препаратов, которые, в частности, успешно прошли испытания как средства борьбы с озимой совкой на хлопчатнике, капустной совкой и другими вредителями.

Бактериальные удобрения применяют в сельском хозяйстве для улучшения азотного и фосфорного питания растений, ибо они обогащают почву полезными микроорганизмами, синтезирующими ростовые вещества и способствующими образованию необходимых для питания растений биогенных элементов. При активном воздействии микроорганизмов в почве происходит ряд биологических процессов, в результате которых становится возможным усвоение атмосферного азота, превращение неусвояемых форм соединений фосфора в доступные для растений соли фосфорной кислоты и т. д. Применение их снижает заболеваемость растений. Препараты безвредны для человека и животных. Однако следует помнить, что бактериальные удобрения не заменяют органических и минеральных удобрений, а должны использоваться вместе с ними.

Основные виды бактериальных удобрений — **нитрагин**, **фосфоробактерин** и **азотобактерин**.

Нитрагин производят на базе клубеньковых бактерий. Основное назначение препарата — обработка семян бобовых растений — гороха, фасоли, сои, клевера, люцерны, вики и других. При этом урожайность повышается в среднем на 15—20%. Более высокий эффект достигается в тех случаях, когда бобовые растения высевают в первый раз. Нитрагин рекомендован для всех почвенно-климатических зон, за исключением неполивных земель в засушливых районах.

В промышленности препарат выпускается двух видов: нитрагин почвенный и нитрагин сухой. Почвенный нитрагин представляет собой выращенную на плодородной почве культуру клубеньковых бактерий. Готовый препарат расфасовы-

вают в бутылки емкостью 0,5 л. В 1 г препарата должно содержаться не менее 300 млн. клубеньковых бактерий. На одну гектарную норму семян расходуется примерно 400 г нитрагина. Технология производства почвенного нитрагина недостаточно совершенна, имеет ряд ручных операций.

Ведутся работы по освоению более совершенной технологии производства сухого нитрагина, получаемого методом глубинной ферментации. Сухой нитрагин представляет собой порошок клубеньковых бактерий с наполнителем, влажность которого 5—7%. В 1 г препарата содержится в среднем не менее 9 млрд. быстрорастущих клубеньковых бактерий. Ежегодно вырабатывают примерно 1,3 млн. гектарных порций нитрагина.

Азотобактерин — препарат культуры свободноживущего почвенного микроорганизма *Azotobacter chroococcum*, способного усваивать атмосферный азот. Многолетние опыты показали, что азотобактерин дает (в сочетании с органическими и минеральными удобрениями) наибольший эффект на культурных, богатых перегноем почвах. Наибольший и систематический прирост продукции достигается при использовании его на овощных культурах, картофеле, сахарной свекле и кукурузе. Например, урожай капусты увеличивается на 60—80 ц/га, помидоров — на 60—65, картофеля — на 16—17, сахарной свеклы — на 20—30, зерна кукурузы — на 3,9 ц/га.

Азотобактерин выпускают в виде агарового и сухого препаратов. Агаровый азотобактерин представляет собой выращенную на твердой питательной среде культуру бактерий. Готовый продукт выпускается в бутылках емкостью 0,5 л.

Сухой препарат азотобактерина вырабатывают по более совершенной технологии. В 1 г сухого препарата должно быть не менее 500 млн. жизнеспособных клеток. Процесс применения сухого азотобактерина легче поддается механизации. Ежегодно промышленность производит 400—500 тыс. гектарных порций азотобактерина.

Фосфоробактерин — препарат микроорганизма *Bac. megatherium*, синтезирующий фермент-фосфатазу, который разрушает в почве труднодоступные для растений фосфорные соединения, переводя их в усвояемую форму. Многолетней практикой установлено, что при правильном использовании удобрения прибавка урожая озимой пшеницы составляет 1,5—2,5 ц, яровой пшеницы — 1,7—1,9 ц, кукурузы — 3,0—4,5 ц зерна, картофеля от 17 до 30 ц с гектара.

Готовый препарат — однородный порошок серого цвета влажностью 4%, должен содержать не менее 8,5 млрд. бактерий/г. Выпуск препарата составляет 90—100 т в год.

Ведутся научные работы по улучшению качества бактериальных удобрений, совершенствованию технологии их производства и применения в сельском хозяйстве.

ПРОИЗВОДСТВО ФЕРМЕНТНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Способность ферментов (их называют также энзимами) избирательно ускорять разнообразные биохимические процессы общеизвестна. В настоящее время открыто более 1000 ферментов; изучаются их свойства, механизм действия и т. д. Успехи ферментологии позволяют эффективно использовать эти биокатализаторы в различных отраслях народного хозяйства: в технике, медицине, сельском хозяйстве. Весьма малые количества ферментов способны оказывать действие на огромные массы веществ-субстратов. Ферментативные реакции протекают чрезвычайно быстро (например, за минуту одна молекула катализатора заставляет расщепиться тысячи и десятки тысяч молекул субстрата), в «мягких» условиях (без высоких температур, давления и т. д.), их скорость можно регулировать, изменяя температуру, рН среды и т. д., а в случае необходимости и прекратить действие фермента. Ценные качества ферментов — специфичность действия и нетоксичность.

Ферменты широко распространены в природе. Их можно выделить из разнообразных источников — тканей животных, растений, биомассы микроорганизмов. Однако наиболее перспективно и экономично — это производство энзимов с помощью микроорганизмов. В природе открыты разнообразные ферментные системы, активно создаваемые микроорганизмами. Используя высокую скорость размножения микроорганизмов, в промышленности можно получать различные ферментные препараты в больших количествах.

Первые опытные установки по выращиванию культур плесневых грибов для получения неочищенных пектолитических и амилолитических препаратов были организованы в нашей стране еще в середине 30-х и начале 40-х годов. Технические препараты из культур гриба *Aspergillus* успешно испытывались в соковом, спиртовом и текстильном производствах.

Работами институтов пищевой промышленности (прежде всего ВНИИ спиртовой промышленности), институтов АН СССР и других организаций были созданы научные основы развития современной ферментной промышленности, а также эффективного применения различных препаратов ферментов в народном хозяйстве.

Технологическая схема производства ферментов состоит из двух основных процессов: выращивания микроорганизмов-продуцентов; выделения из полученной биомассы индивидуальных ферментов или комплексного ферментного препарата различной степени очистки. Для получения ферментов используют в основном культуры плесневых грибов (*Asp.* огу-

Производство ферментных препаратов увеличивается в 2,5 раза. Ферменты вырабатывают на 15 предприятиях химической и пищевой промышленности, из них 2—3 специализированных, основную часть составляют амилитические, пектолитические и протеолитические ферментные препараты. В настоящее время на предприятиях микробиологической промышленности значительно возрастает производство очищенных и концентрированных ферментов в виде сухих порошкообразных препаратов и сиропов. Освоен выпуск ферментных препаратов из бактериальных источников.

За текущее пятилетие производство ферментов в стране должно увеличиться в 3,3 раза, при этом концентрированных препаратов — более чем в 16 раз. К концу этого пятилетия выпуск ферментной продукции будет оцениваться в десятки миллионов рублей. Намечено построить ферментные заводы, оснащенные новым технологическим оборудованием высокой производительности, единичная мощность которых составит 170—370—485 усл. т в год.

Значительно расширяются области практического использования ферментной продукции, которая находит применение более чем в 20 отраслях пищевой, легкой, мясо-молочной, медицинской, химической промышленности, сельском хозяйстве.

Ферментные препараты позволяют совершенствовать технологию ряда производств, значительно ускорять производственные процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать ее качество, экономить ценное пищевое сырье, улучшать условия труда на производстве.

Наибольшее применение ферменты нашли в пищевой промышленности, где ежегодно более 200—250 предприятий используют ферменты. В спиртовой промышленности ферменты плесневых грибов заменяют дорогостоящий солод, на приготовление которого расходуется ежегодно более 100—120 тыс. т высококачественного зерна. В виноделии и консервной промышленности пектолитические ферменты увеличивают выход виноматериалов и сока на 5—10%, ускоряют процессы фильтрации, снижают потери, улучшают качество вина и соков. В пивоварении замена дефицитного солода несоложенным сырьем с добавками необходимых ферментов позволяет увеличить выпуск пива.

В хлебопекарной промышленности ферментные препараты улучшают качество хлеба, а также ускоряют технологические

применяют ферменты в пищевой промышленности для приготовления кондитерских изделий, в частности для приготовления дрожжевого теста и выпечки хлеба.

В пищевой и другой промышленности ферменты применяют для приготовления различных видов вина и рыбной консервы и в пищевой промышленности для ферментативной гидролиза крахмала, чтобы ускорить (примерно в 2 раза) процесс его гидролиза, и получать более нежные по вкусу продукты. Фермент инвертин можно применять в кондитерской промышленности для улучшения качества изделий (крекеры, конфеты, вафли и т. д.).

В кожевенной промышленности ферментные препараты используют для обезволаживания сырья, обработки и смягчения кожи. Добавка ферментов в состав выпускаемых промышленностью синтетических моющих средств улучшает их качественные показатели.

В сельском хозяйстве ферментные препараты, добавляемые в комбикорма и силосную массу, обеспечивают их лучшую усвояемость и соответственно увеличение среднесуточных привесов животных. Наибольший эффект достигается при введении ферментов в кормовой рацион молодых животных.

Уже в ближайшие годы ферментные препараты найдут широкое применение и в ряде других отраслей промышленности: в производстве хлопчатобумажных тканей, шелка, бумаги, косметических препаратов, кино- и фото производстве и т. д., значительно расширится их использование в медицине, сельском и коммунальном хозяйствах.

Экономический эффект от использования ферментных препаратов исчисляется десятками миллионов рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роль и значение микробиологической промышленности в народном хозяйстве с каждым годом все больше возрастают. В настоящее время эта отрасль наряду с производством кормовых дрожжей, аминокислот, витаминов, антибиотиков, ферментов, средств защиты растений, бактериальных удобрений выпускает ряд продуктов, весьма необходимых народному хозяйству.

Так, фурфурол и его производные — фурфуральный спирт, тетрагидрофурфуральный спирт, тетрагидрофуран, вырабатываемые на предприятиях микробиологической промышленности, — используют в десятках различных производств. Фурфурол служит растворителем в нефтяной и масло-жировой промышленности, а также — сырьем для получения фурфурального спирта, соединений нитрофуранового ряда и других продуктов. Перспективное направление использования фурфуролового спирта — получение на его основе фурфуральных смол, отличающихся высокой тепловой и химической стойкостью. Тетрагидрофуран используется в качестве растворителя для сложных эфиров синтетических каучуков, смол, полихлорвинила и других.

На основе комплексной переработки лигнина — отхода гидролизного производства получают такие продукты, как крупногранулированный лиг-

ниновый уголь, используемый в производстве сероуглерода; коллактивит — активный уголь, обладающий высокой адсорбционной способностью; нитролигнин — продукт, применяемый для снижения вязкости растворов (например, при бурении нефтяных скважин); сунил — реагент для обработки промышленочных жидкостей; лигностимулирующее удобрение и другие.

На гидролизных предприятиях вырабатывают из непищевого растительного сырья глюкозу, ксилит, необходимые медицинской и пищевой промышленности.

На заводах микробиологической промышленности организовано производство премиксов — смеси биологически активных веществ с наполнителем, используемые в качестве добавок к комбикормам. Объем производства премиксов увеличится в 1975 г. до 100 тыс. т, что обеспечит выпуск 10 млн. т комбикормов. На основе широкого использования продуктов микробиологического синтеза будет осуществляться технический прогресс в ряде производств.

Одна из важных проблем — получение с помощью микробиологического синтеза многих ценных продуктов на основе использования технического сырья (например, кормовой белок и жиры из углеводов нефти и газа). Наряду с увеличением выработки уже известных биологически активных веществ будет организовано на основе микробиологического синтеза промышленное производство новых продуктов (аминокислот, ферментов, полисахаридов, нуклеотидов, органических кислот и многих других).

Бурное развитие науки позволит открыть в недалеком будущем новые сферы практического приложения промышленной микробиологии в народном хозяйстве. Например, направленное использование определенных микроорганизмов поможет вести эффективную борьбу с загрязнениями водной среды и почвы, а с помощью метанооксиляющих бактерий удалять вредные газы из угольных пластов и т. д.

Можно ожидать широкого внедрения микробиологических процессов в технологию выщелачивания металлов из руд, что позволит экономично перерабатывать, например, отходы обогатительных фабрик, бедные концентраты и т. д. Эти и многие другие примеры полезного использования микробиологических процессов убедительно свидетельствуют о больших возможностях и широких перспективах развития промышленности микробиологического синтеза.

6 коп.

Индекс 70071

