СПУТНИК АГРОХИМИКА

63:54
С-74

СПУТНИК АГРОХИМИКА

В составлении принимали участие:
А. П. ВАСИЛЬЕВСКИЙ, П. Н. КОШЕЛЬКОВ, В. Н. ПАНФИЛОВ,
Н. Е. ПЕСТОВ, Е. А. ПОКРОВСКИЙ, Б. С. РОЗЕНБЕРГ, А. В. СОКОЛОВ,
Н. И. СПИЦИН, Ф. В. ТУРЧИН, Т. П. УНАНЯНЦ

6539

ӨzDQ-XI KUTUЙXANASЫ
БИБЛИОТЕКА УзГС-ХИ
53172

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
КОЛХОЗНОЙ И СОВХОЗНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
«СЕЛЬХОЗГИЗ» — МОСКВА — 1940

63
С 74

ПРЕДИСЛОВИЕ

Сельское хозяйство СССР в настоящее время обслуживается тысячами агрохимиков, которые работают в агрохимлабораториях при МТС и совхозах, в районных агрохимических лабораториях, на опытных полях и станциях и в лабораториях различных институтов.

В то же время многим агрономам приходится все больше сталкиваться с вопросами агрономической химии. Необходимость анализировать почву, растение и удобрение все чаще встает перед агрономом. В агрономической работе постоянно возникает необходимость в справочных сведениях о составе тех или иных растений, почв и удобрений и в приемах их изучения, оценки и анализа.

Настоящее справочное издание и предназначено служить книгой, которая одновременно является и рабочей книгой агрохимической лаборатории — агрохимика и лаборанта, т. е. спутником агрохимика, и справочной книгой агронома по вопросам агрономической химии.

«Спутник агрохимика» ни в какой мере не может заменить учебник по вопросам почвоведения, удобрения или химии растений. Задача его — помочь агрохимику, лаборанту, агроному и почвоведу в их текущей работе, связанной так или иначе с анализом с.-х. объектов или употреблением тех или других химических средств повышения урожайности.

В данное время, для того чтобы получить необходимые сведения, агрохимик и агроном должны иметь десятки различных руководств, из которых для работы он может использовать всего по нескольку страниц, так как остальной материал составляет изложение основ той или другой дисциплины.

В этом «Спутнике агрохимика» авторы стремились давать только тот материал, который действительно нужно иметь под рукой работнику, знакомому с основами агрохимии.

Поправки

к книге «Спутник агрохимика»

Стр.	Напечатано	Следует читать	
20 Таблица — содержание азота в целом растении подсолнечника	10,0	1,56	Автор
20 Таблица — содержание золы в целом растении подсолнечника	1,56	10,0	Автор
61 2 строка снизу	$C_6H_{10}O_3$	$C_6H_{10}S_3$	Автор
234 Формула	$v = \frac{2}{g} gr^2 \cdot \frac{S-W}{\eta_i}$,	$v = \frac{2}{9} gr^2 \cdot \frac{S-W}{\eta_i}$,	Автор
260 22 строка сверху	фосфата 4 мл, 10 мл,	фосфата (4) : 10 мл,	Автор
284 18 строка сверху	Выключают	Включают	Автор

ние листья часто ощущают недостаток CO_2.

Растения отзывчивы на самое незначительное повышение содержания CO_2 в воздухе. Поэтому в последнее время ставится на разрешение проблема углекислого удобрения. При разложении в почве органического вещества (навоз, зеленое удобрение)

63
C 74

ХИМИЯ РАСТЕНИЙ

НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ РАСТЕНИЙ ЭЛЕМЕНТЫ

Для нормального роста и развития растениям необходимы следующие элементы: C, O, H, N, S, P, Ca, K, Mg, Fe, B, Mn, Cu, Zn. В золе растений также встречаются Na, Al, Si, Cl, Ti, Ba, F, J, As, Br, Cr, Ni, Sr и ряд других элементов. Возможно, что некоторые из этих элементов в небольших количествах необходимы для нормального роста и развития растений. Другие же только в известных условиях могут оказывать благоприятное действие на растения.

Углерод (C), кислород (O), водород (H), азот (N) и сера (S) входят в состав белковых веществ, составляющих основу живой материи. Первые четыре элемента (C, O, H, N) называются органогенами. Все остальные элементы называются зольными (входящие в состав золы растений). Из зольных элементов в состав некоторых белков, кроме серы, входит также фосфор.

Источником *углерода* для зеленых растений служит углекислота воздуха. Зеленые, хлорофиллоносные растения в присутствии солнечного света поглощают CO_2 из воздуха и синтезируют органическое вещество (углеводы). При этом на каждый объем поглощенной растением углекислоты выделяется объем кислорода.

Содержание CO_2 в атмосферном воздухе в среднем равно 0,03%. Ассимиляция CO_2 при слабом свете идет менее интенсивно; повышению ассимиляции, особенно в условиях слабого освещения, способствует увеличение концентрации CO_2 в воздухе. Это имеет особое значение для нижних листьев, так как значительная часть CO_2 воздуха захватывается верхним ярусом листьев и нижние листья часто ощущают недостаток CO_2.

Растения отзывчивы на самое незначительное повышение содержания CO_2 в воздухе. Поэтому в последнее время ставится на разрешение проблема углекислого удобрения. При разложении в почве органического вещества (навоз, зеленое удобрение)

повышается интенсивность «почвенного дыхания» (образование CO_2), что в некоторой степени может влиять на углекислое питание растений.

Азот, кроме белков, входит в состав еще многих других соединений в растительном организме (аминокислоты, амиды, хлорофилл, алкалоиды и др.). Недостаток азота в почве вызывает задержку роста и постепенное отмирание листьев.

Чрезмерный избыток азота, при одновременном недостатке в почве фосфора или калия, сказывается неблагоприятно на урожае. Односторонний избыток азота растягивает вегетационный период и расширяет отношение зерна к соломе у зерновых и клубней или корней к ботве у корне-клубнеплодов.

Фосфор входит в состав нуклеопротеидов, нуклеиновых кислот, фосфатидов, фитина (инозитофосфорная кислота), гексозо- и триозофосфорная кислота. Во всех этих соединениях фосфор находится в форме фосфорной кислоты и ее производных. Нуклеопротеиды представляют главную составную часть клеточных ядер. Нуклеопротеиды являются комплексными соединениями нуклеиновой кислоты и белковых компонентов.

Нуклеины больше всего представлены в генеративных органах, растущих и эмбриональных тканях растения.

В семенах бóльшая часть фосфорной кислоты находится в форме комплексных соединений ее с углеводами (фитин) и с белками. Эти соединения входят в состав алейроновых зерен. В семенах содержатся также фосфатиды. Содержание фосфатидов больше в семенах, богатых белками. Зародыши семян значительно богаче фосфатидами, чем эндосперм. Фосфатиды имеют важное жизненное значение, они находятся во всех живых клетках растений. Фосфор играет громадную роль в использовании азота растениями. При недостатке фосфора редукция нитратов и их дальнейшее превращение в органические соединения в растении задерживаются. Фосфор необходим для нормального превращения крахмала. Повидимому, Р играет важную роль и при образовании жиров: фосфорнокислые соли ускоряют течение многих энзиматических процессов. Благотворное действие их было констатировано для диастаза, трипсина, зимазы. Фосфорные удобрения сокращают длину вегетационного периода у культурных растений.

Калий содержится в большем количестве в молодых жизнедеятельных органах растения. Калием богаты молодые листья и семена. В листьях K_2O составляет 30—60% всей золы. К концу вегетационного периода содержание калия в листьях понижается, так как калий вместе с другими питательными веществами пере-

ходит из листьев в семена или в различные хранилища запасов (клубни, корневища, ветки и пр.). В этом случае вместо калия в листьях отлагается кальций. Внутри клеток калий локализуется главным образом в клеточном соке, но содержится также и в плазме. В ядре и в пластидах калий отсутствует. В растениях калий находится главным образом в воднорастворимой форме. До 90—99% всего калия выщелачивается из растения водой. Калий, повидимому, имеет большое значение в процессе ассимиляции и транспорта углеводов в растении, однако его роль в этом отношении недостаточно выяснена. При недостатке калия в растениях повышается содержание глюкозы и понижается содержание дисахаров и крахмала. Калий оказывает большое влияние на азотный обмен в растениях. Недостаток в снабжении калием тормозит синтез белков, вследствие чего в растениях накопляется много небелкового азота. При недостатке калия растения не могут усваивать нормально аммиачный азот, поэтому при аммиачном питании в растениях, не обеспеченных калием, накапливается в значительных количествах аммиак и растения страдают от аммиачного отравления. Ткани растений, обеспеченных калием, слабее поддаются автолизу и отличаются большей устойчивостью против грибных и бактериальных заболеваний. Тонус в растении сильно зависит от калия. Вызванное калием повышение тонуса, повидимому, также придает большую устойчивость растениям против различных заболеваний. Большое влияние оказывает калий на семена. Калий повышает вес зерна. При недостатке калия зерно становится мелким, хилым, часто не созревает и даже теряет всхожесть. Недостаток калия вызывает ненормальную окраску листьев, при этом кончики последних зачастую отмирают. Возможно, что калий играет еще какую-то роль в растении в связи с тем, что он является радиоактивным элементом.

Кальций необходим только для зеленых, хлорофиллоносных растений. Безхлорофиллные организмы хорошо развиваются и на субстрате, совершенно лишенном кальция. Повидимому, роль кальция в высших растениях тесно связана с условиями светового питания. В растениях кальций находится в форме карбоната, фосфата, оксалата, сульфата и солей пектиновой кислоты. В растениях, выросших на почвах, содержащих хлористые соли, значительная часть кальция находится в виде хлорида. От 20 до 65% всего содержащегося в растении кальция растворимо в воде. Весь кальций полностью можно извлечь из любого растительного материала путем последовательной его обработки водой, слабой уксусной и слабой соляной кислотой.

Пектиновая соль кальция входит в состав так называемой срединной пластинки, цементирующей между собой отдельные клетки. Кальций нейтрализует и переводит в нерастворимое, безвредное состояние образующуюся в растениях щавелевую кислоту. Кальций имеет важное значение для роста корней растений. В отсутствии кальция корни обесцвечиваются и задерживаются в росте.

При недостатке кальция питательный субстрат (песок, почва) является физиологически неуравновешенным, что вызывает страдание растений.

Вредное влияние на растения избытка водородных ионов в значительной степени устраняется прибавлением достаточного количества кальция.

Магний большей частью находится в семенах и листьях. Около 75% содержащегося в растениях магния переходит в водную вытяжку. Mg входит в состав хлорофилла, откуда следует его важное значение для ассимиляции CO_2.

Вероятно, магний играет какую-то роль при образовании жиров в растениях. Во всяком случае семена, богатые жиром, содержат относительно большой процент Mg. По Чапеку, средний процент Mg в золе для крахмалистых семян — 8,47, а для масличных — 12,87.

Железо не входит в молекулярный комплекс хлорофилла, тем не менее его присутствие необходимо для образования хлорофилла. В отсутствии железа растения страдают хлорозом: бесхлорофилльные растения лишены зеленой окраски. Предполагают, что железо играет важную роль как катализатор при окислении азотистых веществ, из которых образуется хлорофилл. Поступившее в растение железо частично осаждается в виде Fe_2O_3 в листьях или тканях. Активное железо находится в органической форме и все время перемещается по направлению к растущим и репродуктивным органам. По Борешу, внесение солей хрома и марганца вызывает образование хлорофилла и в отсутствии железа.

Источниками железа для растений могут быть как простые соли железа, так и комплексные его соединения. При этом растением усваиваются как закисные, так и окисные соли железа.

Сера содержится в растениях в довольно значительных количествах. Наиболее бедны серой хлебные злаки. Очень богаты серой крестоцветные; например, капуста содержит 2,05% SO_3 на сухое вещество, корни турнепса — 1,85%, в листьях свеклы — 1,03%, в листьях табака—0,89%. Содержание SO_3 в зернах злаков составляет 0,35—0,40%.

Основная масса органически связанной серы в растениях представлена в сульфгидрильных группах цистина — аминокислоты, входящей в состав белка. Сера входит также в состав горчичных и чесночных масел, содержащихся в некоторых растениях (крестоцветные, лилейные и др.).

Бóльшая часть содержащейся в растениях серы представлена в виде неорганических сернокислых солей.

Старые данные Вольфа о содержании серы в растениях неточны, они значительно понижены вследствие улетучивания серы при применявшихся в то время несовершенных способах озоления.

Потребность в сере как питательном веществе для многих растений покрывается почвенными запасами. Однако в некоторых случаях эффект удобрения элементарной серой и сульфатами можно приписать действию серы как питательного элемента.

При удобрении серой наблюдается более мощное развитие растений; у бобовых клубеньки развиваются сильнее, повышается процент белка в растении. Растения, богатые белком, часто отзываются на внесение серы, почему, например, сульфат аммония иногда сильнее повышает урожай, чем нитрат.

Марганец, согласно современным представлениям, является необходимым для растений элементом. Физиологическая роль марганца еще не выяснена. Имеются предположения, что марганец играет какую-то роль в образовании хлорофилла и, повидимому, участвует в окислительных процессах в растении. Недостаток марганца вызывает хлороз у растений; листья становятся желтыми, хотя жилки на листьях остаются зелеными; потом приостанавливается рост растений и верхушки их отмирают. Симптомы недостатка марганца идентичны с так называемой болезнью сухой пятнистости, или серой пятнистостью.

Бор в небольших количествах необходим для растений. По крайней мере в настоящее время доказано, что бор необходим для нормального роста и развития бобовых, льна, сахарной свеклы, хлопчатника, табака, пшеницы, ячменя, гречихи, горчицы, томатов, картофеля, арбузов, дынь, цитрусовых и ряда других растений.

Бор оказывает положительное влияние на развитие клубеньков у бобовых.

В отсутствии бора происходит отмирание верхушечных почек у томатов, табака, льна; сахарная свекла при недостатке бора поражается «гнилью сердечка». Бор, повидимому, оказывает большое влияние на образование генеративных органов растений. Бор влияет также на отток сахара из листьев.

В растениях бор содержится преимущественно в надземных органах, кроме картофеля, где содержание бора в клубнях и корнях значительно больше, чем в листьях и стеблях. По Бертрану, содержание бора в различных растениях из семейства злаковых (пшеница, рожь, ячмень, мятлик и др.) колеблется в пределах 2—5 мг бора на 1 кг сухого вещества растений. Примерно столько же бора содержится и в культурных растениях из семейства лилейных (лук-поррей и др.). Значительно больше бора содержится в растениях из семейства мотыльковых; Бертраном и его сотрудниками в различных мотыльковых растениях найдены следующие количества бора (в миллиграммах на 1 кг сухого вещества):

Бобы	15,4	Клевер инкарнатный	70,0
Фасоль испанская	43,0	Люцерна	28,9
Соя	37,0	Донник	36,6
Чечевица	41,0		

В растениях из других семейств были найдены следующие количества бора (в миллиграммах на 1 кг сухого вещества):

Лен	14,0
Картофель	15,0
Томаты	19,0
Сахарная свекла	75,6

Медь. Медь в незначительных концентрациях необходима для растений. Медь действует на некоторые оксидазы. Соли меди, попадая в растение, быстро переходят в медно-белковые соединения.

Медь необходима для развития различных грибов (влияние на спорообразование). Специфическое действие меди отмечается на болотных, торфяных почвах, недавно поступивших в культуру; медные препараты способствуют здесь образованию генеративных органов и устраняют так называемую «болезнь первоначальной обработки», медь устраняет вредное действие на растения избытка закисных соединений железа.

В различных с.-х. растениях медь содержится в пределах 5—12 мг на 1 кг вещества. В растениях, произрастающих на почвах, богатых медью, содержание Cu доходит до 500 мг на 1 кг сухого вещества и выше.

Натрий встречается в растениях в широко изменяющихся количествах — от 0,0013 до 3,15% на сухое вещество растений. Особенно богаты натрием приморские и солончаковые растения. Наличие натрия в удобрении сказывается чрезвычайно благоприятно на урожае сахарной и кормовой свеклы.

Кремний входит в состав золы почти всех растений, хотя растения развиваются вполне нормально и в отсутствии SiO_2. Кремнекислота инкрустирует оболочки клетки и тем сообщает им твердость и хрупкость. В присутствии подвижной кремнекислоты улучшается усвоение трудно растворимой P_2O_5.

Хлор очень распространен в растениях. Особенно богаты хлором солончаковые растения, содержание хлора в которых иногда доходит до 9% от всего сухого вещества. При применении хлорсодержащих удобрений содержание хлора в культурных растениях резко повышается, доходя в листьях и стеблях некоторых растений (картофель, гречиха) до 5—8% от веса сухого вещества. Большой избыток хлора в удобрении вызывает пожелтение листьев некоторых растений (картофель, гречиха) и сказывается отрицательно на урожае ряда с.-х. растений, как картофель, табак, лен и др.

Иод находится в сравнительно значительном количестве в золе бурых морских водорослей. Имеются указания, что в известных условиях иод может оказывать стимулирующее действие на растения.

Цинк часто встречается в растениях, главным образом в их растущих частях. Необходим для дрожжей, в присутствии его брожение значительно ускоряется. В ничтожных количествах Zn, повидимому, необходим и для высших растений.

Титан содержится в различных растениях в количестве от 2 до 100 мг Ti на 1 кг сухого вещества. Относительно богаты титаном листья. Имеются указания о роли Ti в окислительных процессах в растении.

Мышьяк встречается в золе растений в количествах от 0,1 до 0,6 мг на 1 кг сухого вещества.

Кобальт и *никель* в малых дозах могут оказывать стимулирующий эффект в начале вегетации. Повышение дозы действует ядовито.

Барий, *стронций* встречаются в золе табака, гороха, свеклы и других растений. О значении этих элементов ничего определенного неизвестно.

Литий, *рубидий*, *цезий* встречаются в табаке, сахарной свекле и других растениях. В незначительных дозах соли лития могут стимулировать рост растений, в больших дозах они ядовиты. Соли цезия менее вредны.

Радиоактивные элементы в небольших количествах стимулируют рост растений. Удобрения, содержащие примеси урана, повышают устойчивость растений против грибных заболеваний.

Внешний вид растения как показатель условий его питания
(по Ресселю)

Плохой рост	а) Желтоватый цвет.	Недостаток азота.
	б) Сероватый цвет.	Недостаток фосфора или калия.
	в) Серо-зеленый цвет.	Плохое снабжение водой, излишек растворимых солей.
	Бронзово-пурпурный цвет листа.	Недостаток фосфора (яблони).
Хлороз, или пожелтение листа.	а) Ровное пожелтение всего листа.	Недостаток железа.
		Излишек карбонатов магния, кальция, натрия и калия.
		Недостаток серы (табак).
	б) Пятнистость, начинающаяся у средней жилки.	Недостаток магния.
	в) Крапчатое пожелтение.	Недостаток кальция.
	г) Пятнистое пожелтение.	Недостаток калия.
	д) Пожелтение и отмирание листьев, начинающееся по краям и идущее внутрь.	Недостаток калия.
	е) Пожелтение и отмирание, начинающееся у средней жилки и расходящееся по всему листу.	Недостаток азота.
Пятна на листе.	а) Коричневые пятна, похожие на ожоги (плодовые деревья).	Недостаток калия.
	б) Коричневые пятна, главным образом в центре.	Недостаток магния.
	Преждевременное опадение листьев.	Недостаток калия, магния.
	Богатая зеленая листва и большие толстые стебли.	Обильное снабжение азотом.
	Темноокрашенные листья, склонность к свертыванию.	Недостаток калия по сравнению с азотом.

Пятнистый вид травы, иногда темнозеленый, иногда светлый.	Кислотность почвы.
К о р е н ь	
Очень хилый.	Недостаток кальция или фосфора, плохой доступ воздуха, недостаток влаги, кислотность почвы.
Много мочковатых образований.	Хороший доступ воздуха.
П л о д	
Пятнистые (томаты).	Недостаток калия.
С е м е н а	
Позднее созревание.	Излишек воды, излишек азота, недостаток фосфора или калия.
Не вызревают.	Большой недостаток калия.

Питательные смеси для водных и песчаных культур

Компоненты смесей в граммах на 1 л воды или на 1 кг песка

1. Смесь Гельригеля	2. Смесь Пфеффера—Кнопа
1. $Ca(NO_3)_2$ безводный . . . 0,492	1. $Ca(NO_3)_2$ безводный . . . 1,30
2. KCl 0,075	2. KNO_3 0,33
3. KH_2PO_4 0,136	3. KCl 0,16
4. $Fe_2Cl_6 \cdot 6H_2O$ 0,025	4. KH_2PO_4 0,33
5. $MgSO_4$ безводный 0,060	5. $Fe_2Cl_6 \cdot 6H_2O$ 5% раствор 1 капля
Начальный pH раствора . . 3,6	6. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,33
Конечный pH раствора . . . 7,05	

3. Смесь А. Майера (а)	
1. $Ca(NO_3)_2$ безводный	0,399
2. KH_2PO_4	0,363
3. K_2HPO_4	0,165
4. $Fe_2Cl_6 \cdot 6H_2O$ 5% раствор.	Несколько капель
5. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,149
Начальный pH раствора	5,82
Конечный pH раствора	6,53

4. Смесь Прянишникова (для песчаных культур)	
1. NH_4NO_3	0,24
2. KCl	0,16
3. $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	0,172
4. $Fe_2Cl_6 \cdot 6H_2O$	0,025
5. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	0,344
6. $MgSO_4$ безводный	0,06
Начальный pH	6,5
Конечный pH	5,8

5. Смесь Кроне	
1. KNO_3	1,0
2. $Ca_3(PO_4)_2$	0,25
3. $Fe_3(PO_4)_2$	0,25
4. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	0,5
5. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,5
Начальный pH	6,37
Конечный pH	6,79

6. Смесь Белоусова (для свеклы)	
1. $Ca(NO_3)_2$ безводный	1,11
2. KH_2PO_4	0,36
3. K_2HPO_4	0,43
4. $Fe_2Cl_6 \cdot 6H_2O$	0,01
5. $MgSO_4$ безводный	0,054
6. NaCl	0,10
7. H_3BO_3	0,005
8. $MnSO_4$	0,005

7. Смесь Гильтнера (d)

1. $(NH_4)_2SO_4$	0,163
2. KCl	0,25
3. $Ca_3(PO_4)_2$	0,25
4. $FePO_4 \cdot 4H_2O$	0,25
5. $Fe_2Cl_6 \cdot 6H_2O$ 5% раствор	3 капли
6. $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	0,25
7. $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	0,394

Дозы микроэлементов для водных и песчаных культур

Бор	0,5	мг B	на 1 л (1 кг)	вносится в виде	H_3BO_3 или $Na_2B_4O_7$
Марганец	1,5	» Mn	» 1 »	» » »	$MnSO_4$ или $MnCl_2$
Медь	0,125	» Cu	» 1 »	» » »	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$
Цинк	0,5	» Zn	» 1 »	» » »	$ZnSO_4$

ПОСТУПЛЕНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯ

Питательные вещества — азотистые соединения и зольные элементы — поглощаются растениями через корневую систему в форме различных минеральных солей. Растение может также непосредственно усваивать питательные вещества в виде некоторых органических соединений, как, например, аспарагин, мочевина, некоторые фосфорсодержащие органические соединения и др.

В обычных условиях растения непосредственно усвояют: азот нитратных и аммонийных солей, фосфор солей ортофосфорной кислоты (H_3PO_4), калий в форме калийных солей.

В почвенном растворе соли, содержащие питательные вещества, диссоциированы на ионы. Скорость поступления различных ионов в растения зависит как от размера ионов, так и от степени их гидратации. Чем больше размер иона и чем сильнее он гидратирован, или, иначе, чем больше брутто-диаметр иона (ион+гидратационная сфера), тем труднее он поступает в растение. Многие ионы неорганических солей хотя и имеют небольшой размер, но вследствие их сильной гидратации проникают в растения труднее, чем менее гидратированные или вовсе негидратированные органические молекулы и ионы.

Некоторые биологически важные катионы по убывающей степени их гидратации располагаются в следующий ряд (по Дюкло и Эрерра):

$$Mg^{\cdot\cdot} \quad Ca^{\cdot\cdot} \quad Na^{\cdot} \quad K^{\cdot}.$$

В таком же порядке располагаются эти катионы по скорости прохождения их через полупроницаемую мембрану. Из биологически важных анионов NO_3 значительно менее гидратирован, чем SO_4 и PO_4, поэтому NO_3 является наиболее подвижным из этих анионов.

Питательные соли, повидимому, в обычных условиях поступают в растения в виде ионных пар (катионов и анионов). Если в растворе питательные вещества почему-либо представлены в виде недиссоциированных молекул, то последние проникают в растение со значительно большей скоростью, чем ионы; так, например, молекулярный аммиак поступает в растение быстрее, чем NH_4-ион. Так же путем искусственного подавления диссоциации азотной кислоты удается значительно повысить скорость ее поступления в растения (Варбург). В питательной среде, в естественных условиях (почвенный раствор) присутствует одновременно несколько диссоциированных солей, как, например, K_2SO_4,$Ca(NO_3)_2$ и т. д. С наибольшей скоростью поступают в растения те пары ионов, которые обладают наибольшей подвижностью. В приведенном примере энергия поступления пары ионов $K^{\cdot}$ и $NO_3^{\prime}$ будет большей, чем сильнее гидратированных и менее подвижных ионов $Ca^{\cdot\cdot}$ и $SO_4^{\cdot\cdot}$.

Кроме ионов неорганических солей, в водном растворе (или в почвенном растворе) всегда присутствуют продукты электролитической диссоциации воды—H- и OH-ионы. H- и OH-ионы могут легко проникать в растение в парной комбинации с соответству-

ющими катионами или анионами минеральных солей. В питательном растворе, содержащем, например, NH_4Cl, возможны такие пары ионов: I—NH_4 и Cl; II—NH_4 и OH; III—H и Cl.

Так как NH_4 будет поступать в растение не только в паре с Cl, но также и в паре с OH, то в питательном растворе в результате жизнедеятельности растений в этом случае будет накопляться избыток водородных ионов и хлор-ионов, т. е. среда будет подкисляться за счет образовавшейся таким путем HCl.

При содержании $NaNO_3$ в питательном растворе возможны такие ионные пары: I—Na и NO_3; II—H и NO_3; III—Na и OH.

В этом случае в растение будут поступать преимущественно первые две пары ионов, т. е. Na и NO_3 и H и NO_3, в растворе же будет накопляться NaOH, вследствие чего среда будет иметь щелочные свойства. Неодинаковость в восприятии растениями различных катионов и анионов питательных солей является причиной смещения реакции среды в ту или другую сторону

При относительно большем потреблении растениями катионов питательная среда (почвенный раствор) становится кислой; наоборот, при большем потреблении анионов питательная среда делается щелочной. В соответствии с этим существует подразделение минеральных удобрений на физиологически кислые, наиболее яркими представителями которых являются хлористый аммоний, сульфат аммония и др., и физиологически щелочные удобрения, как натронная селитра, кальциевая селитра и др.

При поступлении в растения питательных солей важную роль играет адсорбция ионов коллоидной поверхностью корневой системы. Адсорбция анионов весьма незначительна. Что же касается катионов, то чем выше их валентность, тем сильнее они адсорбируются. Кальций адсорбируется значительно сильнее калия, однако кальций, адсорбированный периферическими слоями протоплазмы эпидермиса корней, сильнее удерживается последними и слабее проникает в надземные части растения, чем более подвижный и менее адсорбируемый калий.

Первые этапы в поступлении питательных веществ в растения, повидимому, связаны с реакциями обмена ионов на границе двух фаз: поверхности корней растений и окружающего раствора.

Корневые ткани обменивают как адсорбированные периферическими слоями протоплазмы корней металлические катионы $Ca^{\cdot\cdot}$, $Mg^{\cdot\cdot}$ и др., так и продуцируемые в процессе дыхания растениями ионы H и HCO_3' на ионы окружающего раствора. Повидимому, большую роль в обменных реакциях у корней растений играют также H и OH′-ионы, образующиеся при диссоциации воды как

в самом растении, так и в питательном растворе. В этих условиях H- и OH-ионы являются объектами обмена для катионов и анионов электролитов, поступающих в растение. На поступление питательных веществ в растение влияет активная реакция раствора. В кислой среде увеличивается поступление анионов, в щелочной среде, наоборот, увеличивается поступление катионов.

Сама по себе необходимая соль, если ее дать в чистом изолированном виде, оказывает на растение токсическое действие. Это вредное влияние отдельных солей парализуется введением в раствор другой соли антагониста. Эта область явлений носит название антагонизма ионов. Проявление антагонизма бывает как между одновалентными и двух-трехвалентными ионами, так и между ионами одинаковой валентности.

Организм в растворе чистой соли адсорбирует ее своими тканями, и при избытке этой соли происходит вытеснение всех других солей из ткани, что в свою очередь вызывает изменение физико-химических свойств коллоидов протоплазмы. Кроме того, могут иметь место чисто химические явления вытеснения одного иона другим из его соединения с белком плазмы по закону действующих масс.

Организму необходима такая среда, в которой токсическое действие какого-либо иона нейтрализовано другим ионом-антагонистом, и таким образом в целом раствор не производит токсического влияния на живую ткань. Такая среда носит название физиологически уравновешенной среды.

В практике сельского хозяйства часто приходится сталкиваться с явлениями из области антагонизма ионов. Например, вредное влияние H-ионов значительно смягчается внесением гипса (антагонизм Ca- и H-ионов). Люпин и сераделла очень чувствительны к избытку кальциевых солей в почве. Но вредное действие Ca-иона на люпин и сераделлу можно нейтрализовать, применяя калийные удобрения. В этом случае при внесении калия почвенный раствор становится физиологически уравновешенным.

Кальций является также антагонистом магния. При относительном недостатке кальция избыток магнезиальных солей ядовит для растений. Прибавка достаточного количества кальция устраняет ядовитое действие магния. Наоборот, недостаток магния при чрезмерном избытке кальция также вызывает нарушение нормальных физиологических функций растения.

По О. Леву, для оптимального роста растений в содержании подвижных кальция и магния в почве должно быть известное соотношение. Это соотношение Лев назвал известковым фактором.

Для большинства зерновых злаков и для льна оптимальное соотношение Ca : Mg в питательной среде, по Леву, 1 : 1 (известковый фактор=1), для бобовых 3 : 1. Однако многочисленные исследования, проведенные по изучению влияния на различные растения, соотношения Ca : Mg в почве, показывают, что это соотношение может быть раздвинуто до широких пределов без заметного вреда для растений.

Усвоение питательных веществ лучше всего происходит из разбавленных растворов. При концентрации, превышающей известную норму (выше 0,5% в чистом песке), растения начинают заметно страдать. В почве, благодаря ее буферности, концентрация солей может изменяться в более широких пределах без заметного вреда для растений.

С повышением концентрации увеличивается осмотическое давление раствора, и после известного предела концентрации раствор становится гипертоническим в отношении питаемого им растения. В этом случае происходит плазмолиз растительной клетки.

Большинство культурных растений не переносит высокой концентрации почвенного раствора. На засоленных почвах произрастают главным образом растения, приспособленные к высоким концентрациям солей; к таковым относится ряд видов, объединяемых в одну экологическую группу — галлофитов.

ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

При недостатке воды растения имеют маленькие серо-зеленые листья. Наблюдается тенденция к сокращению вегетационного периода. При очень сильном водоснабжении корневая система сокращается, исчезают тончайшие ее разветвления и остаются одни лишь толстые корни.

С понижением влажности осмотическое давление клеточного сока повышается. В более влажных местах содержание крахмала в зерне повышается, а содержание белка падает.

Потребность растений в воде больше во время активного роста и значительно меньше при созревании.

С повышением запаса питательных веществ в почве, при внесении удобрения, вода расходуется более экономно.

Количество воды, испаряемой на единицу сухого вещества (коэфициент транспирации), изменяется в зависимости от вида и сорта растения, а также от внешних условий, как климатические и почвенные условия, удобрение и пр. Удобрения понижают транспирационный коэфициент. В условиях засушливого климата коэфициент транспирации повышается.

Коэфициент транспирации различных с.-х. растений
(по Бриггсу и Шанцу)

Растения	Колебания для различных сортов	Средняя величина
1. Просо	261—444	293
2. Сорго	285—467	322
3. Кукуруза	315—413	368
4. Пшеница	473—559	513
5. Ячмень	502—536	534
6. Овес	559—622	597
7. Яровая рожь	—	685
8. Рис	—	710
9. Гречиха	—	578
10. Сахарная свекла	—	397 (отдельные сорта)
11. Картофель	554—717	636
12. Турнепс	—	640
13. Хлопчатник	—	646 (отдельные сорта)
14. Горох	—	788
15. Клевер	—	797
16. Люцерна	—	831

РЕАКЦИЯ СРЕДЫ И РАСТЕНИЕ

Интервалы pH для получения хороших урожаев
(по данным различных авторов)

Растения	pH водной суспензии почвы
Пшеница	6,3—8,0
Рожь	5,0—7,0
Ячмень	6,0—7,8
Овес	5,0—8,0
Свекла сахарная	6,0—7,5
Свекла кормовая	5,5—8,5
Картофель	4,9—5,6
Гречиха	6,0—7,0
Горох	5,4—6,5
Клевер	6,0—7,5
Люцерна	6,8—8,3
Сераделла	5,4—6,5
Люпин	4,0—6,0
Тимофеевка	4,9—5,5
Подсолнечник	6,6—7,3
Лен	5,6—6,8
Хлопчатник	6,0—8,0

БИБЛИОТЕКА УзГС-ХИ

СОДЕРЖАНИЕ АЗОТА И ЗОЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВАЖНЕЙШИХ С.-Х. РАСТЕНИЯХ

(в процентах)

Растения		Вода	Азот	Зола	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
1. Пшеница озимая	зерно	14,3	2,6	1,73	0,5	0,06	0,07	0,15	0,85	0,02	0,03	0,05
	солома	14,3	0,45	4,86	0,9	0,06	0,28	0,11	0,2	0,11	3,1	0,1
2. Пшеница яровая	зерно	14,3	2,95	2,32	0,6	0,06	0,05	0,22	0,85	0,02	0,03	0,05
	солома	14,3	0,56	3,48	0,75	0,06	0,26	0,09	0,20	0,18	1,82	0,12
3. Рожь озимая	зерно	14,3	2,2	1,83	0,6	0,06	0,09	0,12	0,85	0,02	0,03	0,06
	солома	14,3	0,45	3,93	1,0	0,1	0,29	0,09	0,26	0,16	1,88	0,15
4. Рожь яровая	зерно	14,3	2,5	1,93	0,6	0,06	0,05	0,2	0,92	0,02	0,02	0,06
	солома	14,3	0,56	4,20	0,75	0,06	0,40	0,12	0,2	0,15	2,52	—
5. Ячмень яровой	зерно	14,3	2,1	2,55	0,55	0,1	0,1	0,16	0,85	0,04	0,06	0,15
	солома	14,3	0,5	4,49	1	0,5	0,33	0,09	0,2	0,18	2,34	0,3
6. Овес	зерно	14,3	2,3	2,88	0,5	0,05	0,16	0,17	0,85	0,05	1,05	0,05
	солома	14,3	0,65	6,45	1,6	0,4	0,38	0,12	0,35	0,2	3	0,4
7. Кукуруза	зерно	14,4	1,91	1,23	0,37	0,01	0,03	0,19	0,57	0,01	0,03	0,02
	солома	15	0,7—5	4,37	1,64	0,05	0,49	0,26	0,3	0,24	1,31	0,08
8. Рис	зерно	12[1]	1,21	5,26[1]	0,31[2]	0,12[2]	0,07[2]	0,18[2]	0,81[2]	0,07[2]	—	Следы
9. Просо	зерно	14,0	1,85	2,97	0,5	—	0,1	—	0,65	—	—	—
	солома	16,0	—	3,80	1,59	0,07	0,13	0,05	0,18	0,16	1,43	—
10. Гречиха	зерно	14	1,8	1,15	0,27	0,07	0,05	0,15	0,57	0,02	—	0,02
	солома	16	0,8	5,25	2,42	0,11	0,95	0,19	0,61	0,27	0,29	0,41
11. Сорго	зерно	12	2,08	2,70	0,40	0,22	0,02	0,35	0,67	0,02	1,00	—
	солома	16	0,80	3,82	0,57	0,25	0,66	0,05	0,35	0,15	1,63	0,04

[1] В чешуе. [2] Без чешуй.

Содержание азота и зольных элементов в важнейших с.-х. растениях (продолжение)

Растения		Вода	Азот	Зола	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
12. Горох	зерно	14,3	4,50	2,63	1,25	0,02	0,09	0,13	1,0	0,08	0,02	0,04
	солома	16	1,4	3,91	0,5	0,18	1,82	0,27	0,35	0,27	0,25	0,23
13. Фасоль	зерно	—	3,68	3,90	1,72	0,06	0,24	0,29	1,38	0,14	—	0,03
14. Люпин	зерно	13	4,8	3,68	1,14	0,03	0,28	0,45	1,42	0,32	0,01	0,03
	солома	16	1,0	4,06	1,77	0,13	0,97	0,34	0,25	0,34	0,12	0,14
15. Соя	зерно	10	5,8	2,84	1,26	0,03	0,17	0,25	1,04	0,08	—	0,01
	солома	14	1,2	3,23	0,5	0,07	1,46	0,05	0,31	0,21	0,18	—
16. Вика	зерно	14,3	4,55	2,66	0,8	0,21	0,22	0,24	0,99	0,1	0,03	0,07
	солома	16	1,4	4,43	0,63	0,69	1,56	0,37	0,27	0,33	0,36	0,22
17. Чечевица	зерно	14	4,8	2,7	0,88	0,06	0,17	0,07	0,98	—	—	0,10
18. Бобы полевые	зерно	14,5	4,08	3,08	1,29	0,03	0,15	0,22	1,21	0,11	0,02	0,05
	солома	16	1,25	4,47	1,94	0,08	1,2	0,26	0,29	0,18	0,32	0,2
19. Хлопчатник (сорт Упланд)	семена	11,7	3,00	3,90	1,25	0,02	0,20	0,54	1,10	0,14	—	—
	волокно	—	0,34	1,93	0,91	0,03	0,16	0,17	0,06	0,10	—	—
	коробочки	—	2,54	8,33	3,43	0,05	1,06	0,28	0,32	0,49	—	—
	листья	—	3,20	15,93	1,28	0,31	6,14	1,12	0,50	0,66	—	—
	стебли	—	1,46	4,54	1,31	0,11	1,00	0,41	0,21	0,13	—	—
20. Лен	семена	11,8	4,0	3,27	1,0	0,07	0,26	0,47	1,35	0,08	0,04	—
	солома	12	0,62	3,03	0,97	0,25	0,69	0,2	0,42	0,2	0,17	0,13
21. Конопля	семена	12,3	3,5	4,58	0,94	0,04	1,09	0,26	1,69	0,01	0,55	—
	стебли	10,8	0,27	3,14	0,55	0,06	1,68	0,21	0,21	0,06	0,31	0,06
22. Кендырь	стебли	—	0,29	3,0	0,78	0,6	0,66	0,25	0,35	0,31	0,21	—

Содержание азота и зольных элементов в важнейших с.-х. растениях (продолжение)

Растения		Вода	Азот	Зола	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
23. Подсолнечник	семена	10,0	2,61	3,3	0,96	0,10	0,20	0,51	1,39	0,11	—	0,05
	целое растение	8,6	10,0	1,56	5,25	0,1	1,53	0,68	0,76	0,46	0,33	0,95
24. Горчица	семена	13	4,5	3,61	0,59	0,2	0,7	0,37	1,46	0,18	0,09	0,02
25. Рапс	семена	11,8	3,5	3,76	1,0	0,06	0,41	0,34	1,8	0,09	0,05	0,01
	солома	16	0,7	4,77	1,0	0,39	2,0	0,21	0,25	0,31	0,26	0,35
26. Мак	семена	14,7	3,20	5,19	0,7	0,05	1,82	0,49	1,62	0,1	0,17	0,24
	солома	16	1,0	4,77	1,84	0,06	1,47	0,31	0,16	0,25	0,55	0,13
27. Клещевина	семена	5,1	2,75	2,7	0,39	0,05	0,46	0,28	0,65	0,16	0,53	0,01
28. Чай	готовый продукт	—	4,7	5,7	1,90	0,14	0,46	0,50	0,86	0,40	0,17	0,10
29. Табак	листья	18	2,45	14,2	5,09	0,45	5,07	1,04	0,66	0,85	0,81	0,94
	стебли	18	1,64	7,31	3,82	0,66	1,24	0,05	0,92	0,22	0,16	0,24
30. Махорка		—	—	21,28	3,03	0,75	9,68	1,86	1,11	1,13	1,02	3,0
31. Хмель	целое растение	14	2,5	7,22	1,79	0,19	1,97	0,7	0,58	0,29	1,33	0,37
	стебли	16	1,57	3,89	1,12	0,14	1,25	0,27	0,39	0,12	0,29	0,31
	шишки	12	3,22	6,56	2,30	0,15	1,10	0,36	1,11	0,24	1,09	0,21
32. Виноград	лоза	55	0,41	1,29	0,41	0,13	0,4	0,07	0,14	0,05	0,03	0,01
	ягоды	83	0,17	0,85	0,5	0,01	0,07	0,04	0,14	0,05	0,03	0,01
33. Свекла сахарная	корни	75	0,24	0,57	0,25	0,07	0,06	0,05	0,08	0,02	0,02	0,02
	ботва	83,5	0,35	1,42	0,5	0,3	0,17	0,11	0,10	0,05	0,08	0,1
34. Свекла кормовая	корни	88	0,19	0,86	0,42	0,15	0,03	0,04	0,07	0,03	0,02	0,01
	ботва	90,5	0,3	1,51	0,25	0,5	0,16	0,14	0,08	0,08	0,05	0,25

Содержание азота и зольных элементов в важнейших с.-х. растениях (продолжение)

Растения	Вода	Азот	Зола	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	SO_3	SiO_2	Cl
35. Картофель: клубни	75	0,32	0,97	0,6	0,02	0,03	0,06	0,14	0,06	0,02	0,04
35. Картофель: ботва почти зрелая	77	0,3	2,49	0,85	0,1	0,8	0,21	0,16	0,13	0,09	0,15
36. Турнепс: корни	92	0,18	0,63	0,29	0,06	0,07	0,02	0,08	0,07	0,01	0,03
36. Турнепс: ботва	89,8	0,3	1,2	0,28	0,11	0,39	0,05	0,09	0,11	0,05	0,12
37. Брюква: корни	87	0,21	0,7	0,35	0,04	0,04	0,03	0,11	0,07	0,01	0,05
37. Брюква: ботва	88,4	0,34	2,02	0,42	0,08	0,65	0,08	0,2	0,23	0,21	0,15
38. Топинамбур: корни	80,0	0,2	0,96	0,62	0,10	0,03	0,03	0,06	0,06	0,02	0,04
38. Топинамбур: ботва	80,0	0,6	1,80	0,31	0,02	0,5	0,13	0,07	0,02	0,36	0,40
39. Морковь кормовая: корни	89	0,18	0,93	0,4	0,18	0,07	0,05	0,11	0,05	0,02	0,05
39. Морковь кормовая: ботва	82	0,34	3,10	0,60	0,20	1,50	0,15	0,08	0,18	0,24	0,15
40. Цикорий: корни	80	0,25	0,67	0,26	0,1	0,05	0,03	0,08	0,05	0,03	0,05
40. Цикорий: ботва	85	0,35	1,68	0,43	0,29	0,33	0,04	0,10	0,14	0,06	0,27
41. Сено луговое	14,3	1,70	7,48	1,80	0,22	0,95	0,41	0,70	0,31	2,72	0,37
42. Райграс английский (сено)	14,3	1,63	6,09	2,02	0,20	0,43	0,13	0,62	0,23	1,85	0,61
43. Люцерна в начале цветения (сено)	16,0	2,60	6,29	1,50	0,11	2,52	0,31	0,65	0,36	0,59	0,25
44. Красный клевер в цвету (сено)	16,0	1,97	5,38	1,50	0,11	2,01	0,63	0,56	0,19	0,16	0,22
То же созревший	15,0	1,25	4,62	1,20	0,14	1,58	0,69	0,44	0,14	0,30	0,13
45. Белый клевер в цвету (сено)	16,5	2,32	5,91	1,31	0,44	1,84	0,58	0,78	0,45	0,27	0,26
46. Эспарцет в цвету (сено)	16,7	2,50	4,91	1,30	0,15	1,68	0,63	0,46	0,14	0,37	0,18
47. Серадella (сено)	16,7	2,45	8,16	2,19	0,17	1,82	0,28	0,91	0,31	0,70	0,21
48. Вика в цвету (сено)	16,7	2,27	4,54	1,00	0,24	1,63	0,46	0,62	0,34	0,11	0,14
49. Тимофеевка (сено)	16,0	1,55	5,91	2,04	0,11	0,49	0,20	0,70	0,17	1,90	0,32
50. Люпин зеленый, сырая масса	85	0,55	0,72	0,30	0,05	0,16	0,06	0,11	0,04	0,04	0,11
51. Горох зеленый, сырая масса	81,5	0,65	1,37	0,52	0,05	0,35	0,11	0,15	0,11	0,02	0,04

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Пшеница

В культуре несколько видов, наиболее распространены 2 вида: Triticum vulgare (мягкие пшеницы) и Triticum durum (твердые пшеницы).

Средний химический состав зерна пшеницы
(в процентах на сухое вещество)

Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
15	75	2,5	2	2"	12

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка — 9—20% на сухое вещество; в отдельных случаях содержание белка достигает 22—24%. В большинстве пшеничных районов СССР содержание белка — 17—19%.	Крахмал — от 55 до 72% на сухое вещество; в среднем — около 67%. Кроме крахмала, в незначительном количестве содержатся гемицеллюлозы, сахара, пектин, декстрин, левулезаны. Сахарами (сахароза) ... зародыш пшеницы, ... около ... сахара на сухое ... вещество.	Жиры содержатся главным образом в зародыше и алейроновой ткани. Жир зародыша состоит из глицеридов следующих кислот (в %): линолевая . . . 40,9 олеиновая . . . 27,8 пальмитиновая 12,8 линоленовая . . 10,0 стеариновая . . 0,9 лигноцерйновая 0,3 Масло пшеницы легко прогоркает. Неомыляемых веществ пшеничного масла — около 4,7%, которые представлены преимущественно фитостеринами.	Витамины: A, B_1, B_2; в зародыше витамин D и E+. Пигмент каротин $C_{40}H_{56}$. Ферменты: амилаза, мальтаза, сахараза, липаза, протеолитические ферменты, оксидаза, пероксидаза, каталаза.

Ф...
1) ... %
2) ...
3 ...
...
...
н...
ч...
и ...

... 9,4% ..., жира ... ки — 2%.

Глю... ...ении-цы находя... основном в алейроновой ткани.

Рожь—Secale cereale

Зерно

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество)

Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
14	68,3	2,4	2	2	12

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка в % на сухое вещество — от 9 во влажных районах, на бедных азотом почвах, до 17—18 в степных районах.	Формы белков 1) глиадин — около 4,2% 2) глютенин — около 2,5% 3) глобулин — около 1,7% 4) альбумин — около 0,4%. Небелковый азот — около 0,3—0,4% на сухое вещество зерна.	1) Крахмал около 60% 2) Сахароза » 5,5% 3) Рафиноза-трисахарид, содержащийся в зародыше (2,6% на сухое вещество зародыша). 4) Левулезаны — полисахариды, образующие при гидролизе фруктозу. Накопляются в незрелых зернах (до 15% на сухое вещество незрелых зерен); почти исчезают в созревших зернах. 5) Сырая клетчатка содержит, кроме клетчатки: пентозу, лигнин, гемицеллюлозу.	Процентное содержание кислот в масле зародыша ржи: олеиновая . . . 36,27 линолевая . . . 38,9 линоленовая . . 2,37 миристиновая . 2,21 пальмитиновая . 7,73 стеариновая . . 0,17 Масло содержит 7,3% неомыляемых веществ, в том числе: фосфатиды (лецитин)— около 3% в неочищенном масле и фитостерин (ситостерин)—около 2%. Ржаное масло легко прогоркает.	

Рис — Oryza sativa

Зерно

Средний химический состав риса (в процентах на сухое вещество)

	Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
а) Зерно в чешуе	6,69	63,84	10,40	1,91	5,26	12,0
б) Очищенный рис	7,64	77,9	0,33	1,00	1,00	12,2

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка в ошелушенном рисе в % на сухое вещество—от 6,4 до 10.	Формы белков 1) Оризенин (глютелин) является главной составной частью рисового белка, растворим в щелочи. 2) Глобулин растворим в солевом растворе. 3) Проламин растворим в спирте. 4) Лейкозин растворим в воде.	1) Крахмал — основная масса безазотистых экстрактивных веществ. Соотношение между амилозой и амилопектином в рисовом крахмале непостоянно и зависит от сорта, условий местопроизрастания и т. п. Крахмальные зерна риса содержат от 8 до 12% гемицеллюлозы. 2) Сахара в небольшом количестве.	Пределы колебаний в содержании жира — от 1,4 до 2,4%. В состав жира рисового зерна входят глицериды кислот: олеиновой . . . 45,6% линоленовой . 27,7% пальмитиновой 17,3% стеариновой . . 1,8% арахидной, миристиновой, лигноцериновой . 1,6% неомыляемые вещества . . . . . 4% Жир в рисовом зерне содержится в основном в зародыше и в алейроновой ткани. Вследствие высокой активности липазы рисовый жир быстро разлагается до свободных жирных кислот.	Витамин B_1 содержится в рисе, главным образом в периферических частях зерна. Бедность ошелушенного риса витамином B_1 вызывает заболевание «бери-бери». Витамин C в значительном количестве содержится в проростках риса; мало в ошелушенном зерне. Витамин E (витамин плодовитости) содержится в рисовом жире.

Овес — Avena sativa

Зерно

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество) для овсов СССР (по М. И. Лишкевич)

Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
13,3	52,9	13,2	4,7	4,1	12,8

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка в % на сухое вещество — от 8—9 до 18—19 в зависимости от почвенно-климатических условий, сорта, агротехники и т. п.	Формы белков 1) Глобулин составляет большую часть белка овса, состоит из двух глобулинов: а) собственно-глобулин — растворим в холодных солевых растворах и б) авеналин — растворим в горячих солевых растворах. Эти два глобулина имеют различный аминокислотный состав. 2) Авенин — растворим в спирте — 1,5% на сухое вещество зерна. 3) Глютелин — растворим в щелочах — 1,9% на сухое вещество зерна (глобулин также растворим в щелочах). 4) Альбумин — 0,7% на сухое вещество зерна.	1) Крахмал — от 31 до 51%, в среднем 40—42% на сухое вещество зерна. 2) Сахароза — 1—2% в зерне; сравнительно много сахарозы содержится в зародыше. 3) Левулезиды. 4) Редуцирующие сахара — около 0,5% в незрелых зернах.	Масло, входящее в состав овса, сосредоточено преимущественно в зародыше. Пределы колебаний в содержании жира в овсе (на сухое вещество) — от 3 до 10%. В состав масла овса в качестве основных компонентов входят глицериды олеиновой и линолевой кислот.	1) Глюкозид авенин $C_{41}H_{18}O_8 + 2H_2O$ (глюкованилин) в зернах и в корнях. 2) Витамины B_1 и B_2 — в довольно значительном количестве, преимущественно в периферийных слоях зерна. 3) Антоцианин; черная окраска зерен овса обусловлена антоцианином, адсорбированным алейроновыми зернами; перикарпий содержит оксифлавоновые соединения, которые при прорастании зерна переходят в антоцианин. 4) Ферменты.

Ячмень — Hordeum sativum

Зерно

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество)

Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
12,5	69	4,6	2,12	2,15	12,9

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании сырого белка в % на сухое вещество зерна — от 7 до 21 и даже до 23 (голозерный ячмень) в зависимости от сорта, климатических условий и удобрения. Во влажных районах процент белка меньший, в сухих районах процент белка повышается.	Формы белков 1) Альбумин (лейкозин), растворимый в воде и в слабом солевом растворе, — 25—35% от общего белка. 2) Гордеин, растворимый в 70—75% спирте, — 25—35% от общего белка. 3) Глютенин — растворим в слабой щелочи — 34—40% от общего белка.	1) Крахмал, пределы колебаний — от 50 до 66% на вес зерна. Содержание крахмала в зерне ячменя находится в обратном отношении с количеством белка. 2) Сахара . . . 2,2% 3) Декстрины . . 3,5% 4) Пентозаны . . 7,5% 5) Полисахариды камеди и гумми. 6) Клетчатка — от 1,7 до 5,1%.	Содержание жирных кислот в % от веса жира: олеиновая . . 32,8 линолевая . . 54,3 линоленовая . 0,54 пальмитиновая 9,1 стеариновая . . 3,3 Неомыляемая фракция: лецитин 4,2—7,3% фитостерины (ситостерин и параситостерин) . . 6,1%	

Кукуруза — Zea Mays

Зерно

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество зерна)

Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
11	68	2,0	4,5	1,5	13

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка в % на сухое вещество зерна — от 7,5 до 13,2; меньший процент белка — во влажных районах и больший — в степных засушливых районах.	Формы белков 1) Зеин (проламин) — растворим в спирте, составляет основную массу белка кукурузы. 2) Глютелин — около 0,7—0,8% на сухое вещество зерна. 3) Глобулин. 4) Альбумин — 0,6—0,9%.	1) Крахмал кукурузы состоит из легко растворимой амилозы и трудно растворимой фракции амилопектина. Амилопектин содержит фосфорную кислоту 0,045% P_2O_5. Содержание крахмала колеблется в различных сортах и в разных районах возделывания кукурузы от 63 до 82%, в среднем — около 65—70%. 2) Сахароза в початках и стеблях сахарной кукурузы — до 10%. 3) Редуцирующие сахара — 1—4,7%, в початках и стеблях сахарной кукурузы.	Колебания в содержании жира — от 3,9 до 7,5% на сухое вещество зерна. Жир накапливается преимущественно в зародыше кукурузного семени; содержание жира в зародыше составляет около 40% в эндосперме — всего 0,6—0,7%. Кукурузное масло относится к группе полувысыхающих масел. В состав его входят глицериды олеиновой, линолевой, изолиноновой, линоленовой, изолиноленовой, пальмитиновой и стеаринового масла также входят арахиновая, гипогеновая, рационолоновая и в небольшом количестве (около 72,3% жидких и 27,7% твердых жирных кислот). В неомыляемом остатке: фитостерол — 1,41%, лецитин — 1,11%, холестерин — небольшое количество, эфирные масла — следы.	Витамин А — в большом количестве в жире кукурузы. Ферменты.

Просо — Panicum

Средний химический состав проса (в процентах)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
I. Зерно						
1) Просо обыкновенное — Panicum miliaceum — неошелушенные семена	10,61	61,11	8,07	3,89	3,82	12,50
1) Просо обыкновенное — Panicum miliaceum — ошелушенные »	10,51	68,16	2,48	4,26	2,80	11,79
2) Просо итальянское гоми, —Panicumitalicum, подвид Panicum maxima — неошелушенные семена	13,05	57,42	10,41	3,03	3,05	13,05
2) Просо итальянское гоми, —Panicumitalicum, подвид Panicum maxima — ошелушенные »	13,93	67,42	3,67	3,87	2,30	10,74
3) Могар, подвид Panicum mogaricum — неошелушенные семена	11,49	59,41	12,38	3,12	2,65	10,94
3) Могар, подвид Panicum mogaricum — ошелушенные »	12,20	73,12	0,88	3,13	1,07	9,40
II. Солома и сено						
1) Просо обыкновенное, солома	4,80	36,40	35,20	2,30	—	15,00
2) Просо итальянское гоми, солома	4,22	39,21	36,28	1,92	3,86	14,51
3) Могар, сено	11,15	49,09	29,74	2,72	9,74	—

Сорго — Angropogon Sorghum

I. Зерно

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество) для сортов сорго, возделываемых в СССР

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
12	78	3,5	4,0	2,5	11,5

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белков — от 7,25 до 17,68% на сухое вещество зерна.	Виды белков 1) Проламин, растворимый в спирте белок, составляет около 60—75% от всего белка. Проламин, выделенный из сорго, получил название кафирина. 2) Глобулины — около 12—15% от всего белка. 3) Альбумины в сравнительно небольшом количестве.	1) Крахмал — пределы колебаний от 55 до 80% на сухое вещество зерна. 2) Сахара (сахароза и глюкоза) в незначительных количествах.	Масло — полужидкой консистенции, состоит из глицеридов пальмитиновой, стеариновой (небольшое количество), олеиновой и линолевой кислот. Большое количество неомыляемых веществ, состоящих из углеводородов, высших спиртов и стиролей.	1) Фосфатиды (¾ кефалина и ¼ лецитина). 2) Фитин в значительном количестве в зародышах семян. 3) Каротин (провитамин А) — больше в зернах с желтой окраской и меньше в зернах с серо-ватой окраской. 4) Таниды — от следов до 0,5%. 5) Красящее вещество — дурра-санталин ($C_{16}H_{12}O_6$) — с железом дает коричневое окрашивание, в пленках и оболочках верен, там же апигенин и флобафен.

II. Стебли и листья

Сахароза (тростниковый сахар). В стеблях, убранных после созревания семян, содержание сахаров, по Кьедаллю, колеблется от 1,1 до 21%. Максимум сахаров приходится на культурные сахарные сорта. Наиболее интенсивное накопление сахара в стеблях сорго приходится на период от выбрасывания метелок до полной спелости. После наступления полной спелости содержание сахара в стеблях сорго падает.

Крахмал . . . . . 20—28% на сухое вещество стеблей, убранных после созревания зерна.
Моносахара . . 1,5—4,0% » » » » » » » »
Белок . . . . . 3—9% » » » » » » » »
Клетчатка . . . . 20—58% » » » » » » » »

Химический состав сока стеблей сорго (в процентах)

Общий сахар	Сахароза	Моносахара	Крахмал	Пентозаны	Сырой жир
12—16	9—12	3—6	2—3,6	0,1—0,35	0,05—0,17

Кроме того, в соке сорго обнаружены органические кислоты: аконитовая, лимонная, яблочная, винная, щавелевая, *d* и *l*-аспарагиновая, лейцин, цистин.

Глюкозид-дуррин $C_{14}H_{17}O_7N$ содержится в молодых растениях сорго в значительном количестве и убывает к моменту созревания (в зернах отсутствует); под влиянием фермента эмульсина расщепляется на глюкозу, синильную кислоту и *p*-оксибензойный альдегид.

Синильная кислота HCN — в листьях и стеблях сорго. Больше всего содержится в листьях в молодом возрасте на почвах, богатых азотом, и в районах недостаточного увлажнения. Содержание HCN колеблется в зависимости от возраста, сорта и условий местопроизрастания от 0 до 0,6% на сухое вещество целых растений. Около 60% всей HCN, содержащейся в растении, приходится на долю листьев.

Гречиха — Polygonum Fagopyrum

Зерно

Средний химический состав гречихи (в процентах на сухой вес)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
1) Гречиха обыкновенная	11,41	58,79	11,44	2,68	2,38	13,27
2) » татарская	9,76	54,80	19,73	—	3,29	12,42

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка в % на сухое вещество—от 9,6 до 13,3.	Формы белков 1) Глобулин. 2) Глютелин. В глютелине гречихи до последнего времени не найдено цистина и триптофана. Белки гречихи не обладают свойствами клейковины.	1) Крахмал — основная часть углеводов гречихи. 2) Сахароза—1,2%. 3) Декстрин—4—5%.	Пределы колебаний — от 1,8 до 3,9% жира на сухое вещество зерна.	

Горох — Pisum sativum

Зерно

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
28	60	6,5	1,5	3,0	14

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белка для различных сортов гороха районов его возделывания — от 22 до 34% на сухое вещество.	Виды белков Основная часть белков гороха относится к группе глобулинов (растворимы в солевых растворах). Из семян гороха выделены глобулины: а) легумин — около 10% на сухое вещество гороха; изоэлектрический пункт для этого белка лежит в пределах pH=4,4—4,6; в) вицилин(изоэлектрический пункт—pH=3,4). Кроме этих глобулинов, в горохе содержится легумелин, относящийся к группе альбуминов —около 2% на сухое вещество зерна, и протеозы.	1) Крахмал — пределы колебаний для различных сортов и районов— от 34 до 48% (на сухое вещество зерна). Температура клейстеризации крахмала у различных сортов гороха — от 68,5 до 74,5°. 2) Сахара — от 4 до 10%. 3) Гемицеллюлозы — дают при гидролизе галактозу и арабинозу. 4) Пектиновые вещества в кожуре семян.	Пределы колебаний в содержании жира — 0,7—5% на сухое вещество зерна. Жир гороха состоит из глицеридов жирных кислот — пальмитиновой, стеариновой и возможно арахиновой. Жир гороха — невысыхающий. Содержание лецитина—от 30 до 50%.	В зерне гороха найдены: холестерин, мочевина, тригонелин, бетаин, холин. Ферменты: амилаза, мальтаза, сахараза, протеолитические энзимы, редуктаза, уреаза, каталаза, пероксидаза. Витамины: *A*, B_1, B_2, *C* и *E*.

Чечевица — Lens esculenta

Зерно

Средний химический состав зерна чечевицы
(в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
30	60	3,5	1,2	3,1	—

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белков — от 23,8 до 32,5% на сухое вещество зерна чечевицы.	Виды белков 1) Глобулины (растворимые в растворах солей) составляют главную массу белка чечевицы. Представлены в зерне чечевицы двумя формами: а) легумином и б) вицилином. 2) Альбумины 3) Проламины 4) Глютелины } небольшие количества В зерне чечевицы содержится сравнительно значительное количество непротеинового азота (пептоны и аминокислоты).	1) Крахмал — от 40 до 50% на сухое вещество зерна чечевицы. 2) Сахара — 2,7%. 3) Пектиновые вещества. 4) Декстрины — 5,3%.	Состав жира не изучен.	Витамин *C* в значительном количестве в ростках чечевицы. Витамин *B* в значительном количестве в зерне.

Химический состав сена и соломы чечевицы (в процентах)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
1) Сено чечевицы	21,5	35,9	16,4	1,7	8,5	16,0
2) Солома чечевицы	8,7	34,5	32,1	2,3	6,4	16,0

Вика — Vicia sativa

Семена

Средний химический состав (в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
28,4	51,4	5,6	2,0	3,2	13,3

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белков — от 22 до 37% на сухое вещество семян вики.	Виды белков 1) Легумин (группа глобулинов) — является основной массой белка вики. Легумин вики растворим в 5% NaCl. 2) Легумелин (группа альбуминов) — в небольшом количестве. 3) Нуклеопротеиды — до 2,3%. 4) Небелковые азотистые соединения: вицин в небольшом количестве, конвицин, амигдалин, бетаин $C_5H_{11}NO_2$ и холин. Всего азота в небелковых азотистых соединениях — около 10% от общего количества азота семян вики. В проростках вики содержится *d*-аспарагин, аргинин, гистидин, лизин, а также другие аминокислоты.	1) Крахмал — до 37% на сухое вещество семян. 2) Тростниковый сахар вместе с растворимым галактаном — около 4,9%. 3) Глюкозы — незначительное количество. 4) Пентозана — 6,3%.	Масло вики принадлежит к группе невысыхающих масел. В состав масла входит холестерин в виде жиров с жирными кислотами и лецитин. Неомыляемых веществ в масле — 0,47%.	1) Глюкозиды: вицианин и вицин; последний при гидролизе расщепляется на глюкозу и дивицин, являющийся оксиаминопроизводным пиримидина; дивицин является ядовитым. При расщеплении глюкозидов вики образуется синильная кислота, которая обусловливает ядовитость виковых семян.

Нут — Cicer arientinum

Семена

Химический состав семян нута (в процентах на сухое вещество)

Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола
от 12,6 до 31,2 в среднем — около 25	от 48,49 до 71,19 среднее — около 58	от 2,4 до 12,2 —	от 4,03 до 7,24 —	от 2,3 до 5,0 —

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Основная масса белков относится к группе глобулинов. Имеются также в некотором количестве альбумины. Кроме белков, в семенах нута обнаружены следующие азотистые соединения: нуклеины — 0,1%, аминокислоты — 0,12%, аммиачные соединения и амиды — в незначительном количестве. В зеленых бобах нута около 25% всего азота содержится в непротеиновой форме — в полипептидах и аминокислотах.	1) Крахмал — пределы колебаний от 47 до 61% на сухое вещество семян нута. 2) Сахара — в небольших количествах. 3) Гемицеллюлозы. 4) Пектиновые вещества.	Жир нута состоит преимущественно из предельных жирных кислот; относится к группе полувысыхающих масел.	Фосфатиды в зерне — около 2,12%; стерины — 0,3% в зерне; бетаин и холин — около 0,02%. Витамины *A*, *B*, в проростках витамин *C*. Ферменты: оксидаза, протеаза, амилаза и сычужный фермент.

Фасоль — Phaseolus

В культуре встречаются несколько видов.

Средний химический состав фасоли (в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
23,0	55,0	3,8	1,8	3,9	—

Химический состав различных видов фасоли (в процентах от веса зерна)

Вид фасоли	Белок		Безазотистые экстрактивные вещества		Клетчатка		Жир		Зола		Вода	
	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до	от	до
Ph. vulgaris — обыкновенная фасоль	18,8	33,4	54,0	62,1	2,3	7,1	1,0	3,7	3,1	4,8	—	—
Ph. aureus — маш	18,5	31,7	51,4	60,5	3,3	5,8	0,8	3,1	3,2	4,6	—	—
Ph. mungo — мунг	18,6	23,9	50,4	62,2	2,4	4,4	0,8	2,0	3,2	4,6	—	—
Ph. acutifolius — фасоль тенори	20,3	24,5	60,1	65,6	3,7	3,8	1,5	—	4,0	4,7	—	—
Ph. lunatus — лимская фасоль	10,4	20,0	57,7	67,9	3,7	5,3	0,8	1,9	3,5	4,2	—	—
Ph. multiflorus — многоцветковая фасоль	21,6	26,7	52,0	54,7	3,1	4,4	1,3	1,9	3,3	4,2	—	—

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Около 80—90% всего белка зерна фасоли содержится в форме фазеолина, относящегося к группе глобулинов. Кроме фазеолина, в зернах фасоли содержится в некотором количестве альбумины. Встречаются указания на наличие в бобах фасоли небелковых азотистых соединений, в том числе пептидов, тирозина и триптофана.	1) Крахмал — является основной частью углеводного комплекса. 2) Сахароза — от 1 до 4,5%. 3) Глюкоза — незначительное количество. 4) Стахиоза-тетрасахарид — 1,5—2,3%. 5) Декстрины — около 2%. 6) Гемицеллюлоза. 7) Пентозаны.	В состав жира фасоли входит около 40% твердых кислот (пальмитиновая, стеариновая) и 60% жидких кислот (олеиновая, линолевая, линоленовая). В неомыляемом остатке — ситостерол.	Фосфатиды, витамин *B* в значительном количестве, в прорастающих зернах витамин *C*; каротин — 0,178%, глюкозид фазеолунатин, ядовит, много в тропических районах.

Люпин — род Lupinus

В культуре встречается около 15 видов, из них наиболее распространены 4: L. angustifolius (синий), L. luteus (желтый), L. albus (белый), L. polyphyllus (многолетний).

Семена

Средний химический состав семян различных видов люпина (в процентах на сухое вещество)

Виды	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода	Алкалоиды
1) Желтый люпин	38,3	25,4	14,1	4,6	3,6	14,7	1,08
2) Синий »	29,7	35,6	12,2	5,3	2,9	14,3	0,21—1,2
3) Белый »	31,0	33,7	11,9	6,7	3,0	15,9	0,45—1,11
4) Синий сладкий люпин	35,4	—	15,8	4,1	3,9	—	0,005

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Пределы колебаний в содержании белков — от 26 до 52% и больше (до 61% по старым данным) на сухое вещество семян.	Виды белков в люпиновом семени: 1) Конглютин (группа глобулинов) — составляет основную часть белковых веществ люпина, нерастворим в воде, растворим в NaCl. Подразделяется на α и β-конглютин, несколько различающихся по своему составу. 2) Легумин. 3) Альбумин. В семенах содержатся в некотором количестве небелковые азотистые соединения.	1) Люпеоза (тетрасахарид) — до 11% в семенах синего люпина. 2) Пентозаны — до 4%. 3) Гемицеллюлоза (около 10% в белом люпине). 4) Декстрины. 5) Сахароза (3,3% в белом люпине). 6) Парагалактоарабан — дает при гидролизе галактозу и арабинозу, содержится в утолщениях клеточных стенок семядолей. 7) Крахмал — в небольшом количестве в незрелых семенах; имеются указания, что некоторые количества крахмала содержатся в зрелых семенах люпина.	Пределы колебаний весьма велики — от 3,7 до 21,5%. Относится к полувысыхающим маслам. В состав масла из семян желтого люпина входят глицериды олеиновой, пальмитиновой кислоты и кислот с высокой температурой плавления (74—75° С). В масле содержится арахиновая кислота, стеарин и олеин в масле белого люпина.	Алкалоиды. Пределы колебаний — от 0,005 (в сладком люпине) до 3,87%. Из семян люпина выделены следующие алкалоиды: люпинин, люпинидин (спартеин), люпанин, оксилюпанин, гидроксилюпанин, спатулятин. Отдельные виды люпинов, по Визнеру, содержат следующие алкалоиды: люпин желтый (L.luteus) — люпинин $C_{10}H_{19}NO$ (твердый алкалоид); люпинидин (спартеин) $C_{15}H_{26}N_2$ относится к летучим алкалоидам. Люпин белый (L. albus), Люпин синий (L. angustifolius) } люпанин $C_{15}H_{24}N_2O$ L. perenis — оксилюпанин — $C_{15}H_{24}N_2O_2$.

Содержание отдельных форм алкалоидов в отдельных видах люпина (по Визнеру) (в процентах)

Виды люпина	Летучего люпинидина	Твердого люпинина	Общее количество алкалоидов
L. luteus	0,39	0,42	0,81
L. angustifolius	0,03	0,22	0,25
L. hirsutus	—	0,02	0,02

Токсичность алкалоидов люпина неодинакова.

Относительная токсичность люпиновых алкалоидов (по Ж. Кучу)

Алкалоиды	Минимальная смертельная доза в мг на 1 кг веса животного	Ядовитая доза в мг на 1 кг веса животного
d-люпанин	от 22 до 25	от 21 до 24
Люпинин (спартеин)	» 23 » 30	» 21 » 29
Спатулятин	» 34 » 36	» 34 » 35
Гидроксилюпанин	228	» 114 » 228

Прочие вещества

Лецитин — в большом количестве в масле люпина (до 50%).

Фитин.

Углеводо-фосфатид.

Ванилин.

Глюкозид-люпинид $C_{29}H_{23}O_{16} + 7H_2O$.

Лимонная кислота.

Щавелевокислый кальций.

Дубильные вещества.

Люпинотоксин (ядовитые вещества).

Ферменты: диастаз, глюкидаза, уреаза, протеолитические ферменты, фазин — неядовитый, аглютинирующий фактор.

Соя — Soja max.

Зерно

Средний химический состав зерна сои (в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
40,5	29,0	5,0	19,5	6,0	11

Белковый состав		Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Колебания в содержании белка в зависимости от сорта и места произрастания — от 26 до 47% на сухое вещество верна сои.	**Виды белков** 1) Глицинин — основная масса белка в верне сои, относится к группе глобулинов (растворим в солевом растворе). Отличается от легумина других бобовых почти вдвое большим содержанием серы и меньшим содержанием азота (на 0,5%). Глицинин в сое представлен двумя формами — *A* и *B*, несколько различающимися по содержанию в них аминокислот. 2) Легумелин — 0,5%. 3) Глютелин — в небольшом количестве. Белки сои содержат все необходимые аминокислоты.	Пределы колебаний в содержании углеводов — от 22 до 35,5%. Состав углеводов (в % на сухое вещество): 1) моносахара—0,07—2,3, 2) сахароза—3,31—13,5, 3) крахмал и декстрины—2,1—8,9, 4) гемицеллюлозы—1,3—6,5 5) рафиноза —1,1, 6) пентозаны—3,7—5,4, 7) клетчатка—2,9—6,3. Имеются указания о наличии в сое значительных количеств галактана.	Колебания в содержании жира — от 16,0 до 24,6%. В состав соевого масла входят глицериды следующих жирных кислот (в %): 1) линоленовая — 3—3, 2) линолевая — 50—57, 3) олеиновая — 15—33,4, 4) пальмитиновая—6,8—11,0, 5) стеариновая — 2,0—4,4, 6) арахиновая — 0,6—0,7, 7) лигноцериновая —0,1. Неомыляемые вещества — от 0,22 до 1,73%. Соевое масло относится к полувысыхающим маслам. Из неомыляемого остатка выделен фитостерин и в небольшом количестве стигмастерин.	1) Фосфатид лецитин в сравнительно большом количестве — 1,5 — 2,0% на сухое вещество зерна; имеются также указания на наличие в сое фосфатидакефалина. 2) Ферменты — весьма много уреазы (водный экстракт соевого зерна, употребляется как реактив при определении мочевины), липаза, диастаз, протеаза и другие ферменты. 3) Витамины: *A*, *B*, *D*, в ростках *C*. 4) Фитин — 1,7—2,6%. 5) Сапонины.

Арахис, земляной орех — Arachis hypogaea

Химический состав семян арахиса (в процентах на сухое вещество)

(Амплитуда колебаний—по данным различных авторов)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола
от 20,7 до 37,2	от 6 до 24	от 1,2 до 4,9	от 41 до 57	от 1,9 до 4,3

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Глобулины: арахин — около 25% и конарахин — 8% от всего белка (по данным Джонеса и Хорна); глютенин; в небольшом количестве альбумины и проламины.	Сахара от 2,5 до 7,5% Крахмал » 1 » 14,5% Пентозаны » 2,2 » 4,1% Пектиновые вещества.	Масло арахиса относится к группе невысыхающих масел, состоит из глицеридов следующих кислот: пальмитиновой 6—8,5% стеариновой . . 2,6—6,2% арахиновой . . 2,6—4,0% лигноцериновой 2,4—3,1% олеиновой . . 53,0—71,5% линолевой . . . 13—27,0%	Витамин B_1 в значительном количестве; холин в небольшом количестве.

Кунжут — Sesamum indicum

Средний химический состав семян кунжута
(в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
21,6	15,8	6,6	50,0	5,0	5,5

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Колебания в содержании белков в зависимости от сорта и условий произрастания — от 19 до 27% на сухое вещество семян кунжута. *В составе белков найдены: глобулин α (кристаллический) и β (аморфный), конглютин и легумин.*	Недостаточно изучен	Колебания в содержании масла — от 47 до 59% на сухое вещество семян. В состав масла входят глицериды следующих кислот: пальмитиновой . . . . . 7,7% стеариновой . . . . . 4,6% арахиновой . . . . . 0,4% олеиновой . . . . . 48,1% линолевой . . . . . 36,8% В содержании отдельных кислот могут быть значительные колебания. Неомыляемых веществ — около 1,3%; в состав их входят: сезамин $C_{11}H_{12}O_3$ — кристаллическое вещество; сезамол — обладает фенольными и оптически активными свойствами; сезамолин и фитостерин.	Лецитин и фитин — в значительном количестве. Щавелевая кислота и ее кальциевая соль — в значительном количестве.

Подсолнечник — Helianthus annuus

Семена

Химический состав (в процентах на сухое вещество)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
1) Семена с оболочкой (лузгой)	16,3	21,7	27,9	30,8	3,3	10
В среднем	от 13,5 до 19,1	—	—	от 23,5 до 38,2	—	—
2) Ядра подсолнечника (по различным данным)	26—29	5—14	1,7—3,8	38,8—58,2	3—3,8	—
3) Оболочка (лузга) (по различным данным)	1,3—5,6	26—40	53—64	0,5—5,6	1,7—2,1	—

Белковый состав

Содержание отдельных видов белков в % от всего белка семян подсолнечника:

глобулин . . . . . 45—48
альбумин . . . . . 15—32
глютелин . . . . . 7,8—9,1
нерастворимые белки . . . . . 8,5—13,5

Небелковые азотистые соединения: органические основания — около 2% от всего азота и амиды—меньше 1% от всего азота.

Углеводный состав

Содержание отдельных фракций углеводов в ядре подсолнечника в % от его веса:

моносахариды . . . 0,31
сахароза 3,91
ди- и трисахара . . 0,73
гемицеллюлозы и пектиновые вещества 1,54
целлюлоза 2,05

Жир

Состав подсолнечного масла:

1) Твердые жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, арахидная, лигноцериновая)— всего 9,0%.

2) Жидкие жирные кислоты — всего 85,3%, в том числе:

олеиновая 39,0%
линолевая 46,3%
неомыляемая часть . . 0,3%

В неомыляемой части найден фитостерол.

Неомыляемая часть эфирного экстракта из оболочек семян состоит из церилового спирта и фитостерина.

Прочие вещества

Фосфатиды — около 1% и фитин — около 2% на сухой вес ядра.

Дубильные вещества — около 1,5% от веса ядра.

Хлорогеновая ($C_{16}H_{18}O_9$), лимонная и винная кислоты (в ядрах).

Ферменты — весьма активная каталаза.

Цветы подсолнечника

1) Солантовая кислота $C_9H_{10}O_{11}$ (содержится также в стеблях).
2) Моногликозид кверцетин $C_{21}H_{20}O_{12}$.
3) Антоцианин.

Горчица черная — Brassica nigra

Семена

Химический состав семян черной горчицы (в процентах)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола
Средний состав	31,5	20,8	11,8	29,5	5,4
Колебания	от 22 до 44	от 6,6 до 27,8	от 7,9 до 17,6	от 23,8 до 36,2	от 4,5 до 6,2

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Не исследован	Пентозаны . . . . 5,54% Пектин . . . . . 0,82% Сахароза обнаружена в некоторых количествах.	Масло семян черной горчицы относится к группе полувысыхающих масел. В его состав входят следующие жирные кислоты (в %): пальмитиновая . . . 2,0 лигноцериновая . . . 2,0 эруковая [1] . . . . . 50,0 олеиновая . . . . . 24,5 линолевая . . . . . 19,5 линоленовая 1,0	Глюковид синигрин $C_{10}H_{16}NS_2KO_9 + H_2O$; под влиянием фермента мирозина синигрин разлагается на глюкозу, аллиловое горчичное масло и бисульфат калия по уравнению: $C_{10}H_{16}NS_2KO_9 + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_3H_5NCS + KHSO_4$. В качестве побочных продуктов при распаде синигрина образуется аллилцианид и CS_2, иногда встречающийся в семенах горчицы. Горчичное масло черной горчицы состоит на 90% из аллилового горчичного масла, небольших количеств аллилцианида, CS_2, роданаллила, пропенилгорчичного масла. Алкалоид синапин обнаружен в семенах. Ферменты: кроме мирозина, сахараза, амилаза, эмульсин, оксидаза, пероксидаза, мальтаза.

[1] Эруковая кислота $C_{22}H_{42}O_2$ содержится в маслах семян всех крестоцветных.

Горчица белая — Sinapis alba

Семена

Химический состав (в процентах на сухое вещество)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
Средние данные	28,1	20,7	11,1	32,0	4,8	7,0
Колебания по имеющимся в литературе данным	от 15,5 до 38,5	от 5,5 до 26	от 6,9 до 17,2	от 16,5 до 38,5	от 4,1 до 5,6	—

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Из семян белой горчицы выделены глобулины: миозин, осаждаемый при насыщении поваренной солью, и вителин, не осаждаемый в насыщенном растворе NaCl.	Декстрины 5,9% (по Весмеру) Пентозаны . . . . . 5,9% Пектин . . . . . 0,6% Слизь оболочки состоит из целлюлозы, гемицеллюлозы и пектиновых веществ.	Масло белой горчицы относится к группе слабо высыхающих масел. Содержание жирных кислот в масле белой горчицы (в %): пальмитиновая . . . 2,0 арахиновая . . . . . 1,0 лигноцериновая . . 1,0 эруковая . . . . . 52,5 олеиновая . . . . . 28,0 линолевая . . . . . 14,5 линоленовая 1,0	Глюкозид синальбин $C_{30}H_{44}N_2S_2O_{15} + 5H_2O$; под действием фермента мирозина синальбин разлагается на глюкозу, синальбиновое горчичное масло и бисульфат основания синапина. Фермент мирозин содержится у всех видов семейства крестоцветных, мирозин из любого вида крестоцветных разлагает глюкозид всякого другого вида. Мирозин локализован в так называемых мирозиновых клетках и встречается во всех тканях растения.

Клещевина — Ricinus communis

Семена

Химический состав (в процентах)

	Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
а) Семена с оболочкой	17,1	12,6	15,0	46,7	2,7	5,1
б) Семена без оболочки (ядро)	22,6	4,0	0,7	66,0	2,2	3,6

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Колебания в содержании белка в очищенных семенах клещевины (без оболочки) — от 19 до 29%. В состав белков входят: 1) глобулины—около 55% от всего белка, 2) альбумины — около 23%, 3) глютелины — около 12%. Семена клещевины содержат токсическое вещество — рицин, повидимому белковой природы. Доза 0,16 г рицина для человека смертельна.	Сахара, декстрины, гуммы, крахмал (в ряде случаев отсутствует).	Масло клещевины относится к группе невысыхающих масел. Обладает сильной вязкостью, растворимо в спирте, уксусной кислоте. При нагревании хорошо растворимо в бензине и керосине; оптически активно, вращает плоскость поляризации вправо на 8—10° (в 200-мм трубке). Масло клещевины состоит из следующих жирных кислот: рицинолеиновая . . . . 82% олеиновая . . . . . 6,8% линолевая . . . . . 1,4% диоксистеариновая . . 1,3% стеариновая . . . . . 3,4% Кроме того, масло содержит около 4% глицерина и 0,3% неомыляемых веществ.	Алкалоид рицинин (производное пиридина), хорошо растворим в горячей воде, ядовит. Ферменты: липаза (очень активна), эмульсин, амилаза, интвертаза, малтаза, протеаза. Органические кислоты (янтарная кислота).

Кориандр — Coriandrum sativum

Химический состав семян кориандра (в процентах)

Белки и прочие азотистые соединения	11—12
Сахара	0,1—2,0
Крахмал	10,5
Сырая клетчатка	26—30
Пентозаны	10,3
Жир	15—28
Эфирные масла	От 0,18 до 1,18
Зола	4,5—5,3
Вода	11,1

Состав эфирного масла из семян кориандра

Линалоол — от 50 до 85%, борнеол, α-пинен, β-пинен, дипентен, α-терпенен, *p*-цимол, терпинолен, γ-терпенен, α-фелландрен, гераниол, *n*-децило вый альдегид.

Состав эфирного масла из цветущих растений кориандра (по Нилову)

n-децило вый альдегид (около 10%), децилено вый и изодецилено вый альдегиды, мирцен—в незначительном количестве.

Анис — Pimpinella anisum

Средний химический состав плодов аниса (в процентах на сухое вещество)

Белок	17,6
Безазотистые экстрактивные вещества	25,2
Растворимые сахара	4,2
Крахмал	5,1
Сырая клетчатка	18,3
Жир	12,5
Эфирные масла	3,1 (от 1,24 до 7,0)
Зола	8,2
Вода	11,7

Состав эфирного масла аниса

Анетол и его изомер метил-хавикол в сумме составляют около 80—90% масла; анисовый альдегид, анисовый кетон, в небольшом количестве терпены, уксусный альдегид и сероводород.
Анетол является наиболее ценной частью эфирного масла.

Тмин — Carum carvi

Химический состав плодов тмина (в процентах)

Белки и другие азотистые вещества	19—20
Сахара	2—4
Крахмал	4—5
Прочие безазотистые экстрактивные вещества	18
Жир	8—22,5
Эфирные масла	4,2—6,7
Зола	5—6
Вода	11—15

Состав эфирного масла из семян тмина

d-карвон — около 50% (колебания от 47 до 65%);
d-лимонен — около 50% (колебания от 30 до 55%).
В небольших количествах — дигидрокарвон, дигидрокарвеол, карвеол.

Хлопчатник — Gossypium

В культуре встречается несколько видов: в Старом Свете—G. arboreum—G. herbaceum, в Новом Свете—G. hirsutum, G. purpurescens и G. barbadense.

Семена

Химический состав (в процентах)

Сорта	Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
Средне-азиатские	15,44	32,45	21,13	17,08	3,73	10,17
Египетские	19,23	22,18	16,90	23,16	4,04	11,42
Северо-американские	19,30	21,21	21,44	22,94	3,94	11,70

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Глобулины—около половины всего белка семени хлопчатника. Из американского хлопчатника (сорт Упланд) выделены α и β-глобулин, при этом основное количество глобулина приходится на β-форму; кроме того, из этого же хлопчатника выделен глютелин и пентоза—протеин, содержание азота в котором равно всего 12,64%.	Содержание фракций углеводов в ядре хлопкового семени (G. hirsutum) по Мирету (в % от веса ядра): растворимые в спирте и в воде кристаллические сахара 7,30—7,90 водорастворимые сахара коллоидного характера . . . . . 0,4—0,65 гемицеллюлозы . . 3,3—3,4 целлюлозы . . . . 2,2 По данным других авторов, в семенах хлопчатника содержатся различные моно- и дисахара, рафиноза (трисахарид), крахмал в незначительном количестве.	Хлопковое масло относится к группе полувысыхающих масел и состоит в основном из 22—32% глицеридов, твердых кислот (пальмитиновая, стеариновая и арахиновая) и 68—78% жидких кислот, в том числе: линолевой . . . 26—47% олеиновой . . 26,5—50% Сырое масло содержит некоторое количество смол. В неомыляемом остатке—фитостерин.	Госсипол—красящее вещество, ядовито. Эмпирическая формула $C_{30}H_{38}O_8$ или $C_{30}H_{30}O_8$, полигидроксильное, фенольное соединение. В зрелых семенах хлопчатника в зависимости от сорта и условий возделывания содержится от 0,4 до 1,5%. Каротин (провитамин *A*) и витамин *B*.

Волокно хлопчатника

Химический состав волокна хлопчатника (в процентах)

	Целлюлоза	Общий азот	Зола	Сумма пентозанов и метил-пентозанов	Воск	Влажность
Хлопчатник из Средней Азии	96,13	0,18	1,12	1,52	—	—
» с Северного Кавказа	94,50	0,15	1,14	—	0,63	5,5

В составе воска волокна хлопчатника обнаружены: госсиполовый спирт $C_{30}H_{62}O$ — составляет около 85% всего воска, спирт $C_{32}H_{66}O$, гликоли $C_{28}H_{58}O_2$ и $C_{30}H_{60}O_2$ и мало изученные смоляные аморфные кислоты. Спирты находятся главным образом в форме эфиров.

Другие органы растения хлопчатника

Цветы. Глюкозиды кверцимеритрин $C_{21}H_{20}O_{12}$ и его изомер изокверцитрин при гидролизе дают кверцетин и *d*-глюкозу; глюкозид госсипитрин $C_{21}H_{20}O_{13}$ при гидролизе дает госсипатин.

Листья. Эфирные масла—около 0,0015% от веса сырых листьев; при отгонке с водяным паром в листьях хлопчатника обнаружено: ванилин, сесквитерпены $C_{15}H_{24}$; найдены также метиловый спирт, ацетальдегид, муравьиная, уксусная и капроновые кислоты, триметиламин, триконтан, азулеин. Терпены в спиртовом экстракте листьев.

Клеточный сок растений. Пигменты типа антоциана, сообщающие стеблям хлопчатника красную окраску.

Лен — Linum usitassimum

Семена

Средний химический состав семян льна (в процентах)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
25,01	23,0	7,39	37,8	4,57	8,0

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Колебания в содержании белка — от 18,5 до 33,8% на сухое вещество семян. Виды белков Глобулины — представляют значительную часть белков льняного семени. Альбумины. Протеозы.	1) Сахароза — 2,5% и меньше. 2) Редуцирующие сахара — 0,3—0,9%. 3) Гемицеллюлозы — 9,3%.	Пределы колебаний в содержании масла — от 29 до 47% на сухое вещество семян. Качественный состав льняного масла (в %): насыщенные кислоты . . . от 7 до 14 олеиновая кислота . . . от 5,1 до 19,0 линолевая кислота . . . от 20,4 до 38,4 линоленовая кислота . . . от 42,3 до 52.9 В неомыляемой части — стерины.	Лецитин — около 0,9% в масле семян льна. Органические кислоты: щавелевая, малоновая, яблочная, уксусная. Ферменты: липаза, протеаза, диастаз, каталаза (очень активная), линаза (расщепляет глюкозид линамарин). Глюкозид линамарин $C_{10}H_{17}O_6N$ расщепляется линазой на глюкозу, ацетон и HCN.

Стебли

Пектиновые вещества от 1,7 до 7% в соломе различных сортов льна.

В чесаном волокне — от 2,5 до 7% пектина.

В очищенном волокне — от 0,5 до 2,5% пектина.

Главные компоненты пектина — гексоцентозан и Са — Mg-соль пектиновой кислоты.

Воска придают специфический запах, эластичность и глянцевитость волокну льна, имеют большое значение при переработке льна; содержание воска в волокне колеблется от 1,99 до 6,32%.

Неомыляемая часть воска составляет 81,32% от его веса и состоит из церезина (парафины) и жирных спиртов — фитостеринов, цериллового спирта.

Омыляемая часть состоит из жидких и твердых жирных кислот и небольшого количества альдегидов.

Химический состав стеблей льна-долгунца, селекционный сорт (по Ермакову) (в процентах)

Белок	Сахара	Крахмал	Пентозаны	Клетчатка	Лигнин	Эфирный экстракт	Зола
2,81	1,43	3,31	18,0	40,0	21,36	1,38	2,96

Химический состав льняной соломы, волокна и тресты (по Шеферу и Саймонде) (в процентах)

	Воска — жир	Клетчатка	Пентозаны	Лигнин	Пентозаны в сырой клетчатке
Солома	3,7	51,3	19,4	24,2	8,18
Волокно	2,3	70,2	6,15	10,40	2,40
Треста	6,5	58,7	25,6	27,9	11,40

Листья, цветы

Молодые растения льна содержат синильную кислоту, образующуюся в результате распада глюкозида линамарина. Молодые растения льна содержат от 0,028 до 0,24% HCN на сухое вещество; с возрастом содержание HCN в растениях льна убывает. В соломе зрелого льна — около 0,001% HCN на сухое вещество растений.

Конопля — Cannabis sativa

Семена

Средний химический состав семян конопли (в процентах на сухое вещество)

Белок	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Жир	Зола	Вода
22,2 (от 17,5 до 25,1)	19,7 (от 14,3 до 19,7)	19,1 (от 13,8 до 26,3)	34,0 (от 30 до 38,3)	4,9 (от 2,5 до 6,8)	10

Белковый состав	Углеводный состав	Жир	Прочие вещества
Эдестин—относится к группе глобулинов, является основным компонентом белковых веществ конопляного семени. Другие азотистые соединения: нуклеин — около 3,4%, органические основания (холин, тригонеллин) — около 0,4% N.	Пентозаны — около 11%. Сахара (преимущественно тростниковый сахар) — около 2,5%. Гемицеллюлоза. Крахмал отсутствует.	Масло конопли относится к группе высыхающих масел. В состав его входят (по Демьянову и Прянишникову): около 67% линолевой кислоты, 14% линоленовой и 14% олеиновой кислот и около 5% насыщенных жирных кислот.	Фитин — около 2,5% от веса семян; лецитин; Ферменты: уреаза, липаза, каталаза. Витамин *D* и провитамин *A* (каротин) в небольших количествах.

Стебли и волокно

Химический состав стеблей (в процентах на сухое вещество)

	Чистая целлюлоза	Эфирный экстракт (жиры, смолы и т. п.)	Белки	Безазотистые экстрактивные вещества	Зола
Стебли целые	46,8	1,57	7,61	39,3	4,71
Стебли без листьев и ветвей	49,6	0,86	3,03	43,4	3,16
Стебли после мочки	54,7	0,53	1,83	41,9	1,04

Химический состав волокна конопли (в процентах)

Целлюлоза	Лигнин	Жиры и воск	Кутин	Азот	Зола
около 60%	35	0,6	0,19	0,3	0,7

Эфирные масла, смолы, глюкозиды — в растениях конопли, в большом количестве в среднеазиатских и индийских типах конопли, в которых содержится гашиш — зеленовато-бурая клейкая масса с одурящим запахом.

Кендырь — Apocynum venetum

Распространены и другие виды кендыря: Ap. Canabinum, Ap. Androsoemifolium и др.

Стебли

Химический состав стеблей кендыря (в процентах)

Общий азот	Углеводы					Сырая клетчатка	Чистая клетчатка	Дубильные вещества	Каучук	Пектиновые вещества	Зола	Смолы, воска
	моноза	сахароза	мальтоза	декстрин	крахмал							
0,29	0,14	0,15	0,45	1,62	2,17	65,16	44,5	0,4 (в зеленом стебле 2,7%)	0,2—0,4	10,3	2—3	2,9

Химический состав элементарного волокна кендыря (по Шехониной) (в процентах на сухой вес)

Жиры и смолы	Целлюлоза	Гемицеллюлоза	Пентозаны	Лигнин	Пектиновые вещества	Сырой белок	Зола
2,33	89,1	1,8	2,22	1,08	5,7	0,75	0,88

Лист

Химический состав листьев кендыря (по Пигулевскому) (в процентах на сухое вещество)

Белки	Моно- и дисахара	Крахмал	Пентозаны	Клетчатка	Лигнин	Дубильные вещества	Смолы	Каучук [1]
12,42	8,09	11,5	6,2	5,74	11,91	8,00	10,9	2,3

Прочие вещества

Масло в семенах кендыря—от 21,5 до 32,5%.

Глюкозиды: андровзин $C_{15}H_{20}O_8$, апоцинамарин в коре и корнях, действует как дигиталин.

[1] Содержание каучука в листьях зависит от возраста растений, в 1—2-летних растениях его меньше, в 3—4-летних растениях каучука содержится больше; содержание его в этом случае доходит до 7—8% на сухой вес листа.

Кок-сагыз — Taraxacum kok-saghyz

Химический состав корней кок-сагыза (в процентах на воздушно-сухое вещество)

Каучук [1]	Смолы	Инулин	Сахара	Пектин	Лигнин	Вода
10—14	4—6	35—45	3—4	5—6	15	15

[1] Содержание каучука в кок-сагызе подвержено большим колебаниям; у различных растений содержание каучука может колебаться от 2 до 19,6%.

Тау-сагыз — Scorzonera tau-saghyz

Химический состав корней (в процентах на сухой вес) (имеются данные только для дикорастущих форм)

Каучук	Смолы	Углеводы (главным образом инулин)
8,25 [1]	1—4	около 14

[1] *В отдельных случаях содержание каучука в тау-сагызе доходит до 40%.*

Крым-сагыз — Taraxacum gymnanthum

Химический состав однолетнего крым-сагыза (по Миловидову) (в процентах на сухое вещество)

Части растений	Моносахариды	Дисахариды	Инулин	Крахмал	Общий азот	Белковый азот	Каучук	Смолы
Корень	3,34	4,07	50,10	1,08	0,86	0,36	2,06	7,0
Лист	6,47	4,43	0,0	1,28	2,27	1,77	0,40	12,51
Соцветие	15,06	2,66	0,0	1,05	1,96	1,24	0,85	13,88

Содержание каучука в многолетнем крым-сагызе в корнях в среднем составляет около 5—7%, содержание смол — 4—5%.

Золотарник — Solidago (разные виды)

Содержание каучука и смол в листьях золотарника (в процентах на сухое вещество)

Каучук	Смолы
От 1 до 6, иногда до 8—12—в зависимости от вида золотарника и условий местообитания,	От 5 до 13

Гвайюла — Parthenium argenatum

Содержание каучука и смол в гвайюле (в процентах на сухое вещество; средние данные)

	Каучук	Смолы
Целое растение	9,5 (доходит до 18—20%)	14,0
Ствол с корой	9,9	—
Ветви и листья	9,7	—
Корни	7,8	—

Эвкомия — Eucomia ulmoides

Содержание гуттаперчи в листьях эвкомии—от 2,5 до 5% на сухое вещество, иногда значительно больше. В коре эвкомии—11—15% гуттаперчи.

Чай — Camelia theifera

В культуре распространены 2 подвида: Thea sinensis — китайская группа чая, куда относится и чай, возделываемый в СССР, и Thea assamica — индийская группа чая.

1. Химический состав ассамского чая (по Гарлеру) (в процентах на сухое вещество)

	Исходные свежие листья	Готовый черный чай
Сырая клетчатка	21	21
Чистая целлюлоза	12	12
Чистые белки	17	16
Крахмал	0,4	0,2
Чайный таннин	22	12
Кофеин	4	4
Гумми	3	2
Сахара	1,0	1,5
Зола общая	5,5	5,5
Продукты окисления	—	0,2
Хлорофилл	1,5	1,0

2. Азотистые вещества чая

а) Содержание общего азота в чае (флеш), возделываемом в СССР, — 4—5,5% на сухое вещество, в том числе азота кофеина — 1—1,3%.

b) Распределение форм азота по отдельным частям флеша (по Шоу) (в процентах от всего азота):

	Почки	1-й лист	3-й лист
N кофеина	30,2	29,6	30,3
N пуринов	16,2	15,0	20,4
N белково-танидного комплекса	3,1	3,5	4,3
N белка (глютелин)	47,6	48,5	40,0

c) Содержание кофеина в разных частях чайного куста (по Ван-Ромбургу и Ломану):

	В процентах на сухое вещество
1-й и 2-й лист	3,4
5-й и 6-й лист	1,5
Стебель между 5-м и 6-м листьями	0,5
Цветы	0,8
Кожица зеленого плода	0,6
Семена	0,0

d) Содержание кофеина во флешах отдельных групп чая в процентах на сухое вещество (по Тимошенко):

Ассамская группа . . . . . от 1,02 до 4,10
Китайская » . . . . . » 0,65 » 2,75
Индо-китайская гибридная группа » 0,87 » 3,98

e) Кроме кофеина, в листьях чая содержатся близкие к кофеину алкалоиды — теобромин и теофилин.

3. Чайный таннин

a) Чайный таннин — вещество белого цвета, горького вяжущего вкуса; растворим в воде и в органических растворителях, легко окисляется на воздухе. Наличие таннина в чае является одним из важнейших показателей качества чая — от него (таннина) зависит вкус, цвет, терпкость чая. С раствором $FeCl_3$ чайный таннин дает черно-синий осадок.

b) Содержание таннина в различных частях флеша (по Гарлеру) (в процентах на сухое вещество):

Почки 29,8
1-й лист 29,9
2-й лист 21,3
3-й лист 17,8
4-й лист 14,5
Стебель между почкой и 1-м листом 11,7
Стебель между 2-м и 4-м листьями 6,4

4. Прочие вещества

a) Воска и смолы в свежих листьях — 1,4—1,8% на сухое вещество.

Воск в готовом чае — 0,5 — 0,8%.

b) Эфирные масла: в свежих листьях значительная часть эфирных масел состоит из β — γ-гексенола $C_6H_{12}O$), в значительно меньшем количестве — α — β-гексеналь.

c) Витамин *C* в значительных количествах.

d) Ферменты—оксидаза, пероксидаза, амилаза, инвертаза, протеаза.

e) Пектиновые вещества в значительных количествах в листьях.

Табак

В культуре распространены 2 вида табака; Nicotiana tabacum — обыкновенный табак и Nicotiana rustica — махорка.

Химический состав ферментированного табака (по Кисслингу) (в процентах на сухое вещество)

Общий азот	Аммиак	Никотин	Углевод	Клетчатка	Смолы	Органические кислоты	Зола
от 3,0 до 4,6	от 0,11 до 0,90	от 0,6 до 4,8— для табака и до 9,6—для махорки	от десятых долей процента до 22,7	от 7,4 до 15,8	от 3,6 до 7,9	от 6,9 до 17,4	от 11,9 до 24,7

Азотистые вещества табака

Формы азота в свежих зрелых листьях желтого табака в процентах от общего азота (по Ерыгину)

N белков	72,4
N аминокислот	3,51
N амидов	2,24
N аммиака	1,88
N никотина	10,86
N нитратов	0,24

Никотин и другие алкалоиды

Содержание никотина в различных частях табачного растения в процентах на сухое вещество (по Бернардини)

Части растений		Плодоносящее растение	Растение со срезанными соцветиями
Корни старые		0,78	0,46
» молодые		0,80	0,63
Стебель	верхушка	0,08	1,07
	середина	0,15	0,82
	основание	0,30	0,60
Верхние листья	край	1,84	4,46
	жилки	0,18	0,54
Средние листья	край	2,94	4,50
	жилки	0,22	0,56
Нижние листья	край	3,12	4,10
	жилки	0,28	0,45

Содержание никотина в различных частях растения махорки в процентах на сухое вещество (по Тимошкову)

Мякоть листьев	7,97
Жилки	3,40
Черешки	2,12
Стебли	0,88
Кора	0,77
Древесина	1,38
Сердцевина	1,12

Кроме никотина $C_{10}H_{14}N_2$, в табаке найдены в сравнительно незначительном количестве следующие алкалоиды: никотоин $C_5H_{11}N$, никотеин $C_{10}H_{12}N$, никотимин $C_{10}H_{13}N_2$, норникотин $C_9H_{12}N_2$, изоникотеин $C_{10}H_{12}N_2$ и никотеллин $C_{10}H_8N_2$.

Углеводы

Крахмал и декстрины являются основной частью углеводов в свежем, созревшем табачном листе.

Кроме того, в нем содержатся в небольшом количестве монозы, сахарозы и трудно гидролизуемые сахара.

В процессе ферментации табачных листьев содержание крахмала в них резко убывает и в ферментированных листьях табака (и махорки) в составе углеводов преобладают монозы, преимущественно фруктозы. Крахмал встречается редко.

Отношение углеводов к белку (число Шмука) в ферментированном табаке является одним из важных критериев его качества: чем больше углеводов и меньше белков, тем выше качество табака.

Органические кислоты

В табаке содержатся следующие кислоты: яблочная, лимонная и щавелевая.

Кроме того, в небольшом количестве фумаровая, янтарная кислоты. Из летучих кислот обнаружены муравьиная, уксусная и масляная кислоты.

Имеются указания на наличие в табаке хинной кислоты.

Содержание органических кислот в табаках (по данным различных авторов) (в процентах на сухое вещество):

	Яблочная кислота	Лимонная кислота	Щавелевая кислота
Табак желтый	от 2,3 до 10,4	от 0,5 до 6,4	от 1,6 до 3,7
Махорка	5,6	10,3	Следы

Смолы и эфирные масла

Содержание смол в различных табаках (по Травилицкой) (в процентах на сухое вещество):

Общее количество смол . . . . . от 1,1 до 5,4

В том числе:

смоляные кислоты . . . . . от 0,34 до 0,80
резены (спирты) . . . . . от 0,41 до 2,45
вещество состава $C_5H_{16}O_2$ . . . . от 0,15 до 0,25

Содержание эфирных масел в табаках колеблется от 0,012 до 1,02% на сухое вещество.

В составе эфирных масел найдены: изовалериановая, терефталевая, муравьиная, оксимиристиновая и изобутилуксусная кислоты, ряд сложных эфиров, терпены, фенолы, непредельный спирт состава $C_7H_{11}O_4$.

Прочие вещества

a) Пектины — содержатся в значительных количествах—от 10 до 20% на сухое вещество.

b) Холин — около 0,07% на сухое вещество листьев.

c) Ферменты: амилаза, сахараза, глюколаза, пектаза, фосфатаза, пептидаза, эстеразы, трипсин, карбоксилаза, оксидазы, каталаза, кетоальдегидмутаза и некоторые другие.

Свекла сахарная — Beta vulgaris

Химический состав корней сахарной свеклы (в процентах на сырое вещество)

Вода	Белки и другие азотистые вещества	Сахар тростниковый	Клетчатка	Эфирный экстракт (эфиры и фитостерины)	Зола
75—80	1,5	15—21 (среднее около 17)	1,0—1,5	0,1—0,2	0,75

Сахара	Азотистые вещества	Прочие вещества
Кроме тростникового сахара, в сахарной свекле найдены инвертированный сахар—0,05—0,13%, трисахарид рафиноза—около 0,02%	Около половины всего азота составляют белки, остальное приходится на амиды, основания (бетаин)—около 0,03% N, аминокислоты и нитраты. Последние в некоторых случаях накапливаются в свекле в сравнительно больших количествах. Небелковый азот (аминокислоты, основания), так называемый «вредный азот», препятствует кристаллизации сахара. 1 весовая часть вредного азота задерживает кристаллизацию 25 весовых частей сахара.	1) Пектин—содержится в корнях свеклы в значительном количестве. 2) Органические кислоты — щавелевая, лимонная, яблочная и некоторые другие. 3) Окислительные ферменты, вызывающие потемнение сока свеклы при соприкосновении его с воздухом.

Химический состав листьев и семян сахарной свеклы (в процентах)

	Вода	Белки и другие азотистые соединения	Безазотистые экстрактивные вещества	Жир	Клетчатка	Зола
Листья	83,4—87,0	2,3—3,0	5,8—7,4	0,4	1,6	1,42
Семена	10	12,3	25—33	5,5	30—40	—

Картофель — Solanum tuberosum

Клубни

Средний химический состав клубней картофеля

(в процентах на сырой вес)

Вода	Сухое вещество	Растворимых в воде веществ	Общий азот	Растворимый азот	Амидный азот	Сырая клетчатка	Крахмал	Сахара	Декстрины	Жир	Зола
74,4	25,6	3,2	0,324	0,270	0,118	0,7	16,6	0,27	0,16	0,1	1,08

Крахмал. Содержание крахмала в клубнях картофеля в зависимости от сорта и условий местопроизрастания обычно колеблется в пределах 14—22%. Очень редки случаи, когда содержание крахмала падает до 8—9% или, наоборот, повышается до 30%.

Сахара. Содержание сахаров в клубнях часто заметно повышается при неблагоприятных условиях хранения: были отмечены случаи, когда содержание сахаров в клубнях при низкой температуре хранения доходило до 5%, в том числе до 3% редуцирующих сахаров. При сушке картофеля также происходит увеличение содержания в нем сахаров.

Пектиновые вещества играют роль цементирующего материала, склеивающего отдельные клеточные волокна клубня и придающего прочность тканям.

Азотистые вещества. Белки картофеля представлены в основном глобулином туберином; в небольшом количестве имеются также альбумины и протеозы.

Амидный азот представлен главным образом асапарагином.

Глюкозид соланин. В нормальных здоровых клубнях содержание соланина колеблется от 2 до 10 мг на 100 г сырого картофеля. По Бомеру и Маттису, картофель, содержащий около 20 мг соланина на 100 г сырого продукта, может вызвать болезненное состояние при потреблении его в пищу. Наблюдались многочисленные случаи заболеваний людей и животных, потреблявших картофель с повышенным содержанием соланина. Повышенное содержание соланина отмечено в недозрелых клубнях и в позеленевших под влиянием света клубнях.

Имеются указания, что на содержание соланина в клубнях оказывают влияние метеорологические условия и влажность почвы; при возделывании картофеля в сухой почве содержание соланина в нем повышается.

Из отдельных частей клубня больше всего соланина содержится в кожуре. Много соланина также и в ростках.

Ферменты — окислительные (тирозиназы) и протеолитические ферменты.

Потемнение картофеля обусловлено действием тирозиназы, окисляющей тирозин с образованием темноокрашенных продуктов.

Витамины: *A*, *B*, *C*.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ

Растения	Вода	Белки и другие азотистые вещества	Сахара (общее количество)	Прочие углеводы	Клетчатка	Жир	Зола	Примечания
1. Капуста белокочанная	90,1	1,83	1,92	1,92	1,65	0,18	1,18	Относительно много органически связанной серы (0,03—0,05%)
2. Капуста цветная	90,9	2,48	1,21	1,21	0,91	0,34	0,83	То же (0,09%).
3. Батат	69,0	2,08	5,6 после инвертирования	18,7	2,62	1,00	1,15	В основном углеводы представлены в форме крахмала
4. Земляная груша (топинамбур) . .	79,1	1,89	3,0	13,4	1,25	0,18	1,16	Основной массой углеводов являются левулин и инулин
5. Брюква	88,9	1,39	7,4	—	1,4	0,18	0,74	Глюкоза — в значительном количестве глюкозид глюконапин, распадается при гидролизе на глюкозу и кротоновое горчичное масло, придающее аромат брюкве
6. Репа	90,7	1,50	3,3	2,8	1,4	0,24	0,76	Глюкозид глюконаструцин, распадающийся при гидролизе на глюкозу и фенилэтил-горчичное масло $C_6H_5C_2H_4NCS$, обусловливающий запах репы.
7. Редис	93,3	1,23	0,9	2,3	0,75	0,15	0,74	Серосодержащие эфирные масла.
8. Морковь	86,7	1,2	6,4	2,7	1,67	0,29	1,03	Эфирное морковное масло, состоящее из сесквитерпена (35%), терпенов (14%), эфиров уксусной и муравьиной кислот (7,9%), свободных кислот, твердого спирта $C_{15}H_{26}O_2$. Красящее вещество—каротин $C_{40}H_{56}$.

Химический состав овощных растений (продолжение)

Растения	Вода	Белки и другие азотистые вещества	Сахара (общее количество)	Прочие углеводы	Клетчатка	Жир	Зола	Примечания
9. Сельдерей . . .	90,5	1,34	0,8	5,1	1,01	0,27	0,97	Найден маннит. Эфирное масло во всех частях растения, особенно много в семенах
10. Петрушка—листья	85,0	3,66	0,75	6,7	1,45	0,72	1,68	Глюкозид апиин $C_{26}H_{27}O_{14}$, в значительном количестве. Эфирное масло, основной составной частью которого является фенольный эфир апиоль $C_{12}H_{14}O_4$.
11. Свекла столовая .	88,0	1,26	6,3	2,4	0,9	1,26	1,04	Красящее вещество из группы антоцианинов в красной свекле.
12. Огурцы (Московская обл.)	95,2	0,75—0,95	1,0—2,2	0,3—1,7	0,4—0,5	—	0,39—0,57	
13. Тыква—мякоть .	91,9	0,8	5,75		0,95	0,1	0,55	
» кожура .	85,0	2,08	7,8	—	3,7	0,6	0,83	
14. Арбуз—мякоть .	87,91	0,76	7,11	—	0,4	0,6	0,36	Распределение сахаров в арбузах: фруктоза—от 2,92 до 4,90% глюкоза » 1,10 » 3,38% сахароза » 0,24 » 2,63%
15. Дыня	84,8—96,2	0,3—1,1	1,3—10,8 и больше	—	0,15—0,74	0,1—0,48	0,3—0,9	В сахарах преобладают дисахариды.
16. Томаты	93,5	0,95	3,6	0,5	1,00	0,28	0,74	Органические кислоты; общая кислотность по яблочной кислоте 0,3—0,5%. Очень много витамина *С*.

Растения	Вода	Белки и другие азотистые вещества	Сахара (общее количество)	Прочие углеводы	Клетчатка	Жир	Зола	Примечания
17. Баклажаны . . .	93,2	1,08	3,94		1,15	0,09	0,50	
18. Перец стручковый	89,6	1,49	5,44		1,80	0,95	0,69	Капсаицин $C_{18}H_{28}NO_3$ — вещество фенольного характера, придает острый вкус перцу. Эфирные масла
19. Салат кочанный .	95,4	1,43	0,1	1,6	0,54	0,24	0,77	
20. Шпинат	93,3	2,28	2,83		0,75	0,27	2,00	Сравнительно много органически связанного железа
21. Укроп (листья, черешки, цветы) .	83,8	3,48	7,30		2,08	0,88	2,42	Эфирное масло, важнейшей составной частью которого является карвон. Содержание карвона в эфирном масле из листьев укропа—16%, в эфирном масле из семян укропа—40—60% карвона.
22. Лук репчатый . .	84—88	3,1 (значительные колебания—от 1,1 до 5,4)	2,7—5,4	4,7	0,6—1,4	1—0,3	0,5—0,9	Эфирное масло, придающее луку острый вкус,—0,03—0,055%. Главной составной частью масла является дисульфид $C_6H_{12}S_2$
23. Чеснок (без наружной обертки) .	64,7	6,76	следы	26,3	0,77	0,06	1,44	Эфирные масла, состоящие из дисульфидов и трисульфида $C_6H_{10}O_3$
24. Спаржа	93,7	1,95	0,47	2,40	1,15	0,14	0,64	—

СРЕДНИЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ (в процентах)

Плоды	Вода	Растворимые вещества	Общий сахар	Сахароза	Инвертный сахар	Глюкоза	Фруктоза	Кислотность	Азотистые вещества	Дубильные вещества	Клетчатка	Зола
Яблоки (среднее)	82,3	15,5	11,9	3,0	8,7	3,8	8,1	0,59	1,28	0,07	1,0	0,33
Груши	80,1	15,4	10,3	1,3	9,0	2,4	7,9	0,27	0,41	0,03	2,6	0,35
Абрикосы	86,3	11,5	7,0	3,5	3,2	4,1	2,9	1,27	1,02	0,07	0,8	0,67
Персики	83,4	14,2	9,5	6,3	2,9	5,1	4,4	0,96	0,64	0,10	0,95	0,58
Сливы—венгерки	82,7	14,6	8,6—11,6	3,0	5,5	5,0	3,6	0,70	0,65	0,07	0,56	0,48
Черешни	81,7	17,0	11,8	0,6	11,2	6,7	5,0	0,58	0,83	0,10	0,33	0,49
Вишни	84,6	15,2	8,7	0,3—0,8	8,4	4,6	3,8	1,80	0,98	0,18	0,27	0,50
Виноград (разные сорта) . .	75—82 (иногда до 85)	—	14—22 (содержание сахаров в виноградном соке колеблется от 10 до 30%)	—	14—22	8—4	9—12	0,3—1,5 (по винной кислоте) иногда кислотность сока доходит до 2,1%	0,3—1,4	—	0,25	0,3—0,7
Крыжовник . . .	85,4	9,7	5,0	0,4	4,7	2,2	2,70	1,90	0,94	0,09	2,70	0,51
Смородина черная	78,7	14,7	—	0,24	7,7	3,6	4,7	2,52	0,73	0,39	3,76	0,73
Земляника (различные сорта подмосковного района)	90,3	7,8	5,4	0,7	4,8	—	—	1,30	1,03	0,20	1,48	0,54
Малина	80,4	10,7	5,5	0,1	5,4	2,4	2,8	1,90	1,17	0,26	5,97	0,53

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЦИТРУСОВЫХ ПЛОДОВ (в процентах)

	Вода	Инвертный сахар	Сахароза	Общий сахар	Лимонная кислота	Азотистые вещества	Зола
Апельсины—мякоть (мякоть плодов составляет около 71% от общего веса плода)	84,3	2,8	2,9	5,7	1,35	1,08	0,43
Мандарины—мякоть	81—85	2,0—5,7	0,25—5,7	2,25—11,7	0,2—1,3	—	—
Лимоны—мякоть	78—88	2—3,2	0,1—0,7	2—3,8	5—8 и больше	0,7—1,14	0,42—0,78

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОРМОВ И ИХ ПИТАТЕЛЬНОЕ ДОСТОИНСТВО

(по И. С. Попову и Г. М. Елкину)

Название кормов	Химический состав корма (в %)							Коэфициент переваримости				
	Воды	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ	Золы	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ
Зеленый корм												
Трава горных пастбищ	75,0	3,0	2,6	0,8	7,0	11,8	2,3	65	—	50	59	68
» лесных »	75,8	2,5	2,0	0,8	7,2	12,0	1,7	43,8	44,1	27,7	52,8	54,6
» луговая (в среднем)	74,0	4,1	3,5	0,9	6,0	12,4	2,6	69	65	45	57	74
Стерня	46,8	6,7	5,4	2,3	14,9	21,3	8,0	34	28	36	54	46
Трава заливного луга	75	1,9	1,8	0,9	7,0	13,3	1,9	65	—	50	59	68
» лесная (в среднем)	72,0	2,7	2,3	0,9	7,6	14,9	1,9	43,8	44	27,7	52,8	54,6
» суходольного луга (в среднем)	71,6	3,3	—	1,0	7,9	13,9	2,3	65	—	50	59	68
Житняк 3- и 4-летний	60,6	6,3	4,4	1,1	11,6	17,5	2,9	57	—	23	50	53
Костер	66,4	3,7	2,9	0,8	12,4	12,7	4,0	47	—	55	—	62
Кукуруза (в среднем)	78	2,5	—	0,7	5,9	11,1	1,8	52,6	—	66,7	—	70,3
Лисохвост	78,8	2,8	2,4	0,8	6,3	9,6	1,7	72	—	57	—	73
Овсяница	67,8	2,0	1,5	0,7	11,7	15,9	1,9	53	—	50	—	63
Райграс	69,7	3,3	2,2	0,9	10,0	14,0	2,1	62	—	50	58	69
Суданка (в среднем)	74,3	3,4	2,5	0,8	7,0	12,3	2,2	44	—	57	—	64
Тимофеевка	62,9	2,9	2,5	0,9	11,8	19,4	2,1	52	—	50	52	63
Вика	65,0	4,9	3,5	1,0	8,1	17,8	3,1	69	—	60	45	68
Горох	76,2	3,6	—	0,7	6,1	11,4	2,0	73	—	60	51	63
Клевер красный	78,0	3,6	3,0	0,9	5,7	10,0	1,8	74	—	71	58	79
Люцерна	74,3	5,4	3,8	0,7	6,7	10,2	2,7	73	—	40	—	60
Эспарцет	77,9	4,4	—	1,5	5,4	9,6	1,2	66	—	50	43	62
Вика-овес	77,4	3,4	—	0,8	6,4	10,1	1,9	70	44	60	45	68
Клевер — тимофеевка	74,5	2,8	2,2	0,7	7,6	12,9	1,5	63	47	63	52	67
Люцерна—житняк	64	6,8	5,0	0,9	9,7	15,4	3,2	65	—	39	—	62
Подсолнечник	80,2	1,9	—	0,7	5,1	9,8	2,3	50	—	67	—	60
Ботва брюквы	83,5	2,4	1,6	0,5	2,2	6,2	5,2	68	—	40	53	79

Химический состав кормов (продолжение)

Название кормов	Химический состав корма (в %)							Коэфициент переваримости				
	Воды	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ	Золы	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ
Ботва картофеля	79,7	3,6	2,7	0,7	3,0	9,8	3,2	56		29	43	61
» кормовой свеклы	86,6	3,1	1,7	0,4	1,6	5,5	2,8	67		50	56	76
» моркови	78	3,3	2,6	0,5	3,1	11,4	3,7	65		56	56	66
» полусахарной свеклы	82,7	2,7	2,2	0,6	3,2	6,1	4,7	72,3	68,6	51,9	73	83,3
» сахарной свеклы	73,9	3,5	2,7	1,2	4,2	9,5	7,7	72,3	68,6	51,9	73	83,3
» турнепса	83,5	2,2	1,6	0,5	2,3	6,2	5,3	68		40	53	79
Капустный лист	87,0	2,0	1,5	0,4	1,6	7,1	1,9	71		33	72	76
Сено												
Луговое	16	8,1	—	2,5	25,0	42,1	6,3	50		30	52	53
Лесное	16	8,5	—	2,6	23,8	42,4	6,7	40	38	52	48	60
Заливное (в среднем)	16,7	8,6	—	2,6	24,4	41,0	6,7	49		41	49	57
Житняковое	12,0	8,8	6,9	2,6	27,6	42,9	6,1	62	54	39	52	65
Степное, мелкое, целинное	12,6	9,3	—	3,0	27,3	40,7	7,1	53,0	47,0	42,0	51,0	57,0
Болотное	17,0	7,9	—	2,5	24,4	42,1	6,1	49,0	44	48,0	48,0	47,0
Осоковое	17,0	7,9	—	2,6	25,4	41,2	5,9	45	47	50	47	49
Лисохвост	16	7,5	—	2,2	27,3	40,9	6,1	56	—	42	60	60
Овсяница луговая (в среднем)	13	7,7	—	2,1	27,8	40,9	8,5	52	—	54	67	59
Райграс французский (в среднем)	16	7,1	—	2,2	27,0	41,1	6,6	50	—	30	53	54
Тимофеевка	16	7,4	—	2,2	26,5	42,8	5,1	51	—	55	53	62
Виковое (в среднем)	18,0	15,4	—	2,3	24,6	33,5	6,3	66,0	—	60,0	50,0	60,0
Донниковое (в среднем)	15,0	12,7	—	4,2	22,4	38,4	7,3	77,0	—	55,0	29,0	69,0
Клеверное (в среднем)	20,0	10,2	—	2,8	24,7	37,0	5,9	57,0	—	54,0	45,0	60,0
Люцерновое (в среднем)	14,5	16,3	—	2,5	24,0	33,8	8,9	71,0	—	38,0	43,0	72,0
Эспарцет (в среднем)	16,0	13,5	—	2,6	21,7	40,4	5,8	71,0	—	66,0	43,0	74,0
Вика-овес (в среднем)	16,0	12,3	—	2,4	25,6	36,0	7,7	56	—	51	51	64
Клевер —тимофеевка (в среднем)	19,0	8,6	—	2,1	26,4	38,6	5,3	60	—	53	47	64

Химический состав кормов (продолжение)

Название кормов	Химический состав корма (в %)							Коэффициент переваримости				
	Вода	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ	Золы	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ
Солома												
Овсяная	16,0	3,9	—	1,8	33,9	38,6	5,8	34,0	—	31,0	54,0	46,0
Пшеничная яровая (в среднем)	16,5	4,8	—	1,6	33,2	38,0	5,9	23,0	—	31,0	50,0	37,0
» озимая	16,0	5,1	—	1,8	36,4	35,1	5,6	17,0	—	33,0	50,0	37,0
Рисовая	16,0	4,8	—	1,4	25,6	39,8	12,4	46,0	—	46,0	57,0	32,0
Ржаная озимая	16,0	3,1	—	1,5	38,2	37,0	5,2	19,0	—	31,0	50,0	40,0
Ячменная	16,0	4,4	—	1,8	33,6	38,8	7,1	26,0	—	39,0	54,0	53,0
Виковая	16,0	5,6	—	1,8	35,5	34,0	7,4	42,0	—	33,0	39,0	51,0
Вико-овсяная	16,0	7,6	6,0	1,0	29,2	38,6	7,6	38,0	—	32,0	47,0	49,0
Гороховая	16,0	7,4	—	2,0	37,2	30,2	6,5	48,0	—	44,0	39,0	55,0
Солома гречишная	16,0	5,0	—	1,6	33,6	37,4	6,4	46,0	—	42,0	45,0	52,0
Мякина												
Овсяная (в среднем)	16,7	7,9	—	2,9	22,4	39,5	10,6	38,0	—	32,0	51,0	48,0
Просяная (в среднем)	12,0	8,0	—	2,7	26,0	41,1	10,2	35,0	—	32,0	47,0	47,0
Пшеничная »	16,0	7,5	—	2,3	25,5	38,2	10,5	30,0	—	30,0	48,0	45,0
Ржаная (в среднем)	16,0	7,1	—	2,7	26,2	38,4	9,6	31,0	—	31,0	50,0	39,0
Корни и клубни												
Брюква (в среднем)	87,7	1,2	0,7	0,2	1,2	9,0	0,7	80	—	—	69	93,0
Картофель сырой	76,9	2,1	1,5	0,1	0,6	19,1	1,1	76,0	—	—	—	90,0
Морковь кормовая	87,6	1,1	0,8	0,2	1,3	8,8	1,0	67,0	—	50	54,0	96,0
Свекла кормовая (в среднем)	86,4	1,4	0,7	—	1,0	10,2	1,0	70,0	—	—	37,0	95,0

Химический состав кормов (продолжение)

Название кормов	Химический состав корма (в %)							Коэфициент переваримости				
	Воды	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ	Золы	Сырого протеина	Белка	Жира	Клетчатки	Безазотистых экстрактивных веществ
Турнепс (в среднем)	91,0	1,0	0,7	0,1	1,1	6,0	0,8	67,0	—	—	36,0	92,0
Тыква (в среднем)	89,7	1,4	—	0,4	1,3	6,6	0,6	78,0	—	50,0	65,0	90,0
Зерна и семена												
Овес полноzерный сухой	13,0	11,0	10,8	5,3	6,8	60,9	3,0	76	—	83	32	80
Ячмень средний, 4-рядный степной сухой	13,0	12,0	11,4	2,1	5,5	64,6	2,8	70,0	—	90,0	33	92
Кормовые продукты и остатки технических производств												
Жмых конопляный стандартный	11,0	31,0	29,6	7,7	24,7	17,7	7,9	75	—	90	8	57
» » заводской нестандартный	11,0	28,9	27,8	10,3	22,2	19,8	7,7	75	—	90	8	57
Жмых льняной стандартный	11,0	30,8	28,7	6,8	10,1	34,6	6,7	86	—	92	49	81
» » нестандартный	11,0	27,2	—	6,5	9,5	37,3	8,5	86	—	92	49	81
» » средне обезжиренный	11,0	30,2	28,2	10,0	9,3	32,9	6,6	86	—	92	49	81
Жмых подсолнечниковый стандартный (заводской с малым содержанием лузги)	11,0	38,8	36,2	8,4	12,4	23,0	6,4	92	—	90	26	70
Жмых хлопчатниковый	8,0	40,8	—	7,2	9,9	28,0	6,1	84	—	95	37	75

БЕЛКИ РАСТЕНИЙ

Классификация растительных белков

В основе классификации белков лежит подразделение их на группы по совокупности физических признаков (в первую очередь по отношению белков к различным растворителям) и химических свойств.

Ниже приводится схема классификации белков, позаимствованная из книги Осборна «Растительные белки».

I. **Простые белки** дают при гидролизе смесь аминокислот.

1. Альбумины. — Растворимы в воде и свертываются при кипячении. Встречаются в растениях обычно в небольшом количестве.

2. Глобулины. — Нерастворимы в чистой воде и в слабых кислотах, растворимы в слабых растворах нейтральных солей, высаливаются крепкими растворами солей без изменения своих свойств. Глобулины являются наиболее распространенными белками семян растений. Они могут быть выделены в кристаллической форме.

3. Глютелины. — Нерастворимы в воде и в солевых растворах, растворимы в слабых щелочах Глютелины содержатся в семенах различных злаков: есть указания на наличие глютелина в семенах хлопчатника, дыни и гречихи.

4. Проламины — Нерастворимы в воде и в солевых растворах, растворимы в щелочах и в 70—90% спирте, дают при гидролизе относительно большое количество пролина и амидного азота. Проламины содержатся в семенах всех злаков, за исключением риса. В семенах других семейств проламины не были обнаружены.

5. Альбуминоиды. — Нерастворимы ни в одном из упомянутых здесь растворителей. Найдены в плазмодиях миксомицетов в форме так называемых пластинов.

6. Гистоны.— Дают при гидролизе большое количество основных аминокислот. Из растительных белков только эдестан, выделенный из препаратов эдестина конопли, дает реакции, сходные с реакциями, характерными для гистонов, хотя до сих пор определенная связь между эдестаном и гистонами не установлена.

7. Протамины. — Обладают резко выраженными основными свойствами; в растениях до сих пор не были обнаружены.

II. **Сложные белки** — при гидролизе их наряду с аминокислотами отщепляются и другие вещества, составляющие так называемую простетическую группу. В качестве простетической груп-

пы в различных сложных белках встречаются: глюкозамин, нуклеиновая кислота, хромогенная группа, фосфорная кислота, лецитин.

1. Нуклеопротеиды — соединение белка с нуклеиновой кислотой. Согласно существующим представлениям, развитым Осборном, Бенгом, нуклеопротеиды являются нуклеатами белка, образующимися в результате взаимодействия белков с нуклеиновой кислотой в процессе экстракции и осаждения белка; существование же нуклеопротеидов, как таковых, в нетронутых клетках отрицается.

2. Глюкопротеиды — соединения белка с углеводной группой, глюкозамины. Относительно распространения глюкопротеидов в растениях почти нет достоверных данных.

3. Фосфопротеиды — соединения белка с фосфорной кислотой. Согласно Осборну, достаточно веских доказательств, говорящих о существовании фосфопротеидов в растениях, до сих пор не было получено; если фосфорсодержащие белки и встречаются в растениях, то лишь в очень небольшом количестве.

4. Хромопротеиды — соединения белка с хромогенной группой (флавоны и т. п.). Белки из листьев и корней, повидимому, могут быть связаны с красящими веществами; во всяком случае эти белки могут быть освобождены от красящих веществ только после длительной и сложной обработки. Есть известные основания предполагать, что растительные пигменты — хлорофилл, флавоны, фикоэритрин — связаны в клетке с белком, образуя соединения, подобные гемоглобину и гемоцианину животных. Прямых доказательств в пользу этого предположения пока не имеется.

5. Лецитопротеиды — соединения белка с лецитином. Достаточных доказательств их существования в растениях пока не имеется.

III. **Производные белков.**

а) Первичные производные белков.

1. Протеины.
2. Метапротеины.
3. Коагулированные белки.

b) Вторичные производные белков:

1. Протеозы. Продукты, близкие по растворимости к протеозам, часто находили в вытяжках семян, после того как все другие белки из этих вытяжек были удалены. До сих пор не вполне выяснено, содержатся ли протеозы, как таковые, в семенах растений или же они получаются в результате воздействия протеолитических ферментов на растения.

2. Пептоны. Так же как и относительно протеоз не выяснено, существуют ли пептоны, как таковые, в растениях или же они являются продуктами ферментативного воздействия.

3. Пептиды. Из белков семян Осборном и Кляппом был получен дипептид пролина и фенилланина из смеси продуктов разложения глиадина при гидролизе его 25% серной кислотой.

Элементарный состав растительных белков (в процентах)

	C	H	N	S
Эдестин конопли	51,28	6,85	18,8	0,88
Эксцельсин американского ореха	52,20	6,96	18,3	1,08
Глобулин семян тыквы	51,66	6,89	18,51	0,88
Глобулин семян клещевины	51,31	6,97	18,75	0,76
Глобулин семян льна	51,48	6,94	18,60	0,81
Глобулин семян хлопчатника	51,71	6,86	18,64	0,62
Амандин миндаля	51,40	6,90	19,00	0,44
Кирилин лесного ореха	51,42	6,74	19,95	0,55
Глобулин кокоса	51,23	6,90	18,48	1,06
Фазеолин фасоли	52,66	6,93	15,83	0,36
Легумин гороха	51,74	6,90	17,78	0,42
Вицилин гороха	52,36	7,03	17,40	0,18
Легумелин гороха	53,31	6,99	16,30	0,06
Легумин вики	51,69	6,99	18,92	0,43
Глицинин сои	52,12	6,93	17,53	0,79
Легумелин сои	53,06	6,94	16,14	1,17
Вигнин Vigna sineusis	52,64	6,95	17,25	0,50
Конглютин синего люпина	50,84	6,80	17,69	0,32
Конглютин α желтого люпина	51,74	6,87	17,69	0,63
Конглютин β желтого люпина	49,91	6,81	18,40	1,67
Лейкозин пшеницы	53,01	6,83	16,93	1,30
Лейкозин ржи	52,97	6,79	16,66	1,35
Лейкозин ячменя	52,81	6,78	16,62	1,47
Глобулин пшеницы	51,03	6,85	18,39	0,69
Глобулин ржи	51,08	6,85	18,39	0,69
Глобулин ячменя	50,88	6,65	18,10	—
Глобулин маиса	51,99	6,81	18,02	0,66
Глобулин овса	52,22	6,98	17,82	0,77
Глютенин пшеницы	52,34	6,83	17,49	1,08
Глиадин пшеницы	52,72	6,86	17,66	1,03
Глиадин ржи	52,75	6,84	17,72	1,21
Гордеин ячменя	54,29	6,80	17,21	0,83
Зеин кукурузы	55,23	7,26	16,13	0,60
Глютенин кукурузы	51,26	6,72	15,82	0,40
Авенин овса	53,01	6,91	16,43	2,25

Аминокислотный состав белков

(в про-

Растение	Белки	Глицин	Аланин	Валин	Лейцин	Пролин
Горох	Легумелин	0,5	0,9	0,7	9,6	4,0
»	Легумин	0,4	2,1	—	8,0	3,2
»	Вицилин	0,0	0,5	0,2	9,4	4,1
Соя	Белки семени	1,0	—	—	—	3,78
»	Глицинин	1,0	—	0,7	8,5	3,8
Фасоль	Фазеолин	0,6	1,8	1,04	9,65	2,77
Люпин	Конглютин	0,8	2,5	1,1	6,8	2,6
Вика	Легумин	0,4	1,2	1,4	8,8	4,4
Рожь	Глиадин	0,13	1,3	—	6,3	9,8
»	Глютелин	—	—	—	—	—
Ячмень	Гордеин	0,0	0,43	0,13	5,67	13,7
Овес	Глютелин	1,0	2,5	1,8	15,0	5,4
Кукуруза	Зеин	0,0	9,8	1,9	25,0	8,9
Рис	Оризенин	—	—	—	—	—
»	Глобулин 1	следы	4,1	3,6	6,0	5,5
Пшеница	Глютелин	0,9	4,7	0,2	6,0	4,2
»	Глиадин	0,0	2,0	3,3	6,6	13,2
»	Глобулин	следы	4,1	3,6	6,0	5,5
Сорго	Кафирин	0,0	8,1	4,3	15,4	7,8
Гречиха	Глобулин	—	—	—	—	—
Подсолнечник	Глобулин	—	—	—	—	5,26
Лен	Глобулин	—	—	—	—	—
Хлопчатник	Глобулин	—	—	—	—	—
Конопля	Эдестин	3,8	3,6	—	20,9	1,7
Кунжут	Глобулин	—	—	—	—	—
Тыква	Глобулин	0,6	1,9	0,3	7,3	2,8
Миндаль	Амандин	0,5	1,4	0,2	4,5	2,4
Земляной орех	Арахин	0,0	4,1	1,1	9,3	1,4

важнейших с.-х. растений

центах)

Фенилала-нин	Аспарагиновая кислота	Глютаминовая кислота	Серин	Тирозин	Цистин	Лизин	Гистидин	Аргинин	Триптофан	Аммиак
4,8	1,1	13,0	—	1,6	—	3,0	2,3	5,5	—	1,3
3,8	5,3	17,0	0,5	1,6	0,8	5,0	1,7	11,7	1,8	2,0
3,8	5,3	21,3	—	2,4	0,6	5,4	2,2	8,9	0,2	2,0
3,9	3,9	19,5	—	1,9	—	2,7	1,4	5,1	+	2,6
3,9	9,4	18,5	—	1,9	1,2	9,1	1,4	8,1	1,7	2,3
3,25	5,24	14,54	0,38	2,84	+	4,58	2,62	4,89	+	2,06
3,1	3,0	6,5	—	+	+	2,7	2,5	10,9	—	—
2,9	3,2	18,3	—	2,4	—	4,0	2,9	11,1	—	2,1
2,7	0,25	37,8	0,1	1,2	2,6	0,0	0,4	2,2	+	5,1
—	—	—	—	4,49	1,79	6,18	4,46	13,61	1,80	—
5,03	—	36,35	—	1,67	—	+	1,28	2,16	—	4,87
3,2	4,0	18,4	—	1,5	3,0	5,0	2,3	8,3	—	—
7,6	1,8	31,3	1,0	5,2	0,9	0,0	0,8	1,8	0,0	3,6
—	—	—	—	5,3	2,4	4,7	2,4	11,1	2,5	2,2
2,1	5,1	19,1	1,8	5,6	2,1	7,1	2,4	7,9	2,7	1,6
2,0	2,0	25,7	0,7	4,3	1,6	1,9	1,8	4,7	1,7	4,0
2,3	0,8	43,0	0,1	3,3	1,6	1,2	2,2	3,0	1,4	5,2
2,1	6,1	19,1	1,8	3,7	1,5	11,8	2,8	14,1	2,9	1,6
2,3	2,3	21,2	—	5,5	0,6	1,0	1,1	1,6	0,9	3,5
—	—	—	—	—	2,5	7,9	0,6	13,0	2,7	—
—	—	21,8	—	—	1,6	1,8	14,29	9,1	2,5	2,6
—	—	—	—	—	1,07	3,68	6,14	15,92	—	10,86
—	—	17,6	—	—	1,1	2,1	3,5	13,5	2,6	1,9
2,4	10,2	19,2	0,3	2,1	1,0	2,2	2,1	15,8	2,5	1,9
—	—	—	—	4,72	1,61	5,43	2,68	15,07	2,74	—
3,3	3,3	12,4	—	3,1	1,4	3,7	4,5	15,7	3,0	1,6
2,5	5,4	23,1	—	1,1	0,9	0,7	1,6	11,9	1,4	3,7
2,6	5,6	19,	—	5,5	1,1	5,0	1,9	13,5	0,9	2,0

Формы азота в различных белках

(по Осборну)

Белок	Источник	Общий N белка	Основной N	Неоснóвной N	N аммиака
1. Глобулин	Семена тыквы	18,51	5,97	11,04	1,28
2. Эдестин	» конопли	18,69	5,91	10,78	1,88
3. Корилин	Лесной орех	19,00	5,75	10,89	2,20
4. Глобулин	Семена хлопчатника	18,64	5,71	11,01	1,92
5. »	» клещевины	18,75	5,64	11,03	1,96
6. Юглясин	Грецкий орех	18,84	5,41	11,50	1,78
7. Конглютин α	Люпин	17,90	5,20	10,40	2,12
8. Конглютин β	»	18,21	5,13	10,29	2,65
9. Легумин	Горох	18,04	5,11	11,10	1,68
10. »	Чечевица	18,06	5,16	11,10	1,69
11. »	Конские бобы	18,06	4,92	11,41	1,62
12. »	Вика	18,02	5,17	10,92	1,75
13. Глобулин	Семена льна	18,48	4,77	11,49	2,00
14. Вицилин	Горох	17,05	4,92	10,22	1,70
15. »	Чечевица	17,24	4,59	10,77	1,75
16. »	Конские бобы	17,04	4,53	10,35	1,93
17. Вителлин	Желток яйца[1]	16,23	4,36	10,04	1,29
18. Глобулин	Подсолнечник	18,58	4,27	11,50	2,57
19. Фазеолин	Фасоль	16,20	3,62	10,56	1,69
20. Глицинин	Сон	17,45	3,95	11,27	2,11
21. Легумелин	»	16,09	3,08	11,44	1,18
22. »	Чечевица	16,06	3,59	10,97	1,08
23. »	Конские бобы	15,92	3,42	11,10	0,97
24. Лейкозин	Пшеница	16,93	3,50	11,84	1,16
25. Казеин[1]	Коровье молоко	15,62	3,49	10,31	1,61
26. Яичный альбумин[1]	Белок яйца	15,51	3,20	10,68	1,34
27. Глютенин	Пшеница	17,49	2,05	11,95	3,30
28. Глиадин	»	17,66	1,09	12,17	4,33
29. »	Рожь	17,66	0,91	12,56	4,08
30. Гордеин	Ячмень	17,21	0,77	12,20	4,01
31. Зеин	Маис	16,13	0,49	12,51	2,97

[1] Приводится для сравнения с растительными белками.

ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАСЕЛ ИЗ СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ С.-Х. РАСТЕНИЙ

	Удельный вес $d\frac{15}{15}$	n 20° D	$t°$ застывания в °С	Число омыления	Число иодное	Число кислотное
Масло из семян подсолнечника	0,924 —0,9265	1,4736—1,4754	16—19,5	183,3 —196,0	104,0 —144,0	0,1—11,0
Льняное масло . .	0,930 —0,938	1,4782—1,4847	16—27,8	186,1 —195,2	154,0 —202,2	0,55—3,5—6,0
Конопляное масло	0,9252—0,9285	1,4617—1,4789	—	187,70—202,20	140,50—167,00	0,57—6,59
Хлопковое масло	0,9229—0,9316	—	—	191,0	94,17—112,6	0,35—17,50
Белая горчица . .	0,9112—0,9240	1,4704—1,4743	6—16	169,33—184,90	92,00—122,00	0,31—4,76
Сарептская горчица	0,9116—0,9210	1,4723—1,4753	11—14	172,00—183,50	92,40—119,60	0,00—3,04
Черная горчица . .	0,9157—0,9212	1,4729—1,4739	15—18	173,00—182,80	95,40—122,30	0,17—2,60
Рапс	0,9110—0,9210	1,4723—1,4748	5—12	167,70—185,00	94,00—112,16	0,13—11,00
Рыжик	0,9187—0,9330	1,4748—1,4782	15—19	181,20—188,10	121,90—155,00	0,25—13,20
Клещевина	0,948 —0,974	1,477 —1,4803	10—18	172,9 —187,0	80,53—90,00	0,98—6,8
Арахис	0,911 —0,926	1,4676—1,4734	0—3	182,48—206,70	82,7 —105,0	0,03—2,24
Сафлор	0,920 —0,928	1,4740—1,4772	13—20	177—203	115,1 —155,2	0,781—5,763
Кунжут	0,9170—0,9260	66,2—69,2	3—6	186,5 —195,0	103,0 —116,0	1,4—10,0
Соя	0,920 —0,9287	1,4722—1,4755	—	190,0 —212,6	107,0 —137,2	0,0—5,71
Горох	0,9193	1,4766	12	184,5	106,0	6,2
Сорго	0,9173—0,9206	1,4659	—	183,0 —188,0	115,0 —114,0	4,0
Кукуруза	0,921 —0,926	—	—	189,0 —192,6	111,00—130,00	4,8
Пшеница	0,9245—0,9374	1,4745—1,4762	0—15	180,0 —187,0	101,5 —125,6	—
Овес	0,921	—	—	191,4	105,3	34,55

Химические и физические показатели масел (продолжение)

	Число Генера	Число ацетильное	Число Рейхарт Мейсля	Число Поленске	Процент неомыляемых веществ	Кислородное число	Скорость высыхания масла в днях
Масло из семян подсолнечника	93,4 —95,5	14,5—24,8	0,27—0,87	0,25—0,65	0,3—1,2	—	8—23
Льняное масло	94,5 —96,2	15,0—24,1	0,33—0,95	0,62—1,31	0,4—1,9	6,82—16,57	4—10—18
Конопляное масло	94,59—95,80	—	0,35—0,64	—	—	—	—
Хлопковое масло	—	—	0,33	—	—	—	—
Белая горчица	94,23—96,60	13,52—40,37	0,00—1,30	0,29—0,40	0,91—4,60	—	—
Сарептская горчица	94,27—95,60	17,10—27,20	0,67	0,38	0,40—1,40	—	—
Черная горчица	94,16	—	0,00—0,44	—	1,18—3,30	—	—
Рапс	94,42—96,23	0,00—31,00	0,00—0,90	0,22—1,30	0,76—2,20	—	—
Рыжик	94,12—96,97	16,95—24,30	0,22—0,69	0,77—1,16	1,16	—	—
Клещевина	93,0 —96,1	146,00—166,31	0,2—1,4	0,19—0,72	—	—	—
Арахис	94,0 —96,0	—	0,00—1,60	—	0,20—1,20	—	—
Сафлор	90,78—96,96	14,87—27,90	0—1,63	—	0,59—1,25	—	—
Кунжут	95,9 —95,9	9,8—11,5	0,11—1,2	0,15	0,80—1,73	—	—
Соя	94,2 —96,0	—	0,45—0,75	1,08—0,78	0,22—1,73	—	—
Горох	—	—	—	—	—	—	—
Сорго	—	—	0,45	—	5,43	—	—
Кукуруза	—	—	—	—	1,5	—	—
Пшеница	—	—	—	—	4,7	—	—
Овес	39,92	—	0,59	0,32	—	—	—

ФЕРМЕНТЫ

Классификация ферментов

(по Оппенгеймеру, позаимствовано из книги А. В. Благовещенского «Биохимия растений»)

А. *Гидролазы*—ферменты, вызывающие гидролиз сложных органических соединений, т. е. расщепление их на более простые при присоединении элементов воды:

I. Эфиразы. Гидролиз идет по схеме $R \cdot COOR_1 + H_2O = RCOOH + R_1OH$, т. е. расщеплению подвергаются сложные эфиры с освобождением спирта и кислоты.

Сюда относятся:

1. Липаза — расщепляет настоящие жиры на глиперин и жирную кислоту.
2. Лецитаза — отщепляет фосфорную кислоту от лецитина.
3. Хлорофиллаза — отщепляет от молекулы хлорофилла фитол.
4. Танназа — расщепляет таннин.
5. Фосфатаза — расщепляет органические эфиры фосфорной кислоты (инозитофосфорную, глицеринофосфорную кислоты, гексозофосфорный эфир и т. п.).
6. Сульфатаза — расщепляет эфиросерные кислоты.
7. Пектаза — расщепляет пектин.

II. Карбогидразы. Гидролиз идет по схеме $R \cdot O \cdot R_1 + H_2O = ROH + R_1OH$, т. е. расщепляются простые эфиры спиртов.

1. Гексозидазы — расщепляют сахара и их простейшие производные.

а) α-фруктозидазы: фруктосахараза (=сахараза, инвертин, инвертаза) — расщепляют сахарозу, рафинозу и генцианозу.

б) α-глюкозидазы: α-метилглюкозидаза (мальтаза), глюкосахараза.

в) α-маннозидаза.

г) β-глюкозидаза: целлобиаза, амигдалаза, фенолглюкозидаза (пруназа эмульсина).

д) Лактазы и галактозидазы.

е) Арабинозидаза — расщепляет α—*l*-арабинозиды.

ж) Синигриназа (мировин) — расщепляет горчичные масла.

з) Изатаза — расщепляет изатин.

2. Полиазы — расщепляют полисахариды.

а) Амилаза—расщепляет крахмал, гликоген.

б) Инулиназа — расщепляет инулин.

в) Целлюлаза — расщепляет клетчатку.
г) Гемицеллюлаза — расщепляет гемицеллюлозы.
д) Пектиназа — расщепляет пектиновые вещества.
3) Нуклеазы — расщепляют нуклеиновые кислоты.
а) Полинуклеотидазы — расщепляют полинуклеотиды на простые нуклеотиды.
б) Нуклеотидазы — отщепляют фосфорную кислоту от нуклеотидов.
в) Нуклеозидазы — расщепляют связь между сахарами и нуклеиновыми телами.
III. Амидазы и аминоацилазы: гидролиз амидных связей по схеме:

$$R—CO—NH—R_1+H_2O=R\cdot COOH+NH_2R.$$

1. Простые амидазы:
а) Уреаза — гидролизует мочевину до карбоната аммония.
б) Гиппураза (гистозим) — гидролизует гиппуровую кислоту до бензойной кислоты и гликоколя.
в) Аспарагиназа — отщепляет амидную группу от аспарагина.
г) Гуанидиназа — отщепляет аммиак от гуанидина с образованием мочевины.
д) Аллантоиназа — разрывает кольцо в молекуле аллантоина.
2. Аргиназа—разлагает аргинин на мочевину и орнитин.
3. Гистидаза — расщепляет гистидин с образованием глютаминовой кислоты и аммиака.
4. Пуринамидазы — отщепляют амидные группы от пуриновых оснований: аденина, гуанина.
5. Дипептидазы (эрепсин) — расщепляют дипептиды.
6. Полипептидазы (неактивированный трипсин) — расщепляют полипептиды, у которых нет рядом стоящих аминных и карбоксильных групп.
7. Активированный трипсин (трипсин+энтерокиназа, папаин+ +HCN) — расщепляет белки в щелочной среде, сычужное действие.
8. Катепсин (папаин) — расщепляет белки в слабокислой среде, сычужное действие.
9. Пепсин — расщепляет белки в сильнокислой среде, сычужное действие.
10. Тромбин — превращает растворимый фибриноген крови в нерастворимый фибрин.

Б. *Оксидазы и оксидоредуктазы* — ферменты, катализующие перенос кислорода или отнятие водорода:

I. Настоящие оксидоредуктазы:

1. Альдегидазы — катализуют реакцию Канниццаро.

2. Фермент Шардингера — обесцвечивает метиленовую синьку в присутствии альдегидов.

II. Оксидазы — катализуют только окисления.

1. Фенолазы — окисляют ароматические спирты.

2. Пероксидазы — разлагают перекись водорода по типу $H_2O_2 = H_2O + O$.

3. Тирозиназа — окисляет тирозин до ортохинона и меланинов.

4. Люцифераза — окисляет люциферин с явлениями свечения.

5. Предположительные ферменты кислотных брожений: уксуснокислого, молочнокислого, лимоннокислого.

В. *Ферменты брожений* (зимазы, десмолазы)—ферменты, вызывающие глубокий распад углеводов без участия гидролитических процессов:

1. Гликолитический фермент (моносахараза)—глубокий распад моноз.

2. Карбоксилаза — отщепляет углекислоту от кетоновых кислот.

Г. *Каталазы*—разложение перекиси водорода по уравнению $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2$.

Оптимальные температуры для действия ферментов

(по А. В. Благовещенскому)

Фермент	°С	Фермент	°С
1. Липаза клещевины	35	13. Амилаза овса	51—53
2. Хлорофиллаза	25	14. » маиса	56—57
3. Таназа	33	15. » проса	58—59
4. Глицерофосфатаза	35	16. » сорго	62—64
5. Фитаза	56	17. » фасоли	40
6. Сахараза	55	18. Инулиназа	55
7. Мальтаза дрожжей	40	19. Пектаза	30
8. Целлобиаза	46	20. Папаин	65—70
9. Эмульсин миндаля	45—50	21. Уреаза	50
10. Амилаза солода	45	22. Зимаза дрожжей	28—30
11. » риж	49—55	23. Пероксидаза	35—40
12. » гречихи	40		

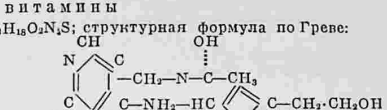
Оптимальные значения pH для действия ферментов

Фермент	Субстрат	pH
1. Липаза клещевины . . .	Оливковое масло (касторовое масло)	5,0
2. » Carica Papaya	Оливковое масло (касторовое масло)	6,0
3. » Aspergillus . . .	Трибутирин	9,0
4. Фитаза солода	Фитин	5,5
5. Сахараза картофеля . .	Тростниковый сахар	4,0
6. » дрожжей . . .	» »	4,2—5,2
7. Мальтаза » . . .	Мальтоза	6,1—6,8
8. Целлобиаза солода . . .	Целлобиоза	5,1
9. Лактаза эмульсина . . .	Молочный сахар	4,4
10. » кефирных грибков	» »	7,0
11. Амигдалаза эмульсина . .	Амигдалин	6,0
12. Салициназа » . .	Салицин	4,4
13. » листьев . .	»	5,7—7,0
14. Арбутиназа	Арбутин	5,3
15. Синигриназа горчицы . .	Синигрин	7,0
16. Амилаза солода	Крахмал	4,9—5,2
17. » картофеля . . .	»	6,7
18. » листьев	»	5,0—5,4
19. Инулиназа солода . . .	Инулин	3,8
20. Пектаза плодов	Пектин	4,3
21. » табака	»	5,6
22. Уреаза сои	Мочевина	7,3—7,9
23. » Aspergillus . . .	»	8,6
24. Амидаза дрожжей . . .	Амиды кислот	7,6—8,0
25. Аспарагиназа дрожжей .	Аспарагин	8,0
26. Тирозиназа I	Тирозин	6,5
27. » II	»	8,0
28. Катепсин ростков . . .	Казеин, пептон	5,1—5,2
29. » Carica Papaya .	Желатина	5,0
30. Папаин HCN	Желатина, пептон	5,0
31. » »	Фибрин	7,3
32. Протеаза тыквы	Желатина	7,3
33. » »	Пептон	6,6
34. » »	Фибрин	7,3
35. Протеиназа дрожжей . .	Эдестин, фибрин	7,3
36. Пептидаза листьев . . .	Пептон	4,5—8,0

ВИТАМИНЫ

Классификация витаминов

Наиболее употребительное название	Обозначение по функции	Синонимы	Химическая природа
I. Жирорастворимые витамины			
Витамин *A*	Антиксерофтальмический витамин	Биостреин, антиинфекционный витамин	$C_{20}H_{29}OH$ — производное каротина (растительный пигмент). Каротин $C_{40}H_{56}$ обладает витаминным действием; в животном организме он переходит в витамин *A* и таким образом является провитамином. Превращение β-каротина в витамин *A* может быть представлено следующим уравнением: $C_{40}H_{56} + 2H_2O = 2C_{20}H_{29}OH$ (β-каротин → витамин *A*)
Витамин *D*	Антирахитический витамин	Кальциферол	Эмпирическая формула $C_{28}H_{44}O$ (эргостерол). При облучении эргостерола ультрафиолетовыми лучами он превращается в витамин *D*
Витамин *E*	Антистерильный витамин		Химическая природа витамина *E* пока недостаточно выяснена. Имеющиеся данные говорят за то, что это вещество является сложным высокомолекулярным соединением, повидимому высшим спиртом, но отличным от стеролов

Наиболее употребительное название	Обозначение по функции	Синонимы	Химическая природа
II. Водорастворимые витамины			
Витамин B_1	Антиневритический витамин	Активатор, антиберибери, торулин, оризанин, антинейротин, эутонин	$C_{12}H_{18}O_2N_4S$; структурная формула по Греве:  Витамин B_1 является коферментом карбоксилазы
Витамин B_2	Противопеллагрическое вещество, состоит из трех факторов: 1) ростовой фактор— витамин B_2=флавин; 2) антидерматический фактор=антипеллагрическому витамину = витамину B_6 по Гиорги; 3) антианемический фактор, антиспруэвитамин	Антидерматический фактор, антианемический витамин	Витамин B_2 представляет флавин (лактофлавин) с формулой: $C_{17}H_{20}N_4O_6$. Лактофлавин входит в состав желтого фермента, являющегося одним из компонентов сложной окислительной системы в клетках, осуществляющим так называемый «безжелезистый тип дыхания»
Витамин C	Антискорбутический витамин	Антискорбуттин, аскорбиновая кислота	$C_6H_8O_6$ — аскорбиновая кислота
III. Витамины, мало или недостаточно изученные			
Витамин B_3	Неустойчивый в отношении щелочей; ростовой витамин для голубей	Витамин для поддержания нормального состояния и функций; витамин пищевого использования; третий фактор; фактор повышения питания	

Наиболее употребительное название	Обозначение по функции	Синонимы	Химическая природа
Витамин B_1	Неустойчивый в отношении щелочей; витамин роста крыс	Третий крысиный фактор	
Витамин B_2	Устойчивый в отношении щелочей; витамин роста голубей	Четвертый голубиный фактор; фактор поддерживания питания; витамин клеточного использования	
Без общепринятого буквенного обозначения	Устойчивый в отношении щелочей; витамин роста крыс	Четвертый крысиный фактор	
Витамин H	Антисеборрейный витамин	Кожный фактор	
Витамин K	Антигеморрагический витамин	Фактор нормальной свертываемости крови	
Витамин P	Дополнительный к витамину C. Предохраняющий от нарушений капиллярной системы и кровоизлияний		

Содержание витамина в различных продуктах принято выражать в так называемых «крысиных единицах» (обозначаемых *RE*. *RE*—количество витамина, удовлетворяющее потребность в нем организма крысы на 1 день).

Если, допустим, крысе достаточно на день 1 г продукта, то значит 1 г продукта содержит 1 *RE*.

Содержание в продуктах витаминов выражается также в «интернациональных единицах», принятых на международных конференциях. Интернациональные единицы приняты для выражения содержания витаминов *A*, *B*, *C* и *D*.

Единица активности для каждого из этих витаминов определяется, вместо изменчивых физиологических единиц, известным количеством данного стандарта витамина.

Для витамина *A* в качестве стандарта в 1934 г. был принят β-каротин, разведенный в кокосовом масле. В качестве единицы активности витамина *A* принята доза β-каротина в 0,6 γ, что равняется 1 γ каротина. Интернациональная единица витамина *A* равна примерно $^1/_4$ *RE*. (Потребность крысы в витамине *A* выражается примерно в 2,5 γ β-каротина).

Для витамина D принят в качестве стандарта 0,01% раствор облученного эргостерола в оливковом масле. Единицей активности витамина D принимается 1 мг указанного стандарта или, в пересчете на чистый, подвергнувшийся облучению эргостерол, 0,1 γ его.

В качестве стандарта витамина B_1 Международной конференцией по витаминам в 1931 г. принят продукт адсорбции этого витамина, приготовленный в медицинской лаборатории в Батавии по методу Зейделя. Эталон был приготовлен следующим образом: отруби риса обрабатывались водой, подкисленной серной кислотой до pH=4,5 и с добавлением до 0,2% салициловой кислоты и толуола для дезинфекции. Экстрагирование велось в течение 2 дней, после чего вытяжка фильтровалась. К вытяжке, полученной из 100 кг отрубей, прибавлялось 3 кг фуллеровой земли, и смесь взбалтывалась 24 часа. После фильтрования фуллерова земля собиралась, промывалась водой и спиртом и высушивалась.

Единицу витамина B_1 конференция 1931 г. установила равной антиневритической активности 10 мг указанного стандарта. Эта интернациональная единица соответствует 0,5—1,0 *RE* (крысиная единица), так как 10—20 мг указанного стандарта витамина B_1 достаточно для поддержания нормального развития молодой крысы, содержащейся на диэте, лишенной источ-

ников витамина B_1, но полноценной во всех других отношениях.

Для витамина *C* в качестве стандарта принята *l*-аскорбиновая кислота (чистый витамин *C*). Единица активности витамина *C* установлена на конференции 1934 г. в 0,05 мг *l*-аскорбиновой кислоты. Это количество витамина соответствует 0,1 см³ свежего лимонного сока, обработанного углекислым кальцием до pH=6,0. Интернациональная единица активности витамина *C* (0,1 мг *l*-аскорбиновой кислоты примерно равно 0,1 ежедневной дозы, необходимой для предупреждения цынготных явлений у морской свинки).

Содержание витамина *A* в различных продуктах
(в *RE* на 1 г продукта)

I. Растительные продукты

Шпинат свежий	25—60
» высушенный в вакууме	333
Салат кочанный, наружные листья	50
» внутренние листья	1,5
Щавель	20
Капуста листовая	29
» брюссельская	5
» цветная	0,6
» белокочанная	следы
Зеленый горошек	5,5—7,7
Горох, зеленые бобы	3,5—8,0
Перец зеленый сладкий	6,2
» » сушеный	20—40
Лук зеленый, перо	15
» репчатый	0,0
Сельдерей, зеленые листья	30
» стебли белые	следы
Укроп	25
Ревень, черешок	0,5
Петрушка, листья	40
Томаты красномясые	5,3—5,8
» розовомясые	2,3—3,4
» желтомясые	1,1
Морковь красная	25
» желтая	6
» белая	0,0
Батат морковный	15,5
» желтый	0,75
» белый	следы
Свекла, листья	24,3
» корень	следы
Картофель, ботва	30
» клубень	0,0

Брюква	следы
Ботва брюквы высушенная	33
Огурцы с кожурой	0,35
» без кожуры	следы
Редис	следы
Абрикосы	10
Бананы	3,5
Сливы	2,5
Персики	1,8—2,5
Вишни	1,5
Яблоки	0,5
Виноград	0,5—0,1
Апельсинный сок	0,8
Лимонный сок	0,1
Шиповник (плоды)	16,5
Боярышник	0,5—2,0
Ирга	3,0
Черника	4,0
Голубика	1,0
Ежевика	1—2
Люцерна, клевер	25—60
Пырей, мятлик	25
Люцерна сухая	100
Желтая кукуруза	5—8
Белая кукуруза	0,0—0,5
Пшеница в зернах	0,3
Ячмень	следы
Овес	0,0
Масло из кожуры апельсина	50
» льняное	0,0
» подсолнечное	0,0

II. Животные продукты

Рыбий жир	от 25 до 1000 и более
Яичный желток	10—60 (в среднем 25)
» белок	0,0
Молоко цельное	0,5—2,2
» сгущенное	4,0
» сушеное	10,0
Сливки	8
Масло сливочное	10—50 (в среднем 20)
Сыр твердый	4
» жирный, мягкий	8
Мясо сырое, тощее	0,5
» » жирное	5
Телячья печень, летом	100
» » зимой	25
Говяжий жир	5,5

Легкие	10
Почки	8—10
Кровь	1—2

Содержание витамина *C* в различных продуктах

(в миллиграммах аскорбиновой кислоты на 100 г сырого вещества)

I. Растительные продукты

Капуста листовая	150
» краснокочанная	100
» брюссельская	100
» кольраби	50—100
» цветная	66
» белокочанная	25—66
	(в среднем 33)
Петрушка, зелень	100
Шпинат	16—40
Щавель	12,5—14
Салат кочанный	10
Зеленый горошек	33
Бобы зеленые	20
Перец сладкий	100—400
» горький	(в среднем 200)
	200—300
Томаты	20—40
Хрен	100
Лук, перо	16,5—33
Чеснок лежалый	следы
Брюква	25
Редька	10—20
Репа	8—17
Батат	более 17
Картофель	11—17
Свекла	8
Морковь	5
Арбуз	9
Огурцы	8
Тыква	2,5
Ревень	до 1 1
Проросший горох	40
Проросшая рожь	10
Шиповник (мякоть плода)	700—4500
Актинидия	700—1000
Апельсинный сок	66
Лимонный сок	55
Мандаринный сок	40—50
Яблоки, северные сорта	20—40
Яблоки, южные сорта	5—17
Груша	10
Айва	10

Рябина	45—60
Вишня	15
Слива	6
Персики	12,5—20
Абрикосы	3—10
Виноград	0,43—12,3
Гранат	от следов до 7,0
Смородина черная	100—400
Крыжовник	50
Земляника садовая	33—66
Малина	10—12
Морошка	25
Голубика	25
Толокнянка	20
Клюква	12
Брусника	8
Черника	6
Кедровый сланец, хвоя	200
Хвоя ели, сосны	100
Листья брусники	20—50
Листья черной смородины	100—200

II. Животные продукты

Надпочечники	6,6
Печень	9,3
Мышцы	0,9
Коровье молоко	0,7—2,6
Козье молоко	0,9
Яйца кур	0

Содержание витамина B_1 в различных продуктах

(в *RE* на 1 г)

I. Растительные продукты

Капуста зеленая	0,65
» белокочанная	0,25
» цветная	0,55
» цветная, вареная	0,15
Кресс-салат	0,25
Салат	0,45
Шпинат	0,30
Морковь	0,25
Свекла (вареная)	0,35
Брюква	0,20
Картофель	0,1—0,2
Редиска	0,3

Огурцы	0,15
Томаты	0,20
Лук	0,2
Горошек зеленый	0,3
Бобы зеленые	0,15
Грибы свежие	0,25
Яблоки	0,15
Груша	0,15
Слива	0,2
Виноград	следы
Апельсинный сок	0,15—0,20
Мандарин (мякоть)	0,2
Изюм	0,4
Инжир	0,5
Миндаль	0,4—0,5
Орехи грецкие	0,75
» лесные	1,0
Горох сухой	0,6
Бобы, фасоль	0,6
Чечевица	0,6
Бобы соевые	0,75
Пшеница немолотая	1,7
» проростки	5,0—10,0
» отруби	0,7
Ячмень неочищенный	0,56
» проростки	7,0
Рожь, проростки	4,0
Маис, проростки	2,3
Отруби рисовые	2,5—3,5
Овсянка	1,62
Мука цельная (95% помола)	0,6
Бобы кофейные	0,7
Дрожжи хлебопекарные	1,5
» пивные сухие	5,0—23,0
Травы луговые	0,2—0,3
Сено	1,0

II. Животные продукты

Говядина тощая сырая	0,25
Бычья печень	1,0—1,5
Почки	0,4
Мозг	0,35
Ветчина	1,1
Молоко коровье	0,1—0,15
Яйцо, желток	0,5—1,0
» белок	0,0
Треска	0,2
Сардинки	0,15

Содержание витамина B_2

(в гаммах флавина на 1 г продукта)

I. Растительные продукты

Сено люцерны	7,17
Трава луговая (свежая)	1,42
Шпинат свежий	0,57
Морковь свежая	0,20
Томаты (на сухое вещество)	0,71
Картофель свежий	0,075
Пшеничная клейковина	0,33
Солодовый экстракт	2,1—1,6
Дрожжи пекарные (на сухое вещество)	36,0
Маслянокислые бактерии (на сухое вещество)	136,0
Молочнокислые бактерии (на сухое вещество)	115

II. Животные продукты

Печень быка	10—25
Почки быка	10—20
Яичный белок (на сухое вещество)	14,1
Цельное молоко	1,0
Кислое молоко	0,45

Содержание витамина D в различных продуктах

(в *RE* на 1 г)

Тупец, печеночный жир	до 40 000
Камбала, печеночный жир	1200—3000
Морской налим, печеночный жир	500
Треска, печеночный жир	60—300 (в среднем 100)
Сельди, внутренний жир	200
Морской судак, внутренний жир	100—150
Угорь	47
Иваси, внутренний жир	до 10
Яичный желток, в среднем	10—20
Неомыляемая часть яичного желтка	1000—2000
Желток, облученный ультрафиолетовым светом	300—500
Масло сливочное	0,4—4,0
Молоко коровье	0,1—0,17
Молоко, облученное ультрафиолетовым светом	1,0
Масло — льняное, подсолнечное, горчичное, оливковое	следы или 0,0
Те же масла после облучения ультрафиолетовым светом	10—20
Зеленые части растений	почти 0
То же после облучения ультрафиолетовым светом	1,0
Сено люцерны, клевера	1,0
Капуста, томаты, картофель	0,0
Сухие дрожжи после облучения ультрафиолетовым светом	1000—5000

ГОРМОНЫ РОСТА

Физические и химические свойства ауксинов (гормонов роста), **полученных в кристаллическом виде из растительных материалов** (по Кеглю, Гаагенсмиту и Эрклебен)

Свойства	Ауксентриолевая кислота (ауксин *a*)	Ауксеноловая кислота (ауксин *b*)	3-индол-уксусная кислота (гетероауксин)
Эмпирическая формула	$C_{18}H_{32}O_5$	$C_{18}H_{30}O_4$	$C_{10}H_9O_2N$
Молекулярный вес	328	310	175
Свойства кристаллов и точка плавления	Бесцветные гексагональные кристаллы; 196°C	183°C	164—165°C
Константа диссоциации	$K = 1 \cdot 10^{-5}$	—	—
Удельный вес	$S = 1,292$ при 19°C	$S = 1,269$ при 20°C	—
Удельное вращение	(*a*) $\frac{20}{D} = -3,19$	(*a*) $\frac{20}{D} = -2,79$	(*a*) $\frac{20}{D} = -3,8$
Растворимость	Легко растворим на холоду в метиловом и этиловом спирте и этилацетате; энелегко растворим в эфире; в холодной воде растворяется около 1%; практически нерастворим в бензине, лигроине и петролейном эфире	Растворим в эфире; чувствителен к перекисям	—
Другие свойства	Устойчив к нагреванию, не разрушается светом; через несколько месяцев теряет физиологическую активность ускорителя роста вследствие изомеризации, даже если держать под вакуумом в темноте	Изомерен лактону ауксина *a*; устойчив к свету и нагреванию; кристаллы через несколько месяцев теряют активность вследствие изомеризации; легко окисляется	Вероятно вырабатывается микроорганизмами
Чувствительность к кислотам и щелочам	Устойчив к кислотам, чувствителен к щелочам	Чувствителен к кислотам и щелочам	Чувствителен к кислотам и устойчив к щелочам

Физиологическая эффективность ауксинов и их производных

(по Кеглю и Костермансу)

Активность выражена в величинах искривления колептилей овса — в овсяных единицах. Овсяной единицей, или *AE*, называется количество ростового вещества, которое вызывает изгиб колептилей овса в 10° при 22—23 С и относительной влажности 92% (Вещество роста, помещенное в агаровом блоке размером $2 \times 2 \times 0{,}5$ мм).

Соединение	Эмпирическая формула	Эффективность в *AE* на 1 мг
Ауксентриолевая кислота (ауксин *a*)	$C_{18}H_{32}O_5$	50 000 000
Лактон ауксина *a*	$C_{18}H_{30}O_4$	35 000 000
Метиловый эфир ауксина	$C_{19}H_{34}O_5$	Недеятелен
Дигидроауксин *a*	$C_{18}H_{34}O_2$	»
Ауксинолоновая кислота (ауксин *b*) .	$C_{18}H_{30}O_4$	50 000 000
Пара-фенилфенацилловый эфир ауксина *b*	$C_{32}H_{40}O_5$	Недеятелен
Дигидроауксин *b*	$C_{18}H_{32}O_4$	»
3-индол-уксусная кислота (гетероауксин)	$C_{10}H_9O_2N$	25 000 000
Метиловый эфир гетероауксина . . .	$C_{11}H_{11}O_2N$	10 000 000
Этиловый эфир гетероауксина	$C_{12}H_{13}O_2N$	3 000 000
Нормальный пропиловый эфир гетероауксина	$C_{13}H_{15}O_2N$	1 000 000
2,3-дигидро-3-индол-уксусная кислота	$C_{10}H_{11}O_2N$	Недеятелен
1-метил-3-индол-уксусная кислота . .	$C_{11}H_{11}O_2N$	30 000
2-метил-3-индол-уксусная кислота . .	$C_{11}H_{11}O_2N$	125 000
5-метил-3-индол-уксусная кислота . .	$C_{11}H_{11}O_2N$	1 500 000
α-3-индол-пропионовая кислота . . .	$C_{11}H_{11}O_2N$	5 000 000
3-индол-пировиноградная кислота . .	$C_{11}H_9O_3N$	200 000

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. С. П. Костычев. Физиология растений. 1937.
2. Д. Н. Прянишников. Агрохимия. 1937.
3. Рессель. Почвенные условия и рост растения. СХГ, 1936.
4. F. Honcamp. Pflanzenernährung und Düngerlehre. 1931.
5. H. Lundegard. Die Nahrsfoffaufnahme der Pflanzen. 1931.
6. M. W. Onslow. The Principles of Plant Biochemistry. 1931.
7. Fr. Czapek. Biochemie der Pflanzen. 1925.
8. Trier. Chemie der Pflanzenstoffe.
9. C. Wehmer. Die Pflanzenstoffe. 1 и 2 В. 1929 и 1931.
10. J. Wiesner. Die Rohstoffe der Pflanzenreichs. 1927.
11. Биохимия культурных растений. Тома 1—6. Под общей редакцией Н. Н. Иванова. 1936—1938.
12. А. В. Благовещенский. Биохимия растений.
13. O. Kestner. Chemie der Eiweisskörper. 1925, 1934.
14. Т. Б. Осборн. Растительные белки. 1935.
15. Д. Н. Прянишников. Белковые вещества. 1924.
16. Gugenheim. Die biogenen Amine. 1926.
17. R. Wolfenssein. Die Pflanzenalkaloide. 1922.
18. Г. А. Henry. The Plant Alkaloids. 1913.
19. П. П. Шорыгин. Химия углеводов. 1932.
20. Pringsheim. Chemie der Zuckerarten.
21. Pringsheim. Polysaccharide.
22. Н. Я. Демьянов и Н. Д. Прянишников. Жиры и воска. 1932.
23. С. Л. Иванов. Растительные масла.
24. Leathes a Raper. The Fats. 1925.
25. Д. Л. Фердман. Биохимия фосфорных соединений. 1935.
26. Н. И. Проскуряков. Растительные фосфатиды. 1931.
27. H. Maclean a I. S. Maclean. Lecithin and allied substances.
28. К. Оппенгеймер и Р. Кун. Ферменты. 1932.
29. В. Н. Букин. Витамины, распространение, природа и свойства. 1937.
30. Г. Шерман. Химия пищи и питания. 1937.
31. Ф. В. Церевитинов. Химия и товароведение свежих плодов и овощей.
32. В. Нилов и Кирьялов. Каучук и каучуконосы. 1936.
33. Н. И. Иванов. Об изменчивости и стабильности химического состава культурных растений. 1929.
34. G. Klein. Handbuch der Pflanzenanalyze.
35. П. Бойсен-Иенсен. Ростовые гормоны растений. Перевод под ред. Н. А. Максимова. 1938.

УДОБРЕНИЯ

АЗОТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Азотные удобрения могут быть подразделены на следующие группы:

I. Удобрения, содержащие азот в нитратной форме: селитры натронная (чилийская и синтетическая), кальциевая и калийная.

II. Удобрения, содержащие азот в аммиачной форме: сульфат аммония, хлористый аммоний.

III. Удобрения, содержащие одновременно аммиачный и нитратный азот: нитрат аммония, сульфонитрат аммония (лейна- или монтанселитра), различные сплавы и смеси с участием нитрата аммония, как кальциево-аммиачная селитра и др.

IV. Удобрения, содержащие азот в амидной форме — мочевина и цианамид кальция.

НИТРАТНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Все нитратные формы азотных удобрений легко растворимы в воде, не поглощаются почвой и вследствие своей большой подвижности быстрее, чем другие формы азота, поглощаются растением. Поэтому селитру часто рекомендуется вносить по всходам для подгона роста, особенно для таких культур, которые в первые стадии развития нуждаются в больших количествах азота.

Поверхностное внесение селитры по всходам растений дает вполне удовлетворительные результаты только в районах достаточного увлажнения. В условиях сухого климата, где в летнее время преобладает не опускание, а поднятие кверху почвенной влаги, поверхностное внесение удобрений нецелесообразно. В этих условиях лучше заделывать удобрения на глубину. Вследствие своей большой подвижности и легкости усвоения селитра наиболее пригодна для рядового или гнездового внесения удобрений.

На легких песчаных и супесчаных почвах и в особенности в районах с обильными осадками применение селитры сопряжено с риском ее вымывания.

На связных почвах (суглинки, глинистые почвы, черноземы и др.) в условиях климата большей части СССР потери от вымыва-

ния селитры при весеннем ее внесении крайне незначительны и практически не имеют значения. Только в районах чрезмерного увлажнения потери от вымывания селитры могут достигнуть серьезных размеров; в этих условиях поглощающиеся почвой аммиачные удобрения более эффективны, чем легко вымываемые нитратные удобрения.

Наоборот, в засушливых районах менее подвижные аммиачные удобрения по своему действию на растения уступают нитратным формам азота.

При внесении азота с осени под яровые, с зяблевой вспашкой, аммиачная форма азота в большинстве случаев имеет преимущество перед легко вымываемой нитратной формой.

Разумеется, что на достаточно связных почвах в районах со сравнительно небольшим количеством осенних и зимних осадков, где возможность вымывания нитратов исключена, нитратные удобрения могут быть использованы для осеннего внесения под яровые с неменьшим успехом, чем аммиачные.

В областях с холодным и непродолжительным летом быстродействующая селитра является наиболее желательной из всех форм азота. Использование растениями нитратного азота, равно как и других форм азота, зависит от степени обеспеченности почвы другими питательными веществами (фосфор, калий), от обеспеченности влагой и от общего состояния агротехники.

При достаточно удовлетворительном агротехническом уровне и хорошем состоянии калийно-фосфатного фона коэфициент использования нитратных удобрений достигает около 65—70%, т. е. из 100 частей внесенного азота растением поглощается 65—70 частей. В ряде случаев, при наличии оптимальных условий для проявления действия азота, коэфициент использования нитратных удобрений доходит до 90%. В соответствии с высоким коэфициентом использования нитратные удобрения при надлежащих условиях дают и весьма высокий коэфициент оплаты.

При неудовлетворительном состоянии агротехники или при недостаточном калийно-фосфатном снабжении растений коэфициент использования нитратных и вообще всех азотных удобрений значительно снижается.

Неиспользованная растением часть азота селитры в первый год ее внесения оказывает последействие на урожай последующих культур севооборота. Размеры этого последействия, очевидно зависят как от степени использования селитры в год ее внесения, так и от условий превращения селитры в почве. Почвенные бактерии поглощают минеральный азот, переводят его в органиче-

скую, мало доступную для растений форму, и только при разложении белка, составляющего плазму бактерий, содержащийся в них азот становится вновь доступным для растений. С другой стороны, селитра при обилии осадков (осенние дожди, снеговые воды), в отсутствии растений, легко вымывается в нижние слои почвы. Поэтому во влажных районах последействие селитры обычно невелико, в условиях же континентального климата последействие селитры часто достигает значительных размеров.

При внесении в почву значительного количества безазотного или бедного азотом органического вещества (солома, свежий бедный азотом соломистый навоз), являющегося хорошим источником углерода для почвенных бактерий, последние поглощают необходимый для построения их плазмы азот из нитратных и аммиачных солей. Таким образом при избытке неразложившегося бедного азотом органического вещества в почве происходит биологическое поглощение растворимых форм азота. Биологически поглощенный азот непосредственно усваиваться растениями не может, и только после отмирания и минерализации бактерий этот азот становится опять доступным для высших растений.

Все нитратные удобрения, за исключением аммонийной селитры, являются физиологически щелочными удобрениями. Из нитратной соли [KNO_3, $NaNO_3$, $Ca(NO_3)_2$] анион (содержащий азот) и катион поглощаются растением не в одинаковой степени. NO_3 поглощается значительно сильнее, чем катион, который поэтому накопляется в почве, оказывая на нее подщелачивающее влияние. Вследствие этого на кислых почвах селитра смещает реакцию почвы в щелочную сторону, что благоприятно сказывается на урожае. Поэтому на кислых почвах нитратные удобрения действуют лучше, чем аммиачные.

Физиологическая щелочность различных форм нитратных удобрений, по Пьерру, выражается в следующих величинах:

Удобрения	Процент азота в удобрении	Физиологическая щелочность, выраженная в тоннах $CaCO_3$ на 1 т удобрения
1. Кальциевая селитра	15,0	0,202
2. Натронная селитра	16,4	0,295
3. Калийная селитра	13,0	0,260

Длительное одностороннее применение натронной селитры часто влечет за собой ухудшение физических свойств почвы. Натрий дает в почве соду, которая сильно диспергирует почвенные коллоиды. Такая почва во время дождей проявляет склонность к разбуханию, в сухое время образует твердую корку. Для устранения вредного влияния натрия вносят едкую известь или гипс.

Наличие натрия в чилийской и синтетической натронной селитре сказывается весьма благоприятно на урожае сахарной и кормовой свеклы. Поэтому натронная селитра является лучшей формой азотного удобрения для свеклы.

В некоторых случаях нитратные удобрения содержат в качестве примеси нитриты. В отсутствие нитрифицирующих бактерий (например в песчаных и водных культурах) нитриты ядовиты для растений. Ядовитое действие нитритов проявляется прежде всего в отмирании корешков. В очень слабых концентрациях вредное действие нитритов мало заметно.

На нейтральных и щелочных почвах нитритный азот постепенно превращается в нитратный, а в этой форме он хорошо усвояется растением. Так как для превращения нитритов в нитраты требуется известное время, нитриты необходимо вносить заблаговременно до посева.

В почвах, не насыщенных основаниями (подзолистые и переходные почвы, деградированный и выщелоченный чернозем), происходит чисто химическое разрушение нитритов; при этом часть азота нитритов (от 20 до 50% в зависимости от характера почвы) теряется вследствие улетучивания газообразных окислов азота, образующихся при разрушении нитритов.

Таким образом применение нитритсодержащих удобрений на ненасыщенных основаниями почвах вследствие возможных потерь азота не должно допускаться.

АММИАЧНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Азот из аммиачных солей может непосредственно усваиваться растениями. Все аммиачные удобрения хорошо растворимы в воде и являются доступными для растений источниками азота. Однако аммиачные формы азота действуют на растения не так интенсивно и быстро, как нитраты; аммиак поглощается почвой, и хотя поглощенный аммиак усвояется растением, но скорость поступления его в растения меньше скорости поступления нитратов. В особенности на тяжелых глинистых почвах, в условиях недостатка влаги, аммиак настолько сильно удерживается почвой, что поступления

его в растения значительно замедляются. Поглощенный почвой аммиак вследствие своей меньшей подвижности слабо вымывается из почвы, что позволяет вносить аммиачные удобрения осенью под озимые, а в условиях умеренно-влажного и тем более сухого климата аммиачные удобрения можно вносить с осени и под яровые, не рискуя потерями азота из-за вымывания. По этой же причине аммиачные удобрения в ряде случаев предпочитают нитратным на легких песчаных почвах.

Для таких растений, как картофель, овес, аммиачная форма азота практически равноценна нитратной. Сульфат аммония для картофеля часто является даже лучшим туком, чем селитра.

Для большинства растений коэфициент использования аммиачных удобрений несколько ниже коэфициента использования нитратных удобрений. Если коэфициент использования селитры принять за 100, то коэфициент использования аммиачных форм азота будет близок к 90.

Все аммиачные удобрения являются физиологически или биологически кислыми удобрениями. Растение поглощает из аммонийной соли преимущественно аммиак, вследствие чего в почве остается значительная часть неиспользованной растением кислоты. И даже в отсутствии растений аммиачный азот под влиянием нитрифицирующих бактерий в конечном счете превращается в азотную кислоту, для нейтрализации которой в почве необходим избыток оснований. Поэтому даже гидролитически щелочные аммиачные соли, как $(NH_4)_2CO_3$ или NH_4HCO_3, являются биологически кислыми удобрениями.

На насыщенных основаниями почвах, обладающих хорошей буферной способностью, подкисляющее действие аммиачных удобрений, при внесении их в течение значительного ряда лет, практически мало заметно и не сказывается на урожае. На карбонатных и на засоленных почвах применение физиологически кислых удобрений мобилизует почвенный кальций и тем самым оказывает благоприятное влияние на физические свойства этих почв.

На почвах, не насыщенных основаниями, и в особенности на малобуферных песчаных и супесчаных почвах смещение реакции почвы в кислую сторону наступает даже при применении аммиачных удобрений в течение 1—2 лет. При длительном применении аммиачных удобрений на ненасыщенных основаниями почвах буферная способность их еще более понижается, активная реакция почвы смещается в кислую сторону, повышается обменная и гидролитическая кислотность почвы и эффективность применения аммиачных удобрений понижается. Для восстановления пло-

дородия почвы необходимо в таких случаях применять известкование.

Для устранения подкисляющего действия физиологически или биологически кислых форм аммиачных удобрений на кислых неизвесткованных почвах целесообразно вносить эти формы удобрений в смеси с таким количеством известняка или доломита, которое бы нейтрализовало потенциальную кислотность этих удобрений. Нейтрализованные таким путем аммиачные удобрения — «известкованные» аммиачные удобрения, как показали опыты, проведенные в НИУИФ, и данные опытных станций США, являются в условиях кислых почв более эффективными в сравнении с обычными, т. е. не нейтрализованными аммиачными удобрениями, при этом реакция почвы при применении нейтрализованных аммиачных удобрений не смещается в кислую сторону.

При вычислении количества $CaCO_3$, необходимого для нейтрализации потенциальной кислотности удобрений, следует учитывать как кислотность, могущую образоваться в почве за счет балластных кислотных остатков — Cl или SO_4, так и биологическую кислотность, образующуюся в результате нитрификации аммиака.

Величина кислотности, образующейся в почве за счет балластных кислотных остатков аммиачных удобрений, примерно эквивалентна содержанию аммиачного азота, связанного с балластными (т. е. не имеющими удобрительного значения) кислотными остатками. Для ее нейтрализации необходимо одновременно внести эквивалентное количество $CaCO_3$ (или какого-либо другого нейтрализатора — доломита, шлаков), что в весовых единицах составит 3,57 весовой единицы $CaCO_3$ на 1 весовую единицу аммиачного азота, связанного с балластными кислотными остатками. Сверх этого необходимо внести дополнительное количество $CaCO_3$ для нейтрализации азотной кислоты, образующейся в результате нитрификации аммиака. Установлено, что биологическая кислотность, образующаяся за счет нитрификации аммиака, примерно соответствует 0,5 эквивалента $CaCO_3$, поэтому для ее нейтрализации необходимо внести 1,785 весовой единицы $CaCO_3$ на 1 единицу азота.

Таким образом для полной нейтрализации потенциальной кислотности (физиологической и биологической) аммиачных удобрений, содержащих аммиак в соединении с балластными кислотообразующими радикалами (сульфат аммония, хлораммоний), необходимо одновременно внести 1,5 экв. $CaCO_3$ на 1 экв. NH_3, или 5,355 весовой единицы $CaCO_3$ на 1 весовую единицу аммиачного азота.

Для нейтрализации потенциальной кислотности безбалластных биологически кислых односторонних азотных удобрений нитрата аммония, мочевины необходимо внести 0,5 экв. $CaCO_3$ на 1 экв. общего азота этих удобрений, т. е. 1,785 весовой единицы $CaCO_3$ на 1 весовую единицу общего азота.

Кислотность различных физиологически (биологически) кислых азотных и азотсодержащих сложных удобрений, по Пьерру, выражается в следующих величинах:

Удобрение	Процент N в удобрении	Эквивалентная кислотность, выраженная в тоннах $CaCO_3$ на 1 т удобрения
1. Сульфат аммония	21,1	1,13
2. Хлористый аммоний	26,1	1,39
3. Нитрат аммония	35,0	0,63
4. Мочевина	46,5	0,828
5. Кальциево-аммиачная селитра . .	20,5	0,00
6. Нитрофоска	15,0	0,528
7. Аммофос	11,0	0,55
8. Диаммофос	16,0	0,892

При смешении сухих аммиачных или аммиачно-нитратных удобрений с эквивалентным количеством $CaCO_3$ потери азота из-за возможного улетучивания NH_3 в обычных складских условиях практически не имеют места или же они (потери NH_3) столь ничтожны, что ими пренебрегают.

На действие азотных удобрений оказывает то или иное влияние реакция сопутствующих фосфатных удобрений. В условиях кислых ненасыщенных основаниями почв нейтральные (преципитат) и тем более щелочные фосфаты (томасшлак) могут оказать заметное положительное влияние на эффективность кислых форм азота.

По своему действию на урожай хлористый и сернокислый аммоний для ряда культур, как, например, зерновые злаки, сахарная свекла, кормовые корнеплоды, травы, хлопчатник (в условиях сероземов), являются почти равноценными источниками азота.

Для культур, чувствительных к хлоридам, к каковым относятся картофель, табак, лен, виноград, конопля в условиях кислых почв (на нейтральных почвах конопля не чувствительна к хлору),

гречиха, некоторые овощные (лук) и ягодные культуры, хлористый аммоний является нежелательным удобрением. Применение хлористого аммония под эти культуры, помимо худшего действия на урожай, сопровождается во многих случаях весьма заметным снижением качества урожая. Хлористый аммоний снижает крахмалистость картофеля, снижает качество волокна льна, понижает горючесть табака. Это связано с наличием в этом туке хлориона. При избыточном содержании хлоридов в почве происходит усиленное поступление кальция в растения, что, повидимому, нарушает нормальное калийное питание растений. Так как нарушение калийного питания растений особенно резко сказывается при аммиачном источнике азота, то применение под чувствительные к хлору растения аммиачных удобрений, не говоря уже о хлораммонии в комбинации с сырыми, низкопроцентными калийными солями, содержащими избыток хлора, нежелательно.

В условиях нитратного питания чувствительность к хлору ряда растений заметно понижается.

Скорость нитрификации аммиачного азота в почве зависит от характера почвы, влажности, температуры и т. д. При недостатке влажности аммиачные удобрения нитрифицируются медленнее. На скорость нитрификации аммиачных удобрений значительное влияние оказывает характер аниона, с которым связан аммиак: с наибольшей скоростью нитрифицируются мочевина, карбонат и бикарбонат аммония. Нитрификация этих удобрений протекает очень интенсивно. Сульфат аммония нитрифицируется медленнее. Хуже всего нитрифицируется хлористый аммоний, так как хлор угнетает нитрификацию.

На карбонатных почвах при внесении аммиачных удобрений возможны некоторые потери азота вследствие улетучивания его в виде аммиака. Эти потери азота имеют место главным образом в тех случаях, когда рассеянное удобрение не заделывается, а лежит на поверхности почвы.

УДОБРЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕ ОДНОВРЕМЕННО АЗОТ В НИТРАТНОЙ И АММИАЧНОЙ ФОРМЕ

Нитрат аммония содержит половину азота в нитратной и половину в аммиачной форме. С течением времени содержащийся в нитрате аммония аммиачный азот нитрифицируется. Нитрат аммония хотя и оказывает подкисляющее действие на почвы, но кислотность его значительно меньше физиологической кислотности сульфата аммония и хлораммония.

Нитрат аммония, при различных температурных условиях, может существовать в нескольких кристаллических модификациях. Переход одной формы в другую в обычных для СССР климатических условиях возможен при температурах +32,1°С и —16°С.

При переходе нитрата аммония из одной кристаллической модификации в другую происходит рекристаллизация соли, что в свою очередь вызывает слеживаемость нитрата аммония.

Подсыхание или охлаждение влажного нитрата аммония также вызывает его слеживаемость вследствие образования в этих условиях новых кристаллов, цементирующих всю массу нитрата аммония.

Кроме того, слеживаемость нитрата аммония может быть вызвана в результате давления верхних слоев удобрения на нижние. Нитрат аммония является весьма гигроскопическим веществом.

Гигроскопичность и слеживаемость обусловливают неудовлетворительные физические свойства нитрата аммония и затрудняют условия его хранения и применения. Физические качества нитрата аммония улучшаются при производстве его в гранулированном виде. Гранулы нитрата аммония имеют меньшую поверхность, чем кристаллический продукт, поэтому они поглощают влагу слабее. Гранулированный нитрат аммония почти не слеживается. Рассеваемость его значительно повышается.

В настоящее время разработаны также способы получения кристаллического нитрата аммония с улучшенными физическими качествами.

Улучшение физических свойств нитрата аммония может быть достигнуто также при смешении или сплавлении его с различными веществами, понижающими гигроскопичность и слеживаемость нитрата аммония.

В качестве таких веществ могут применяться $CaCO_3$ (получение так называемой кальциево-аммиачной селитры), фосфоритная мука, костяная мука, гипс, преципитат и другие вещества, при добавке которых происходит механическое разбавление нитрата аммония. При смешении или сплавлении нитрата аммония с калийными солями или с сульфатом аммония происходит образование новых химических соединений в результате обменного разложения смешиваемых веществ, например:

$$NH_4NO_3 + KCl = NH_4Cl + KNO_3;$$

$$2NH_4NO_3 + (NH_4)_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4 \cdot 2NH_4NO_3.$$

Гигроскопичность нитрата аммония понижается при покрытии его кристаллов, или гранул, различными защитными средствами (парафинирование, припудривание различными веществами).

Нитрат аммония является исходным продуктом для приготовления ряда азотсодержащих односторонних и сложных удобрений. Из азотных односторонних удобрений, получаемых на базе нитрата аммония, наиболее распространены сульфонитрат аммония (лейна- или монтанселитра) и кальциево-аммиачная селитра.

Сульфонитрат аммония обладает меньшей гигроскопичностью, чем нитрат аммония. По своему действию на растения сульфонитрат весьма близок к сульфату аммония. Сульфонитрат является физиологически кислым удобрением. Преимуществом сульфонитрата в известных случаях является наличие в нем $^1/_4$ азота в нитратной быстродействующей форме.

Кальциево-аммиачная селитра представляет смесь NH_4NO_3 с углекислым кальцием. Образующаяся в почве из NH_4NO_3 азотная кислота в момент ее возникновения нейтрализуется углекислым кальцием, поэтому кальциево-аммиачная селитра является удобрением нейтральным. Наиболее подходящим районом применения кальциево-аммиачной селитры являются районы кислых подзолистых почв, где физиологическая кислотность удобрений нежелательна. В районах нейтральных (черноземы) и карбонатных почв (сероземы в Средней Азии) содержащаяся в кальциево-аммиачной селитре углекислая известь в большинстве случаев является балластом.

Кальциево-аммиачная селитра при хранении во влажном месте, поглощая влагу, расплывается и теряет свою сыпучесть. Поэтому необходимо этот тук хранить в сухих складских помещениях и в хорошей водонепроницаемой таре.

Гипсо-аммиачная селитра, представляющая смесь NH_4NO_3 с гипсом, может представлять известный интерес в условиях засоленных почв (Средняя Азия, Закавказье и другие районы Союза), где гипс является мелиорирующим средством (улучшение физических свойств засоленных почв).

УДОБРЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИЕ АЗОТ В АМИДНОЙ ФОРМЕ

Мочевина. Мочевина очень быстро превращается в почве в углекислый аммоний. Это превращение происходит под влиянием бактерий, выделяющих фермент уреазу, гидролизующую мочевину:

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2O = (NH_4)_2CO_3.$$

В первые дни после внесения мочевина подщелачивает почву [образование $(NH_4)_2CO_3$], но образующийся при распаде мочевины карбонат аммония чрезвычайно быстро нитрифицируется, значительно быстрее, чем $(NH_4)_2SO_4$ или NH_4Cl, нитрификация

которых задерживается вследствие наличия в них компонентов Cl или SO_4. Так как образующаяся при нитрификации мочевины азотная кислота поглощается растениями, то подкисляющее влияние ее на почву выражено значительно слабее, чем у сульфата, сульфонитрата или хлораммония.

Вследствие быстрой нитрификации и сравнительно умеренной биологической кислотности мочевина для ряда культур на кислых почвах имеет известное преимущество перед такими физиологически кислыми удобрениями, как сульфат аммония и хлораммоний. Отсутствие в мочевине балласта Cl или SO_4 позволяет применять это удобрение в больших дозах под культуры, потребляющие много азота, как овощные, субтропические и др.

Проявляющаяся иногда, преимущественно на щелочных и карбонатных почвах, неустойчивость действия мочевины обусловливается недостаточно равномерным ее распределением в почве и, возможно, отрицательным действием образующегося при распаде мочевины аммиака, который при повышении его концентрации, в условиях щелочной среды, может оказывать на растения отрицательное влияние. Поэтому необходимо распределять мочевину в почве по возможности равномерно, а в некоторых случаях (на нейтральных и щелочных почвах) ее следует вносить заблаговременно до посева.

Цианамид кальция. Цианамид кальция быстро разлагается в почве. Под влиянием воды и углекислоты он превращается в свободный цианамид (H_2CN_2):

$$CaCN_2 + H_2O + CO_2 = H_2CN_2 + CaCO_3.$$

Образование H_2CN_2 из $CaCN_2$ может происходить также вследствие поглощения почвенными коллоидами кальция из $CaCN_2$. Образовавшийся из цианамида кальция свободный цианамид быстро превращается в аммиак и в значительной мере в мочевину, которая в свою очередь, под воздействием почвенных бактерий, также превращается в углекислый аммоний. Образовавшийся так или иначе из цианамида аммиак постепенно нитрифицируется. На обычных почвах, отличающихся достаточной поглотительной способностью и достаточно развитой бактериальной деятельностью, превращение цианамида кальция в аммиак полностью осуществляется в течение нескольких дней.

При очень высоких дозах цианамида превращение его в аммиак несколько задерживается. Непревращенный цианамид действует вредно на растения. Во избежание вредного действия неразложившегося цианамида на высеянные семена и ростки растений

следует вносить цианамид за 5—10 дней до посева и воздерживаться от применения этого удобрения в больших дозах (свыше 60 кг на 1 га). Вследствие своей ядовитости цианамид кальция непригоден для поверхностного внесения по неокрепшим всходам растений. По окрепшим всходам злаков иногда вносят поверхностно цианамид в количестве 22—25 кг/га для уничтожения появляющихся сорняков (сурепка).

На торфяных почвах цианамид может оставаться долгое время неразложенным, поэтому на них следует избегать его применения. Не рекомендуется также вносить цианамид в повышенных дозах и на песчаных почвах, где превращение цианамида протекает медленнее.

При длительном хранении, особенно во влажной атмосфере, цианамид кальция поглощает из воздуха воду и углекислоту, в результате чего содержащийся в этом туке кальций превращается в $CaCO_3$, и значительная часть цианамида полимеризуется в дициандиамид (соединение, не усвояемое растениями), часть же цианамидного азота превращается в мочевину и карбонат аммония; вследствие летучести последнего возможны некоторые потери азота при хранении цианамида.

Под влиянием поглощения воды и углекислоты общий вес и объем цианамида увеличивается и, следовательно, снижается процентное содержание в нем азота. Таким образом длительное и неумелое хранение цианамида кальция сильно снижает его удобрительную ценность, поэтому цианамид следует хранить в сухом месте и по возможности сокращать время его хранения.

Дициандиамид [$(H_2CN_2)_2$], составляющий основную часть азота, изменившегося при плохом хранении цианамида, не является непосредственным источником азота для растений, и превращение дициандиамида в почве в доступную для растений форму азота протекает чрезвычайно медленно. Дициандиамид угнетает нитрификацию в почве, и таким образом он ухудшает условия азотистого питания растений. Для некоторых растений, как крестоцветные, дициандиамид в больших дозах, повидимому, вреден.

Неиспорченный при хранении цианамид по своему действию на нейтральных почвах в общем близок к сульфату аммония. На кислых подзолистых почвах цианамид кальция вследствие наличия в нем извести, подщелачивающей реакцию почвы, является обычно лучшим удобрением, чем сульфат аммония. Наиболее рационально вносить цианамид под растение — предшественник клевера, так как на этой культуре особенно хорошо сказывается последействие цианамида.

Состав и физико-химические свойства азотных удобрений

Название удобрений	Химическая формула	% азота	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Слеживаемость	Рассеваемость	Вес 1 м³ удобрения (в т)[1]	Объем 1 т удобрения (в м³)[1]
1. Сернокислый аммоний (сульфат аммония)	$(NH_4)_2SO_4$	20—21	Кристаллический порошок белого или серого цвета	Слабая	Мало слеживается	Хорошая, но при избыточном содержании влаги и сободной кислоты — плохая	0,75—0,85	1,2—1,3
2. Азотнокислый аммоний (нитрат аммония, аммиачная селитра)	NH_4NO_3	35	Белый кристаллический продукт	Сильно гигроскопичен. Гигроскопичность азотнокислого аммония понижается при производстве его в виде гранул или при покрытии его кристаллов защитными пленками из некоторых гидрофобных веществ (например парафином)	Кристаллический азотнокислый аммоний сильно слеживается; особенно сильно слеживается первоначально влажный азотнокислый аммоний при дальнейшем его подсыхании или хранении. Гранулированный (зернистый) продукт в значительно меньшей степени подвержен слеживаемости; так же сильно понижается слеживаемость нитрата аммония при смешивании его с преципитатом, гипсом и некоторыми другими веществами	Плохо рассевается. Механическая рассеваемость на (туковых сеялках) влажного нитрата аммония близка к нулю. Рассеваемость сухого крупнокристаллического и тем более гранулированного азотнокислого аммония удовлетворительна	0,81—0,83	1,2—1,23

Состав и физико-химические свойства азотных удобрений (продолжение)

Название удобрений	Химическая формула	% азота	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Слеживаемость	Рассеваемость	Вес 1 м³ удобрения (в т)¹	Объем 1 т удобрения (в м³)¹
3. Сульфонитрат аммония (лейнаи монтанселитра)	$(NH_4)_2SO_4 \cdot 2NH_4NO_3$ с примесью $(NH_4)_2SO_4$	26	Сероватый мелкокристаллический продукт	Гигроскопичен, но в меньшей степени, чем нитрат аммония	Слеживается, но не так сильно, как нитрат аммония	В сухом состоянии удовлетворительна, во влажном состоянии рассеваемость ухудшается	0,9—1,0	1,0—1,15
4. Известково-аммиачная селитра (кальканмонзальпетер)	$NH_4NO_3 + CaCO_3$	20,5	Сероватый, гранулированный, в виде небольших шариков, продукт. Немецкий кальканмонзальпетер окрашен в зеленый цвет	Гигроскопичная, однако вследствие своей большой влагоемкости кальциево-аммиачная селитра при благоприятных условиях хранения не расплывается	Слеживаемость слабая	Обычно рассеваемость удовлетворительная. При хранении в неблагоприятных условиях кальциево-аммиачная селитра теряет сыпучесть	1,12	0,89
5. Натронная селитра (чилийская селитра)	$NaNO_3$	15,5—16,2	Тяжелый кристаллический продукт белого и сероватого цвета или буровато-желтого цвета; отсыревает на воздухе	Слабо гигроскопична	Слабо слеживается	Удовлетворительная, но в очень влажном состоянии плохая	1,06—1,41	0,71—0,94

Состав и физико-химические свойства азотных удобрений (продолжение)

Название удобрений	Химическая формула	% азота	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Слеживаемость	Рассеваемость	Вес 1 м³ удобрения (в т)[1]	Объем 1 т удобрения (в м³)[1]
6. Кальциевая, или норвежская, селитра	$Ca(NO_3)_2$	13	Поступает в продажу в виде белой крупки	Очень гигроскопичная	Сильно слеживается	Рассевается только в сухом состоянии	0,91—1,13	0,88—1,10
Гранулированная кальциевая селитра	$Ca(NO_3)_2$ (содержит в небольших количествах примесь NH_4NO_3)	15,5—16,0	Крупная белая крупка	Гигроскопична	Слеживается значительно меньше, чем негранулированная кальциевая селитра	Рассевается значительно лучше, чем негранулированная	—	—
7. Хлористый аммоний (хлораммоний)	NH_4Cl	24—25	Мелкокристаллический белый или желтый порошок	Слабо гигроскопичен	Мало слеживается	Хорошая в сухом состоянии и ухудшается во влажном состоянии	0,58	1,72

Состав и физико-химические свойства азотных удобрений (продолжение)

Название удобрений	Химическая формула	% азота	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность	Слеживаемость	Рассеваемость	Вес 1 м³ удобрения (в т)[1]	Объем 1 т удобрения (в м³)[1]
8. Мочевина	$CO(NH_2)_2$	26	Белый кристаллический продукт. Гранулированная мочевина имеет вид белых окатанных зернышек	Гигроскопична; при высокой относительной влажности воздуха гигроскопичность мочевины возрастает	Слегка слеживается	Удовлетворительно рассевается в сухом состоянии	0,62—0,71	1,41—1,59
9. Цианамидкальция	$CaCN_2$ с примесью CaO	17—22	Темносерый, а иногда почти черный порошок. Пылит при рассевании; для уменьшения пылеватости $CaCN_2$ его гранулируют	Негигроскопичен	Не слеживается	Хорошая рассеваемость	0,60—0,61	1,64—1,68

[1] Первая цифра соответствует удобрению, хранившемуся при 20°С при относительной влажности воздуха в 50%, вторая — при 20°С при относительной влажности 80%.

Измельченный цианамид представляет собой тонкий порошок, сильно пылящий при его рассеве. Так как вдыхание цианамидной пыли вредно для здоровья, то рабочие при обращении с цианамидом принимают соответствующие меры предосторожности (перчатки, очки и пр.).

Для устранения пылеватости цианамида его или гранулируют в виде мелких зернышек, или вводят в него некоторое количество минеральных масел.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акад. Д. Н. Прянишников. Агрохимия. 1934.
2. Работы по вопросам азотистого питания растений акад. Д. Н. Прянишникова и его учеников в сборниках «Из результатов вегетационных и лабораторных работ». I по XVI. В XVI томе 1935 г. приведена библиография этих работ за все 16 томов.
3. Азотные и сложные удобрения. «Труды НИУИФ», вып. 126, 1935.
4. Проф. Шнейдевинд. Питание с.-х. культурных растений. 1933.
5. F. Honcamp. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngelehre. 1931.
6. В. Н. Бельский. Действие главнейших форм азотистых удобрений. «Труды НИУ», вып. 94, 1933.
7. Минеральные удобрения. Вып. I. Азотные удобрения. «Труды ВИУА», 1934.
8. А. В. Соколов. Азотистые удобрения для песчаных почв. «Труды Полесской областной опытной станции», т. III, Киев, 1929.
9. В. Ф. Бутовский. Вымывание азотистых удобрений. «Труды Полесской областной опытной станции», т. III, Киев, 1929 г., и том IV, Киев, 1931 г.
10. Ф. В. Турчин. Агрохимическое изучение мочевины. «Минеральные удобрения и инсектофунгисиды», № 2, 1935.
11. А. В. Соколов. Значение типа почвы и ее механического состава для чувствительности растений к хлору. «Почвоведение», № 3, 1934.
12. Ф. В. Турчин. Роль калия и фосфора в усвоении растениями аммиачного и нитратного азота. Доклад на майской сессии Академии наук СССР, 1935.
13. Ф. В. Турчин. О природе действия удобрений. Сельхозгиз, 1936.
14. Е. И. Ратнер. О превращениях цианамида в почве. Из результатов вегетативных опытов и лабораторных работ, XV, 1930.
15. А. И. Ахромейко. Изменения цианамида кальция при хранении. «Удобрение и урожай», № 8, 1931.
16. Л. Оболенская. Кальциево-аммиачная селитра. Сборник «Новое в удобрении почв», Сельхозгиз, 1933.

ФОСФОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ

СУПЕРФОСФАТ (ПРОСТОЙ)

Суперфосфатом называется фосфорнокислое удобрение, полученное путем обработки фосфоритной, апатитовой или костяной муки серной кислотой без всякого отделения из полученной смеси каких-либо примесей. В суперфосфате P_2O_5 находится главным

образом в виде монокальциевого фосфата $CaH_4(PO_4)_2H_2O$ и свободной фосфорной кислоты H_3PO_4. Суперфосфат содержит большие количества гипса $CaSO_4$.

Основная реакция, происходящая при получении суперфосфата, такова:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 = CaH_4(PO_4)_2 + 2CaSO_4.$$

Приготовление суперфосфата предложено агрохимиком Ю. Либихом.

Первый завод суперфосфата построен в 1843 г. в Англии основателем Ротамстедской с.-х. опытной станции Лоозом.

Для получения 1 т стандартного суперфосфата берется в среднем около 0,35 т серной кислоты (100%); так как серная кислота берется обычно содержащая 55% моногидрата, то для получения 1 т суперфосфата берется 0,54 т серной кислоты указанной крепости. Суперфосфатная промышленность поглощает около 42—43% всей мировой продукции серной кислоты.

Несмотря на многолетнюю давность производства суперфосфата, процессы, происходящие при его получении, изучены недостаточно.

Прежде предполагалось, что при изготовлении суперфосфата получается дигидрат гипса по следующему уравнению:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 2H_2SO_4 + 5H_2O = Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + 2CaSO_4(H_2O)_2,$$

но в настоящее время образование дигидрата гипса вызывает большие сомнения.

Кроме монофосфата и свободной фосфорной кислоты, в суперфосфате имеются небольшие количества трехкальциевого фосфата, дикальций фосфата, а также фосфаты Fe, Al и Mg. Среди примесей главное место занимает гипс, затем сульфаты Fe и Al, SiO_2, фтористый кальций, песок и глина.

Содержание гигроскопической воды в суперфосфате высокое — около 15%. Состав суперфосфатов и их свойства зависят от исходного сырья.

Низкосортные фосфориты непригодны для получения суперфосфата, но на апатите может быть получен суперфосфат исключительно высокого качества.

Существенное значение для качества суперфосфата имеет содержание в нем полуторных окислов.

Содержание P_2O_5 в суперфосфатах (по Ф. Т. Перитурину)

Исходное сырье	P_2O_5 в % на абсолютно-сухое вещество				% усвояемой (водная и цитратная) от общей
	общей	водной	цитратной	усвояемой	
Вятский фосфорит	16,9	10,6	4,9	15,5	91,4
Актюбинский фосфорит	13,6	9,2	1,2	10,4	77,0
Апатит	22,6	20,7	0,6	21,3	94,1

По Д. Г. Грачеву, различные суперфосфаты содержат следующие количества полуторных окислов:

Сырье	R_2O_3	Fe_2O_3	Al_2O_3
Апатит	1,4	0,4	1,0
Вятский фосфорит	3,8	2,4	1,4
Портландский фосфорит	4,5	2,7	1,8

Находящиеся в суперфосфате фосфаты полуторных окислов растворимы в реактиве Петермана, но плохо усваиваются растениями. Поэтому принятая оценка суперфосфата по растворимости его P_2O_5 в реактиве Петермана непригодна для суперфосфата из сырья, содержащего много полуторных окислов. Более правильной следует считать оценку суперфосфата по воднорастворимой P_2O_5, но в стандарте принята оценка по растворимости в реактиве Петермана.

Суперфосфат является основным фосфорнокислым удобрением универсального характера. При постановке всех опытов обычно берется в качестве стандартного удобрения и для контрольных вариантов именно простой суперфосфат. Наличие в нем фосфорной кислоты в воднорастворимой форме и широкое его распространение делают его весьма удобным стандартным удобрением. Недостатком его как стандартного удобрения в опытах следует считать наличие в нем гипса, благодаря чему его положительное действие может вызываться не только фосфором, но и гипсом, что может приводить к неправильным выводам из опытов.

ДВОЙНОЙ СУПЕРФОСФАТ

Двойным суперфосфатом называется концентрированное фосфорное удобрение, полученное из костяной муки, фосфорита или апатита обработкой концентрированной фосфорной кислотой. Двойной суперфосфат содержит фосфорную кислоту в виде монокальцийфосфата $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$, растворимого в воде, и имеет весьма небольшое количество примесей.

Химический состав двойных суперфосфатов

Исходное сырье	P_2O_5 общая	P_2O_5 водная	P_2O_5 цитратная	P_2O_5 нерастворимая	H_2O	Fe_2O_3	CaO	SO_4
Хибинский апатит, концентрат . .	53,5	52,0	0,5	1,0	5,0	—	—	—
Вятский фосфорит	38,0	25,5	10,5	2,0	5,0	—	—	—
Океанический фосфорит (по Шухту)	49,4	45,4	3,6	0,4	—	—	—	—
Завода в Анаконде в США, на фосфорите (по Ларисону) . . .	48,0—49,0	41,0—42,0	4,0—5,0	2,0—3,0	2,7	—	—	—
Завода в Британской Колумбии, на фосфорите . .	46,0	35,2	8,8	2,0	4,5	4,3	19,9	3,8

Состав примесей будет зависеть от исходного сырья; при изготовлении из фосфоритов, содержащих большое количество полуторных окислов, в удобрении будут примеси фосфатов полуторных окислов, которые хотя и растворяются в цитратном растворе, но усвояемость их меньше, чем цитратнорастворимого дикальцийфосфата. Кроме $Ca(H_2PO_4)_2$, в двойном суперфосфате имеется около 4,5—5,7% свободной фосфорной кислоты; общее содержание H_2O, включая кристаллизационную воду, — около 13—20%.

Реакции, происходящие при получении двойного суперфосфата из фосфорита, выражаются следующими уравнениями:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 4H_3PO_4 + 3H_2O = 3CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O;$$

$$CaCO_3 + 2H_3PO_4 = CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O + CO_2.$$

При получении из апатита имеем следующее основное уравнение:

$$2Ca_5F(PO_4)_3 + 14H_3PO_4 + 10H_2O = 10CaH_4(PO_4)_2H_2O + 2HF.$$

Эффективность двойного суперфосфата считается одинаковой с эффективностью того же количества P_2O_5 в простом суперфосфате, так как в обоих суперфосфатах P_2O_5 содержится в форме монокальцийфосфата и свободной фосфорной кислоты. Для растений, реагирующих положительно на гипсование (клевер, люцерна), применение простого суперфосфата может быть даже более эффективным, чем двойного суперфосфата, так как последний почти не содержит гипса.

Большим преимуществом двойного суперфосфата является высокая концентрация в нем P_2O_5.

Отсутствие в нем гипса тоже может быть полезно в некоторых случаях, так как избыток кальциевых солей может снижать поступление в растение P_2O_5. Поэтому в ряде случаев в опытах с сахарной свеклой и льном отмечается лучшее действие двойного суперфосфата, чем простого; вопрос этот, однако, не доработан.

ПРЕЦИПИТАТ

Преципитатом называется фосфорное удобрение, полученное путем осаждения известковым молоком или мелом фосфорной кислоты, извлеченной из костяной муки, фосфорита или апатита. Фосфорная кислота в преципитате содержится в форме дикальцийфосфата $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. Как правило, в преципитате содержание воды меньше, чем это требуется по формуле дигидрата. Даже в химически чистых препаратах дикальцийфосфата, советских и заграничных, воды содержится менее, чем это следует по формуле $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. Последнее обстоятельство необходимо учитывать при постановке вегетационных опытов с дикальцийфосфатом. Сушка преципитата влияет на его эффективность; усвояемость безводного преципитата ниже, чем водного. Особенно вредно отражается повышение температуры сушки на усвояемости преципитата, содержащего большие количества полуторных окислов.

Для продукции Воскресенского завода типичным образцом преципитата указывается продукт с содержанием общей P_2O_5 38—40% и цитратнорастворимой — 31—32%, для актюбинского завода общей P_2O_5—31—33% и цитратнорастворимой — 27—30%.

Химический состав преципитатов из различного сырья
(по М. А. Курахтанову)

Расчет на тук, высушенный при 90°

Сырье	P_2O_5	CaO	SO_4	R_2O_3	Fe_2O_3	Растворимость P_2O_5 в % от общей P_2O_5	
						в лимонной кислоте	в растворе Петермана
Кормовой преципитат из костяной муки	46,1	39,8	2,0	—	—	100	95
Фосфорит + апатит . . .	36,7	34,4	4,9	6,69	4,13	93	79
Фосфорит	25,9	25,9	19,1	12,96	9,51	81	83

Многочисленные опыты, проведенные с дикальцийфосфатом химически чистым или почти чистым, устанавливают, что усвояемость его не меньше, чем монокальцийфосфата. Только в молодом возрасте при избытке кальция в почвенном растворе отмечается более слабое использование P_2O_5 дикальцийфосфата, чем монокальцийфосфата. Поэтому эффективность преципитата, не содержащего значительных количеств полуторных окислов, при внесении преципитата по цитратнорастворимой P_2O_5 не уступает в подавляющем большинстве случаев эффективности суперфосфата. Но по своей концентрации преципитат значительно превышает суперфосфат. На кислых подзолистых почвах преципитат может даже лучше действовать, чем суперфосфат. Большим преимуществом преципитата является также возможность его непосредственного смешения с различными удобрениями, в частности с азотнокислым аммонием.

ТОМАСШЛАК

Томасшлаком называется фосфорное удобрение, получаемое в качестве побочного продукта при переработке на железо и сталь богатых фосфором чугунов. Томасшлак содержит фосфор главным образом в форме тетракальциевой соли. В 1879 г. Томас и Гильхрист предложили обкладку (футеровку) реторты (конвертера),

в которой производится плавление чугуна, делать из основных материалов: прокаленного доломита и магнезита; кроме того, в конвертер вводится свежеобожженная известь для связывания P_2O_5. При этом процессе «томасирования» чугуна весь фосфор остается в виде шлака, который затем размалывается и применяется на удобрение. В СССР томасшлак получается на Керченском заводе.

Химический состав томасшлаков различен в зависимости от состава чугуна и количества добавленной извести.

Химический состав томасшлаков (в процентах)

(по М. Гоффману)

	P_2O_5	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	Al_2O_3	MnO	S	SiO_2
Максимум .	22,97	58,91	8,10	7,00	18,00	3,70	5,62	1,44	12,00
Минимум .	11,39	28,00	1,14	1,91	5,86	0,14	0,55	0,05	2,70
Среднее . .	17,25	48,29	4,89	3,78	9,41	2,04	3,91	0,49	7,96

Для старых русских заводов в Мариуполе и Таганроге указывался следующий состав томасшлаков:

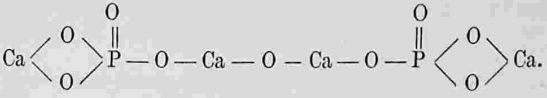
P_2O_5	14,30—20,72%	Al_2O_3	0,65—1,46%
CaO	44,42—48,42%	MgO	2,37—3,20%
SiO_2	4,43—10,80%	S	0,10—0,55%
FeO	11,39—14,31%	Fe	8,88—14,74%
MnO	5,93—13,09%	P	6,24— 9,05%

По А. Вильгельми, средний состав томасшлака для Германии выражается следующими цифрами:

P_2O_5	16—20%	Fe_2O_3	5—6%
CaO	45—55%	Mn	5—6%
SiO_2	6—8%	Al_2O_3	1—2%
FeO	7—10%	MgO	2—4%

Тетракальциевая соль фосфорной кислоты обозначается различными авторами по-разному: $P_2O_5 \cdot 4CaO$, $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaO$, $Ca_4 \cdot P_2O_9$, и может быть представлена как кальциевая соль восьмиосновной дифосфорной кислоты $O\begin{<}{P(OH)_4}{P(OH)_4}$ или как со-

единение, имеющее следующую структурную формулу:



Хильгеншток приготовил тетракальциевый фосфат искусственно путем сплавления тетракальциевого фосфата с фосфорным ангидридом и известью с добавкой плавикового шпата (в честь Хильгенштока тетракальциевый фосфат называется хильгенштокитом). В безводном тетракальциевом фосфате (возможна также и его четырехводная форма) содержится P_2O_5—38,77% и CaO—61,23%; отношение $CaO : P_2O_5 = 1{,}58 : 1{,}0$; молекулярный вес соли — 366,32.

Кроме хильгенштокита, в томасшлаке обнаружено наличие больших количеств силикокарнатита $5CaO \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$, или двойной соли тетракальциевого фосфата, и кремнекислого кальция $Ca_4P_2O_9 \cdot CaSiO_3$. При добавлении кремнезема в виде песка вся фосфорная кислота получается, по Шнейдерхену, в виде силикокарнатита. Последний содержит 29,44% P_2O_5, 58,11% CaO и 12,45% SiO_2; молекулярный вес его — 482,43. Искусственно он получен Бейнбриджем.

Считается, что добавление кремнекислоты (кварц) увеличивает образование двойных соединений фосфатов с кремнекислотой, увеличение содержания фтора понижает растворимость фосфора в томасшлаке. Тетракальциевый фосфат и силикокарнатит растворимы в лимоннокислом аммиаке и в слабой 2% лимонной кислоте. Содержание в томасшлаке лимоннорастворимой P_2O_5 сильно колеблется для различных образцов томасшлаков и обычно равно 75—90% от общей P_2O_5. Согласно стандарту, содержание в томасшлаке P_2O_5, растворимой в 2% лимонной кислоте, должно быть не менее 14%. Стандартом предусматривается и определенная тонина помола: весь томасшлак должен проходить через сито с диаметром отверстий в 2 мм, и остаток на сите с диаметром отверстий в 0,175 мм должен быть не более 15% от веса удобрения.

Относительно прочих соединений, имеющихся в томасшлаке, имеются указания на наличие в нем трудно растворимых фосфатов типа апатита, свободной извести в количестве около 11% CaO, а также кристаллов MgO, FeO, MnO, Al_2O_3, F_2O_3 и марганцевой обманки MnS.

Первые опыты с использованием томасшлака на удобрение поставлены М. Фпейшером в 1882 г. на Бременской опытной стан-

ции. До этого времени были попытки использовать томасшлак для изготовления преципитатов по патентам Гойэрмана и Шейблера, так как предполагалось, что P_2O_5 томасшлака неусвояема для растений.

Существенными агрохимическими свойствами томасшлака следует считать растворимость его P_2O_5 в слабых кислотах, в лимонной кислоте, в уксусной кислоте и даже в значительной мере (20—40% от общей P_2O_5) в воде, насыщенной углекислотой.

Считают, что при внесении в почву тетракальциевый фосфат переходит в дикальцийфосфат:

$$Ca_4P_2O_9 + 2CO_2 + H_2O = 2CaHPO_4 + 2CaCO_3.$$

Эффективность P_2O_5 томасшлака принимают равной 60% от P_2O_5 суперфосфата или 80%, если P_2O_5 шлака оценивают по растворимости в лимонной кислоте. Цифры эти, конечно, неточные, действие томасшлака в сильной мере зависит от свойств почвы: чем кислее почва, тем лучше будет действие щелочного удобрения томасшлака.

Смешение томасшлака возможно с кальцийцианамидом. При смешении с аммиачными удобрениями выделяется NH_3 вследствие наличия в томасшлаке едкой извести.

При смешении с селитрой железо восстанавливает азотную кислоту до аммиака и последний улетучивается. При смешении с калийными солями, содержащими хлористый магний, смесь разогревается и затвердевает в результате образования магнезитового цемента (хлорокиси магния) при действии едкой извести на хлористый магний.

ТЕРМОФОСФАТЫ

Термофосфатами называются фосфорнокислые удобрения, полученные в результате сплавления фосфоритной или апатитовой муки со щелочными солями, природными силикатами, шлаками и известью.

Химический состав термофосфатов не установлен, предполагается наличие в них тетрафосфатов и силикофосфатов. При сплавлении со щелочными солями указывается на возможность наличия в них соединений тетрафосфата кальция, калия и натрия $(CaO)_2KNaP_2O_5$ и при наличии силикатов соединений в роде $(CaO)_2 \cdot Na_2O \cdot P_2O_5 \cdot CaO \cdot SiO_2$ или $(CaO)_2 \cdot K_2O \cdot P_2O_5 \cdot CaO \cdot SiO_2$.

Анализ термофосфатов, полученных НИУИФ
(по данным А. И. Ахромейко и М. М. Калашниковой)

	P_2O_5			P_2O_5 в % от общей	
	Общая	лимоннорастворимая	цитратнорастворимая	лимоннорастворимая	цитратнорастворимая
Из апатита на соде и поташе	22,70	19,72	16,49	86,9	72,6
Из апатита на соде	21,38	19,00	12,47	88,8	58,3
Из апатита на сульфате натрия . . .	20,73	18,14	12,62	87,5	60,9
Из вятского фосфорита на соде . . .	19,91	17,48	11,41	87,8	57,3
Ренания-фосфат заграничный	30,80	30,00	16,74	97,4	54,3

Термофосфаты, получаемые путем сплавления апатита или фосфорита с различными металлургическими шлаками (доменным, мартеновским, шлаки от выплавки меди и никеля) по методу, предложенному Л. А. Черниковым, называются фосфатшлаками. При сплавлении с фосфоритом или апатитом кальций и кремнекислота шлаков образуют вместе с фосфатами кальция силикофосфаты $4CaOP_2O_5 \cdot CaOSiO_2$, которые усвояемы для растений, как и соответствующие соединения томасшлаков. Необходимым условием получения легко усвояемых фосфатшлаков является их грануляция, т. е. быстрое охлаждение после плавки.

Анализ фосфатшлаков (по М. А. Курахтанову)

Исходное сырье	P_2O_5	SiO_2	CaO	MgO	Лимоннорастворимой P_2O_5 в % от общей P_2O_5
Апатит и шлак доменный	19,0	18,7	41,4	—	78
» мартеновский	17,7	18,8	36,6	6,9	83
» от выплавки меди	17,9	24,9	26,2	12,2	95
Фосфорит вятский + шлак доменный .	18,7	16,5	42,2	5,9	80
Фосфорит егорьевский (рязанский горизонт) + шлак доменный	16,8	21,4	38,6	4,9	72
Фосфорит егорьевский (портландский горизонт) + шлак доменный	16,3	21,2	41,5	4,4	90

Эффективность P_2O_5 в термофосфатах считается одинаковой с эффективностью P_2O_5 в томасшлаках и ниже, чем в суперфосфатах. На кислых подзолистых почвах томасшлак и термофосфаты могут оказывать даже лучшее действие, чем суперфосфат, благодаря своей щелочности. P_2O_5 термофосфатов и томасшлака может даже лучше усваиваться, чем P_2O_5 суперфосфата, на почвах, обладающих большой способностью к переводу P_2O_5 в неусвояемое состояние, что имеет место на красноземах. Но на почвах нейтральных, черноземных или на известковых и щелочных эффективность томасшлака и термофосфатов ниже, чем суперфосфата.

ФОСФОРИТНАЯ МУКА

Размолотая фосфоритная порода применяется в качестве непосредственного удобрения на кислых подзолистых и оподзоленных (деградированных) черноземных почвах. Действие фосфоритной муки отмечается и на других типах почвы — типичные черноземы и солонцы, но действие фосфоритной муки на этих почвах менее устойчивое и недостаточно изучено, поэтому они не включаются в зону фосфоритования почвы.

Химический состав фосфоритов СССР различен, но все залежи, кроме Кара-Тау, не являются высокосортными, содержат много полуторных окислов и невысокий процент P_2O_5. Большое значение имеет тонина размола фосфоритной муки. Согласно стандарту, при отсеивании муки на сите № 16 по Тейлору и 16 по-русски не должно оставаться остатка, на сите № 35 по Тейлору и № 50 по-русски остаток допускается не более 5%, на сите № 30 по Тейлору и № 100 по-русски (вместе с остатком на сите № 35—50) — не более 25%. Размер ячеек для сит № 16—16 — 1 мм, для сит № 35—50 — 0,4 мм, для сит № 80—100 — 0,17 мм. При дозировках фосфоритной муки, как правило, берется в двойных дозах против суперфосфата.

КОСТЯНАЯ МУКА

Костяная мука — продукт размельчения на мельницах костей после их обезжиривания и обесклеивания; используется в качестве фосфорнокислого удобрения; P_2O_5 содержит в форме трехкальциевого фосфата. Согласно стандарту, должна содержать P_2O_5 не менее 30%, азота — не более 0,9% и влаги — не более 10%. Тонкость помола устанавливается проходом без остатка на сите № 35 по Тейлору, диаметр ячеек — 0,4 мм. Эффективность — близкая к фосфоритной муке. У нас используется главным образом в качестве примеси к суперфосфату для улучшения его физических свойств и для приготовления кормового преципитата.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФОСФОРИТОВ И АПАТИТОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СССР

(по С. Н. Розанову) (в процентах на абсолютно-сухое вещество)

Месторождения	Нерастворимый остаток	P_2O_5	CaO	Fe_2O_3	Al_2O_3	CO_2	Потери при прокаливании	F	O_2 соответствующие F
Егорьевское (портландский горизонт)	9,43	27,07	41,95	2,08	2,36	5,24	4,04	3,28	1,38
Щигровское (плита)	45,79	16,05	26,21	2,92	0,03	3,12	2,78	1,87	0,79
Брянское	48,28	15,61	24,01	2,37	0,70	2,73	2,60	1,83	0,79
Подольское	3,62	36,18	49,79	2,50	0,23	4,43	1,86	0,57	0,24
Вятское	15,62	23,47	37,17	3,34	2,06	4,49	4,76	2,53	1,09
Актюбинское	32,70	19,10	31,45	3,29	1,43	4,07	2,86	2,52	1,06
Кролевецкое	35,49	18,69	28,91	2,89	2,50	3,50	5,14	1,99	0,83
Изюмское	31,28	20,03	31,91	3,19	2,31	3,95	4,32	2,16	0,91
Апатит (флотационный концентрат)	—	40,22	51,05	0,63	0,29	0,19	0,07	3,25	1,36
Апатит мелкозернистый	0,19	40,50	51,60	0,16	0,46	0,00	0,00	3,16	1,33
Апатито-нефелиновая порода (пятнистая разность)	15,63	30,06	39,45	2,42	6,62	0,00	0,20	2,61	1,10

КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Калийные удобрения можно подразделить на две основные группы: 1) сырые калийные соли и 2) концентрированные калийные удобрения.

СЫРЫЕ КАЛИЙНЫЕ СОЛИ

1. *Сильвинит* представляет смесь природного минерала сильвина KCl и каменной соли NaCl с примесью в небольших количествах гипса и глины. Содержание KCl в сильвините из различных пластов его залегания для Соликамского месторождения колеблется от 20 до 40% (12—25% K_2O). В отдельных случаях содержание KCl в сильвините значительно повышается (до 63%).

Выпускаемый для удобрения сильвинит в среднем содержит около 15% K_2O, 40% Na_2O, 55% Cl, 0,3—0,6% CaO, 0,0—0,1% MgO, 0,04—0,8% SO_3.

Наличие в сильвините в большом количестве натрия обусловливает повышенную эффективность этого удобрения при применении его под культуры, отзывающиеся на натрий, — сахарную и кормовую свеклу. Для этих культур сильвинит в большинстве случаев превосходит по своей эффективности концентрированные, не содержащие натрия калийные удобрения.

Однако имеются указания, что при больших дозах сильвинита возможно понижение качества урожая сахарной свеклы (пониженное содержание сухого вещества и сахара в корнях), что, повидимому, обусловлено специфическим действием высоких доз хлора, вносимых с сильвинитом.

Для чувствительных к хлору культур, как картофель, лен, табак, конопля, гречиха, виноград, люпин, сераделла, клевер, овощные и ягодные культуры, сильвинит вследствие большого избытка вносимого с ним хлора, в условиях внесения удобрений непосредственно перед посевом, является менее пригодным источником калия. Избыток хлора в сильвините сказывается отрицательно как на величине урожая этих культур, так и на его качестве.

Для устранения отрицательного влияния хлора в сильвините его следует вносить с осени или ранней весной задолго до посева. В этом случае хлор-ион, являющийся весьма подвижным в почвенных условиях, в значительной степени вымоется в нижние горизонты почвы. Опасаться более или менее значительного вымывания калия из сильвинита при осеннем его внесении нет оснований, так как калий хорошо адсорбируется почвой.

Для растений, не чувствительных к хлору и не отзывчивых на натрий, как, например, зерновые злаки, сильвинит по своей эффективности близок к другим калийным удобрениям (40% калийная соль, хлоркалий). Недостатком сильвинита, как и других сырых калийных солей, является сравнительно невысокое содержание в нем K_2O, что повышает накладные расходы на транспорт и внесение единицы K_2O в этом удобрении.

Внесение сильвинита в условиях ненасыщенных основаниями почв, вследствие взаимодействия его с почвенным поглощающим комплексом (реакции двойного обмена), в первое время вызывает известное активирование кислотности почвы, что может неблагоприятно сказаться на развитии чувствительных к реакции растений. При заблаговременном внесении сырых калийных солей этот момент в их действии на растения в значительной степени устраняется.

Не только сырые, но и концентрированные соли калия в какой-то степени активируют на некоторое время кислотность почвы. Однако влияние концентрированных солей в этом отношении сказывается значительно слабее по той причине, что общее количество вносимых в почву катионов при одной и той же дозе калия в концентрированных удобрениях будет в несколько раз меньшим, чем в сырых солях, где наряду с калием вносятся в избытке и натронные соли.

2. *Карналлит* — двойная соль хлористого калия и хлористого магния — $KCl \cdot MgCl \cdot 6H_2O$ с примесью хлористого натрия. Соликамский карналлит содержит около 13% K_2O. В качестве примеси в соликамском карналлите содержится 0,25—0,3% бромистого магния, а также в небольшом количестве соединения бора, иода и других редких элементов.

Карналлит весьма гигроскопичен. В сыром виде на непосредственное удобрение карналлит почти не применяется (сильная гигроскопичность и низкий процент K_2O). Идет на переработку в более концентрированные калийные и магнезиальные соли.

3. *Полигалит* — сернокислая соль калия, магния, кальция — $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 2CaSO_4 \cdot 2H_2O$.

Содержит от 10 до 15% K_2O.

Полигалит встречается в недавно открытом калийном месторождении СССР в Урало-Эмбинском районе (Озинки и другие пункты), представляет большой интерес для получения концентрированных сульфатов калия и сульфата калия-магния.

4. *Каинит* $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$. Содержание K_2O в каините, согласно его формуле, должно быть равным 18,9% Обычно

каинит содержит различные примеси: NaCl, кизерит ($MgSO_4H_2O$), сильвин, ангидрит ($CaSO_4$), поэтому содержание K_2O в нем обычно близко к 12—14%. Каинит, так же как и полигалит, встречается в новых калийных месторождениях Урало-Эмбинского района.

КОНЦЕНТРИРОВАННЫЕ КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

1. *Хлористый калий (хлоркалий)* KCl. Теоретическое содержание K_2O — 63,2%. В технических сортах, идущих на удобрение,— от 50 до 57% K_2O. Получается путем переработки сырых калийных солей сильвинита, карналлита и т. п. Высокое содержание K_2O в хлористом калии позволяет вносить его в качестве хорошего калийного удобрения под все культуры, в том числе и под ряд культур, чувствительных к избытку хлора. На единицу K_2O в хлористом калии вносится 0,8—0,9 единицы хлора, тогда как в сильвините на единицу K_2O вносится около 4 единиц хлора. Таким образом с одной и той же дозой калия в хлористом калии вносится почти в 5 раз меньше хлора, чем в сильвините, что и обусловливает достаточно хорошую эффективность хлористого калия под большинство хлорофобных растений.

2. *40% и 30% калийные соли* получаются путем смешения хлористого калия с сырыми калийными солями. За границей для приготовления калийных удобрительных солей, помимо указанных компонентов, применяются различные отходы от обогатительных фабрик, калийсодержащие шламы и т. п.

Наличие натрия в 40% и 30% калийных солях позволяет более эффективно использовать их для удобрения свеклы (сахарной и кормовой) — растения, положительно отзывающегося на внесение натрия. Для культур, чувствительных к хлору (картофель, лен, табак и ряд других), 40% и 30% калийные соли, содержащие больше хлора, чем хлористый калий, являются менее эффективными, чем этот последний.

Для остальных с.-х. культур эффективность хлористого калия и 40—30% калийных солей примерно одинакова.

3. *Сернокислый калий, сульфат калия* K_2SO_4. Теоретическое содержание K_2O—54,1%. В технических сортах, идущих на удобрение, содержится от 48 до 52% K_2O. Получается преимущественно методами обменного разложения хлористого калия и сернокислого магния. Может быть также получен путем переработки полигалита. Сульфат калия является лучшей формой калия для табака, винограда, цитрусовых и плодово-ягодных культур, льна, картофеля и овощных культур.

Физические свойства калийных удобрений

Название удобрений	Химическая формула	Цвет и внешний вид	Гигроскопичность
Сильвинит	$KCl + NaCl$	Кристаллический зернистый продукт розовато-бурого оттенка с отдельными красными кристалликами	Мало гигроскопичен
Карналлит	$KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$	Расплывающийся на воздухе кристаллический продукт красноватого цвета	Сильно гигроскопичен
30—40% калийные соли	KCl с примесью NaCl	Мелкокристаллический продукт сероватого цвета	Мало гигроскопичны
Хлористый калий	KCl	Белый мелкокристаллический продукт	Мало гигроскопичен
Сульфат калия	K_2SO_4	Мелкокристаллический порошкообразный продукт сероватого цвета	Негигроскопичен
Сульфат калия-магния	$K_2SO_4 \cdot MgSO_4$	Сероватый порошкообразный продукт	Негигроскопичен

Физические свойства калийных удобрений (продолжение)

Название удобрений	Слеживаемость	Рассеваемость (механическая)	Средняя влажность	Вес 1 м³ (в т)	Объем 1 т (в м³)
Сильвинит	Слеживается	Хорошая	До 3%	1,07—1,10[1]	0,94—0,91[1]
Карналлит	Сильно слеживается	Плохая	До 30% с кристаллизационной водой. При хранении во влажной атмосфере расплывается	0,9	1,11
30—40% калийные соли	Слеживается	Хорошая	До 5%	—	—
Хлористый калий	Слеживается	Хорошая в сухом состоянии, во влажном—плохая	До 3%	0,92—0,95	1,09—1,05
Сульфат калия	Не слеживается	Хорошая	До 3%	1,3	0,77
Сульфат калия-магния	Не слеживается	Хорошая	До 3%	—	—

[1] Первая цифра соответствует удобрению, хранившемуся при 20°С и при относительной влажности воздуха в 50%, вторая — при 20°С при относительной влажности 80%.

Применением сульфата калия достигается, помимо общего повышения урожая этих культур, также и получение высокого качества их продукции. Сульфат калия является также лучшей формой калия для клевера, люпина, сераделлы. Помимо высокой удобрительной ценности, сульфат калия обладает прекрасными физическими свойствами: он не слеживается и совершенно негигроскопичен. В силу этих свойств сульфат калия является очень хорошим компонентом для приготовления смешанных удобрений.

4. *Сульфат калия-магния* $K_2SO_4 \cdot MgSO_4$. Содержание K_2O—26—28%. Целесообразно применять под культуры, чувствительные к хлору. За границей распространен при культуре картофеля.

СЛОЖНЫЕ УДОБРЕНИЯ

ФОСФАТЫ АММОНИЯ

Ортофосфорная кислота с NH_3 может образовать три вида солей: моно-, ди- и триаммонийфосфаты —$NH_4H_2PO_4$, $(NH_4)_2HPO_4$ и $(NH_4)_3PO_4$. Из всех трех солей практическое значение как удобрение имеют только две первые. Триаммонийфосфат — неустойчивое соединение и при обыкновенной температуре легко распадается, выделяя газообразный аммиак:

$$(NH_4)_3PO_4 = (NH_4)_2HPO_4 + NH_3.$$

Диаммонийфосфат — соль менее устойчивая, чем моноаммонийфосфат, однако при обыкновенных температурах, хранении в сухом месте или в соединении с моноаммонийфосфатом диссоциация соли с выделением NH_3 идет очень медленно и не имеет практического значения.

Состав и свойства ортофосфатов аммония

	Молекулярный вес	Кристаллическая форма	Растворимость в г на 100 г воды при 25°	Давление паров аммиака при 100°	Содержание в %		Отношение P_2O_5
					N	P_2O_5	
Моноаммонийфосфат $NH_4H_2PO_4$	115,10	Тетрагональная	40,0	0,0	12,17	61,72	5,07
Диаммонийфосфат $(NH_4)_2HPO_4$	132,18	Моноклиническая	69,5	5,0	21,19	53,74	2,53
Триаммонийфосфат $(NH_4)_3PO_4 \cdot 3H_2O$	203,22	Орторомбическая	17,7	643	20,68	34,96	1,69

Хотя моноаммонийфосфат имеет слабокислую реакцию, а диаммонийфосфат — щелочную, но в почве оба удобрения должны рассматриваться как биологически кислые, так как аммиак фосфатов аммония превращается при нитрификации в азотную кислоту, причем, кроме образования сильной азотной кислоты, происходит и освобождение фосфорной кислоты, которые и нейтрализуются основаниями почвы.

Применение фосфатов аммония вызывает подкисление реакции почвы.

Фосфаты аммония продаются на рынке под разными названиями: моноаммонийфосфат выпускается в США под названием аммофоса; диаммонийфосфат выпускается во Франции под названием фосфатоаммония, в Германии — под названием диаммофоса; последний термин принят в нашей литературе. Кроме указанных удобрений, продаются различные смеси и сплавы, в состав которых входят фосфаты аммония (нитрофоски, аммофоски, лейнофос, аммофос «В», мочевина-калий-фосфор и т. д.).

Аммофос является в большинстве случаев неуравновешенным удобрением, т. е. в нем имеется избыток одного питательного элемента (фосфора) в сравнении с другим (азотом). Отношение азота к фосфору в продажных удобрениях 1 : 4, 1 : $4^1/_2$, диаммофос уже менее неуравновешен: $N : P_2O_5 = 1 : 2^1/_2$.

Неуравновешенность фосфатов аммония заставила выпускать на рынок фосфаты аммония, обогащенные сернокислым аммонием; именно в США выпущен аммофос «В» 20/20 (20% NH_3 и 20% P_2O_5), состоящий на 57,3% из сернокислого аммония. В Германии тоже был выпущен тук лейнафос, состоявший на 60% из сернокислого аммония и на 40% из диаммофоса, с содержанием N—20% и P_2O_5—20%, однако он не получил распространения.

Большая растворимость фосфорной кислоты аммофоса и диаммофоса позволяет употреблять их как поверхностное фосфорнокислое удобрение, вносимое по всходам. Имеются в литературе указания, что диаммофос может повреждать молодые корни растений, поэтому внесение диаммофоса в рядки надо делать так, чтобы между семенами и удобрением не было непосредственного соприкосновения.

Аммофос, состоящий в основном из моноаммонийфосфата, производится в США. Метод получения аммофоса состоит в усреднении аммиаком фосфорнокислой вытяжки.

В качестве типичного анализа аммофоса (моноаммонийфосфата), вырабатываемого в Анаконде в США, указываются (Ларсоном) следующие цифры:

Общее содержание P_2O_5	53,40%	Al_2O_3	0,50%
Водорастворимая P_2O_5	48,10%	Na_2O	0,75%
Цитратнорастворимая P_2O_5	4,81%	K_2O	0,14%
		F	0,71%
Нерастворимая P_2O_5	0,49%	Cu	0,01%
Аммиак NH_3	13,28%	As	0,11%
Азот N	10,91%	Cr	0,05%
Fe_2O_3	2,50%	V	0,28%

Американская цианамидная компания выпускает на рынок аммофос 13/48 и аммофос 20/20, которые, по сообщению компании, содержат соответственно не менее 48 и 20% P_2O_5, растворимой в нейтральном растворе лимоннокислого аммония, и 90—94% питательных веществ, заключающихся в аммофосе в водорастворимой форме.

Анализ аммофосов Американской цианамидной компании таков:

Аммофосы	P_2O_5 общей	P_2O_5 водной	P_2O_5 цитратной	N	CaO	R_2O_3	SO_3	H_2O
«А» I.13/48	48,3	43,8	3,4	10,6	2,8	3,1	4,0	1,5
«В» II.20/20	22,7	20,3	12,1	16,3	2,2	2,8	37,3	0,4

О содержании в составе аммофосов солей указываются следующие цифры:

аммофос 13/48: $NH_4H_2PO_4$ — 61%, $NH_4H_2PO_4$—11%, $(NH_4)_2SO_4$—4%, $Ca_3(PO_4)_2$—2,5%;

аммофос 20/20: $NH_4H_2PO_4$—30%, $(NH_4)_2HPO_4$ — 6%, $(NH_4)_2SO_4$—57%, $Ca_3(PO_4)_2$—0,5%.

Кроме того, в составе аммофосов имеются фосфаты железа и алюминия, гипс и кремнекислота.

Аммофосы, изготовляемые из апатитов, будут по своему качеству лучше заграничных. Аммофосы из апатита содержат около 50% водорастворимой P_2O_5. В составе аммофосов, полученных из фосфоритов, богатых железом и алюминием, значительная часть фосфорной кислоты находится в форме воднонерастворимых аммиачных солей железофосфорной кислоты. Таким образом даже часть азота (0,5—1,5% N) в аммофосах из низкопроцентных фосфоритов

находится в нерастворимой в воде форме. Усвояемость нерастворимой в воде фосфорной кислоты аммофосов, согласно результатам вегетационных опытов НИУ, значительно хуже действия водорастворимой P_2O_5 — около 40% от действия последней.

Диаммонийфосфат, поступающий в продажу под названием диаммофоса, получается в Германии трестом «ИГ» из чистой фосфорной кислоты, полученной методом электровозгонки.

Состав диаммофоса как продукта, получаемого из чистой фосфорной кислоты, близок к чистому диаммонийфосфату; продажные продукты содержат 20—21% N и 52—53% P_2O_5. Состав же аммофоса как продукта, получаемого из вытяжек, зависит от состава последних. Фосфориты, употребляемые при производстве в США, содержат немного полуторных окислов (около 2%), тогда как фосфориты рязанского горизонта Егорьевского месторождения —13—17%, Вятско-камского месторождения — 5—10%. Понятно, что в наших аммофосах сильно падает количество водорастворимой P_2O_5 за счет увеличения фосфатов полуторных окислов.

В условиях СССР производство аммофоса и диаммофоса должно получить большое значение. В большинстве случаев, особенно при удобрении технических культур (как, например, хлопок и сахарная свекла), приходится применять азотно-фосфорное удобрение. Потребность одновременно в азоте и в фосфоре резко выражена в зоне черноземных почв и на сероземах, применение на этих почвах биологически кислого удобрения не может вызвать каких-либо неблагоприятных явлений.

АММОНИЗИРОВАННЫЕ СУПЕРФОСФАТЫ

Аммонизированные суперфосфаты получили широкое распространение в США. Получаются они путем насыщения простых или двойных суперфосфатов безводным аммиаком, аммиачным раствором или аммиакатами (растворы NH_4NO_3, $Ca(NO_3)_2$ и $CO(NH_2)_2$ в безводном аммиаке).

Процесс обработки суперфосфата аммиаком был предложен в 1873 г. Мак Дуголлом. В 1924 г. французская фирма (St. Gobain) запатентовала и выпустила на рынок аммонизированный суперфосфат под названием с у п е р а м . Получался суперам путем применения при производстве суперфосфата избытка кислоты и обработкой затем суперфосфата 5% смесью аммиака с воздухом. Обработка суперфосфата в промышленном масштабе в США началась в 1928 г., причем употреблялся сначала 25% раствор NH_3, затем стал применяться безводный аммиак и аммиакаты.

При аммонизации суперфосфата, в зависимости от количеств введенного аммиака, происходят различные реакции. Если NH_3 вводится из расчета всего 1 моль NH_3 на 1 моль монокальцийфосфата P_2O_5, что дает в среднем около 2—3% N в готовом продукте, то после нейтрализации свободной кислоты происходит реакция:

$$CaH_4(PO_4)_2 + NH_3 = NH_4H_2PO_4 + CaHPO_4.$$

Такая слабая степень аммонизации суперфосфата не уменьшает количества цитратнорастворимой P_2O_5 и, как показали опыты НИУ, не понижает усвояемости P_2O_5 на разных почвах. Дальнейшая аммонизация с увеличением количества NH_3 ведет обычно к ретроградации P_2O_5 с образованием трехкальциевого фосфата. Эти продукты содержат P_2O_5, хорошо усвояемую на кислых почвах, но уже действующую слабее на черноземных почвах.

Аммонизация суперфосфатов значительно улучшает их физические свойства — уничтожается кислотность, уменьшается слеживаемость, комкуемость, улучшаются рассеваемость и хранение. Кроме того, имеется целый ряд преимуществ технологического порядка: сокращается время изготовления; можно давать больше кислоты, чем при обычном суперфосфатном производстве, что ускоряет разложение фосфорита и апатита; не надо ждать созревания тука; для поглощения аммиака не надо никакого балластного вещества вроде серной кислоты, которая необходима при производстве сульфата аммония.

Получение аммонизированных суперфосфатов намечено уже в СССР.

АММИАЧНЫЕ СУПЕРФОСФАТЫ

Не надо смешивать аммиачные суперфосфаты с аммонизированными суперфосфатами, так как первые получаются путем смешения сернокислого аммония с суперфосфатом. После смешения происходит обменная реакция между $(NH_4)_2SO_4$ и $CaH_4(PO_4)_2$ с образованием фосфата аммония и выделением гипса, благодаря чему смесь затвердевает и требует нового размола. Смешение сернокислого аммония и суперфосфата делается в различных соотношениях.

Нитрофос представляет сплав азотнокислого аммония с фосфоритной мукой.

Фосфазот получается во Франции путем обработки серной кислотой смеси цианамида кальция и фосфорита, причем из цианамида образуется мочевина, а из фосфорита—монокальцийфосфат.

Нитрофосфат получается путем экстракции фосфорной кислоты фосфорита азотной кислотой. Состоит из кальциевой селитры и монокальцийфосфата; 90% общей фосфорной кислоты тука растворимо в воде.

АЗОТНО-КАЛИЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Калийно-азотные удобрения: потазот, калийно-аммиачная селитра, калийная селитра.

Потазот состоит из NH_4Cl и KCl. В продажном удобрении отношение N : K_2O близко к 1 : 2, содержит громадный избыток хлора (на 1 кг N приходится 4 кг хлора), почему с дозой потазота в 45 кг N вносится уже 180 кг хлора на гектар.

Такое громадное количество хлора, особенно на кислых почвах, нежелательно для применения под многие растения: табак, картофель, гречиха, конопля, виноград, лук, капуста, огурцы и т. д.

Удобрение физиологически сильнокислое. При избытке в стране азота могло бы быть использовано на удобрение зерновых злаков, лугов, пастбищ и кормовых корнеплодов.

Калийно-аммиачная селитра во Франции называется нитропоташом. Тесная смесь эквимолекулярных количеств NH_4NO_3 и KCl, благодаря обменной реакции между этими солями, образует KNO_3 и NH_4Cl; эти соли значительно менее гигроскопичны, чем исходные. Содержат много меньше хлора, чем потазот, менее кислое удобрение. Хранится неважно, так как обменная реакция при изготовлении идет не до конца. В последнее время не выпускается на рынок в Германии, но сильно рекламируется во Франции.

Калийная селитра содержит большой избыток калия над азотом, имеет хорошие физические свойства, хорошо хранится и рассевается. Способ получения — обменная реакция между $NaNO_3$ и KCl с образованием NaCl и KN_2O_3, которые образуются благодаря различной растворимости этих солей в зависимости от температуры раствора.

Из азотно-калийных удобрений изготовление в СССР калийно-аммиачной селитры могло бы получить значение для обслуживания районов льноводства, а также посевов картофеля. Соотношение в калийно-аммиачной селитре N : K_2O = 1 : 1,7 для льна и картофеля не может считаться неуравновешенным. Под картофель на оподзоленных, особенно легких почвах желательно иметь в удобрении избыток калия над азотом, для льна тоже большие количества азота часто бывают только вредны. Посевы льна, сде-

ланные по клеверному пласту, нуждаются сильно в калии и мало в азоте. Недостаточно хорошие физические свойства калийно-аммиачной селитры могли бы быть улучшены гранулировкой и парафинированием тука. Калийная селитра могла бы найти применение под лен по клеверищу. Рациональное использование потазота в наших условиях затрудняется тем, что потребность в азоте и калии часто имеет место для таких боящихся избытка хлоридов растений, как картофель, лен, табак. При этом чувствительность растений к хлоридам велика на легких песчаных и супесчаных почвах. Но в то же время потребность растений в калии и азоте возрастает именно на этих почвах.

ТРОЙНЫЕ УДОБРЕНИЯ

Тройные удобрения: нитрофоски, аммофоски, мочевина-калий-фосфор.

Нитрофоски выпускаются трестом «ИГ» в Германии. Для изготовления нитрофоски берутся NH_4NO_3, $(NH_4)_2HPO_4$ и KCl; вместо хлористого калия в нитрофоске марки «С» коричневой хлористый калий заменен сернокислым. В настоящее время выпущена марка IV, в которой совсем нет нитратного азота. Но и в старых пяти марках нитратного азота очень мало (около $^1/_3$ от общего количества азота). Наименование данного удобрения нитрофоской носит рекламный характер, так как нитратный азот ценится выше аммиачного. То же самое можно сказать о наименовании сульфонитратаммония лейнаселитрой.

Нитрофоски, в зависимости от их состава, рекомендуются под различные культуры и для разных почв. Все нитрофоски, кроме зеленой «А», вывозимой из Германии в США, не имеют в своем составе много фосфора, но в достаточной мере снабжены калием. Коричневая нитрофоска «С», в состав которой входит сернокислый калий, рекомендуется для применения под растения, весьма чувствительные к хлору, например табак.

Несмотря на то, что при изготовлении нитрофосок берется азотнокислый аммоний, они хорошо хранятся и хорошо рассеваются. Дело в том, что при смешении солей происходят обменные реакции, в результате чего нитрофоски состоят главным образом из KNO_3, NH_4Cl и $(NH_4)_2HPO_4$, т. е. из негигроскопичных солей. При изготовлении нитрофоски хлористый или сернокислый калий берется в количестве не менее чем эквимолекулярном по отношению к NH_4NO_3. Состав продажных нитрофосок близок к рекламируемому, как видно из приведенных

таблиц, где приведены анализы партий нитрофосок, полученных НИУ от треста «ИГ».

Аммофоски изготовляются в США из сернокислого аммония, аммофоса и хлористого калия. По своим физическим свойствам они еще лучше нитрофосок, так как в них совершенно отсутствует азотнокислый аммоний. По соотношению компонентов они резко отличаются от нитрофосок, налицо резкое преобладание в их составе фосфора над калием и азотом.

Мочевина-калий-фосфор, или хакафос, изготовляется в Германии трестом «ИГ», состоит из мочевины, калийной селитры и диаммонийфосфата. Характеризуется полным отсутствием балластных веществ, полной растворимостью в воде, наличием трех форм азота—нитратной, амидной и аммиачной. Удобрение дорогое, рекомендуется для применения в садоводстве и огородничестве, в частности в виде жидкого удобрения, при поливе в форме дождевания посевов интенсивных садово-огородных культур.

Все три формы тройных удобрений характеризуются высокой концентрацией и большой растворимостью питательных веществ и являются первоклассными, физиологически слабокислыми и кислыми удобрениями.

Анализ тройных удобрений, полученных НИУ из-за границы

Название удобрений	N			P_2O_5			K_2O общий	Cl	SO_4
	общий	нитратный	аммиачный	общая	водная	лимоннорастворимая			
Нитрофоска I . .	17,17	5,61	11,56	13,28	13,10	13,04	21,65	17,07	—
» II . .	15,10	5,51	9,59	11,30	11,08	11,04	26,45	21,09	—
» III . .	16,89	4,99	11,90	17,47	17,05	17,39	20,67	16,67	—
» «А» . .	15,06	3,12	11,94	30,23	27,56	29,12	13,96	11,73	—
» «С» . .	15,76	4,48	11,28	17,04	14,64	16,88	17,58	0,94	20,91
Аммофос 12/24/12	12,40	—	12,40	24,69	21,55	23,20	13,00	9,79	21,83
» 10/30/10	10,76	—	10,76	30,64	27,28	29,25	10,55	8,32	16,35
» 12/16/12	12,23	—	12,23	17,47	15,03	15,51	13,28	9,89	33,32
» 9/18/18	9,48	—	9,48	19,91	16,49	17,05	18,92	14,35	21,04

В условиях СССР нитрофоски могли бы быть с успехом использованы для удобрения сахарной свеклы в районах, где имеется потребность в калии, а также под лен и коноплю на оподзоленных и выщелоченных почвах, под картофель и овощные культуры.

Состав сложных удобрений

Наименование удобрений	Концентрация в процентах				Отношение компонентов $N—P_2O_5—K_2O$
	N	P_2O_5	K_2O	Сумма	
Аммофос «А» 13/48	10,7	48	—	58,7	1—4½—0
» «В» 20/20	16,5	20	—	36,5	1—1¼—0
Лейнофос	20,0	20	—	40	1—1 —0
Диаммофос	21,0	53	—	74	1—2½—0
Фосфазот	10—12	10—13	—	20—25	1—1 —0
Нитрофос	15,5	9	—	24,5	1—⅔—0
Нитрофосфат	7—8	15—17	—	22—25	1—2 —0
Фосфоаммомагнезия	4,0	22	—	26	1—5½—0
Аммонизированный суперфосфат	2—3	14—20	—	16—23	1—6 —0
Потазот	12,0	—	24	36	1—0 —2
Калийно-аммиачная селитра (нитропоташ)	16,5	—	25	41,5	1—0 —1½
Калийная селитра	13,5	—	45	58,5	1—0 —3½
Термофосфат «Ренания»	—	15—25	8	23—33	0—⅔ —1
Нитрофоска I	17,5	13	22	52,5	1—¾ —1¼
» II	15,0	11	25,5	51,5	1—¾ —1¾
» III	16,5	16,5	20	53	1—1 —1¼
» IV	13,0	13	18	44	1—1 —1⅓
» «А»	15,0	30	15	60	1—2 —1
» «С»	15,5	15,5	19	50	1—1 —1¼
Аммофоска 1	12,0	24	12	48	1—2 —1
» 2	9,0	18	18	45	1—3 —2
» 3	10,0	30	10	40	1—3 —1
» 4	12,0	16	12	40	3—4 —3
Мочевина-калий-фосфор (хакафос)	28,0	14	14	56	2—1 —1

БОРНЫЕ УДОБРЕНИЯ

В качестве борных удобрений употребляются борная кислота, бура и бормагниевый сульфат — отход борного производства. Вполне возможно использование на удобрение сырых тонко размолотых бороносных пород Индерского месторождения: гидроборацита, красной бороносной глины и ашаритовой породы (последняя несколько менее усвояема, чем остальные борные удобрения). За границей применяют также борный суперфосфат, являющийся простым суперфосфатом, к которому подмешано 5% буры.

Борная кислота H_3BO_3 и бура $Na_4B_2O_7$ применяются технические. Бормагниевый сульфат состоит из 5—15% борной кислоты и 95—85% сульфата магния. Состав сырых индерских боратов, бывших в опытах НИУИФ, характеризуются следующими цифрами:

	Красная глина	Апатитовая порода		Красная глина	Апатитовая порода
B_2O_3	4,73	23,00	CO_2	6,51	6,90
F_2O_3	2,06	0,64	H_2O	10,30	8,13
Al_2O_3	3,20	1,50	Потери при прокаливании при 800°	22,70	29,60
CaO	15,02	17,05			
MgO	10,68	19,48	Остаток, нерастворимый в HCl	20,78	2,85
(KNa)O	0,74	2,67			
SO_3	19,70	1,36			

Кроме Индерского месторождения боратов, имеются около Пятигорска залежи борного силиката датолита $CaB_2Si_2O_8Ca(OH)_2$ с содержанием B_2O_3 около 4,6%. Сырой размолотый датолит действует весьма слабо, борсодержащий алюмосиликат турмалин в размолотом виде негоден на удобрение.

Содержание бора в растениях, по анализам Бертрана и Вааля, характеризуется следующими цифрами:

Растение	В мг/кг сухого вещества	Растение	В мг/кг сухого вещества
Ячмень	2,3	Капуста	31,1
Рожь	3,1	Соя	37,1
Пшеница	3,3	Чечевица	41,4
Порей	3,1	Фасоль	43,0
Кукуруза	5,0	Репа	49,2
Шпинат	10,4	Редиска	64,5
Цикорий	13,9	Клевер инкарнатный	69,9
Сельдерей	20,0	Свекла	75,6
Горох	21,7	Одуванчик	80,0
Горчица	21,9	Молочай	93,0
Морковь	25,0	Мак	94,7
Эспарцет	36,2		

Район применения бора — в основном известкованные подзолистые почвы, особенно переизвесткованные почвы. Возможно использование боратов и на участках, получавших дефекационную грязь, около сахарных заводов, а также на участках с очень высокими урожаями, где может проявиться недостаток усвояемого бора.

Растения, отзывчивые на бор, — лен, семенные посевы бобовых, сахарная свекла и другие корнеплоды, томаты, горчица. Неотзывчивые злаки. Признаком недостатка бора является побеление верхушек, отмирание точки роста, уменьшение семенной продукции.

Ориентировочные дозы бора для свеклы—1,5—3 кг B на 1 га, для льна — 0,5—1,5 кг, для клевера — 1—2 кг и для люцерны — 3,5 кг B на 1 га.

СОСТАВ НАВОЗА И НАВОЗНОЙ ЖИЖИ

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОДСТИЛКИ, ИЗВЕРЖЕНИЙ И ЖИЖИ

(по Ф. Т. Перитурину)

Состав подстилки (в процентах)

	Вода	Азот	Фосфорная кислота	Калий	Известь	Зола
Солома озимой ржи	14,3	0,4	0,25	0,85	0,3	3,8
» пшеницы	14,3	0,48	0,22	0,93	0,28	4,6
» овса	14,3	0,56	0,28	1,63	0,43	6,1
» гороха	16,0	1,06	0,35	0,10	1,6	4,3
» проса	—	0,78	0,18	1,28	1,91	—
» кукурузы	15,0	0,48	0,38	1,64	0,60	4,5
Осока	14,0	—	0,42	2,0	0,5	6,0
Листья дуба	14,0	0,8	0,34	0,25	2,3	—
Хвоя сосны	—	0,8	0,1	0,1	0,5	—
» ели	—	0,5	0,2	0,1	0,5	—
Опилки	—	0,2	0,3	0,7	1,1	—
Торф луговой	30,0	2,3	0,4	0,2	—	—
» моховой	20,0	1,5	0,1	0,05	0,3	—

Состав извержений (в процентах)

	Вода	Сухое вещество	Азот	Калий (K_2O)	Фосфорная кислота (P_2O_5)	Известь (CaO)
Свежий кал						
Лошадей	75,7	24,3	0,44	0,35	0,35	0,15
Крупного рогатого скота	83,8	16,2	0,29	0,10	0,17	0,34
Овец	65,5	34,5	0,55	0,15	0,31	0,46
Свиней	82,0	18,0	0,60	0,26	0,41	0,10
Моча						
Лошадей	90,1	9,9	1,55	1,50	0,00	0,45
Крупного рогатого скота	93,8	6,2	0,58	0,49	0,00	0,01
Овец	87,2	12,8	1,95	2,26	0,01	0,16
Свиней	96,7	3,3	0,43	0,83	0,07	0,00

Состав свежего навоза (в процентах)

	Соломенная подстилка					Торфяная подстилка	
	Навоз обыкновенный	Конский	Крупного рогатого скота	Овечий	Свиней	Конский	Крупного рогатого скота
Вода	75,00	71,30	77,50	64,60	72,40	67,00	77,50
Сухое вещество	25,00	28,70	22,50	35,40	27,60	33,00	22,50
Азот общий	0,50	0,58	0,45	0,83	0,45	0,80	0,60
Фосфорная кислота	0,25	0,28	0,23	0,23	0,19	0,25	0,22
Калий	0,60	0,53	0,50	0,67	0,60	—	—
Известь	0,50	0,21	0,40	0,33	0,80	0,44	0,55

Состав навозной жижи

	Вода	Азот	Фосфорная кислота	Калий	Известь
Содержание (в %)	98,8	0,22	0,01	0,46	0,02
Содержание в среднем в 1 л	—	2,5	—	4,6	—

Состав птичьего помета (в процентах)

	Помет			
	утон	гусей	кур	голубей
Вода	56,6	77,1	56,0	51,9
Азот	1,0	0,55	1,63	1,76
Калий	0,62	0,95	0,85	1,0
Фосфорная кислота	1,40	0,54	1,54	1,78
Известь	1,70	0,84	2,40	1,60
Годовое количество (в кг)	8,5	11,0	5,5	2,75

РАСЧЕТЫ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ

Два или три питательных вещества должны содержаться в смешанном удобрении в определенном количественном соотношении, зависящем от свойств почвы, требований удобряемого растения, от севооборота и времени внесения удобрения. Это соотношение для каждого данного случая выражается по количеству азота в смешанном удобрении, принимаемому за единицу. Например, когда на 1 га требуется внести в смешанном удобрении 60 кг азота (N), 90 кг фосфорного ангидрида (P_2O_5) и 30 кг калия (K_2O), то соотношение $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1,5 : 0,5$. Если смесь должна состоять только из двух видов удобрения, то в соотношении количество отсутствующего питательного вещества обозначается нулем; для приведенного случая, но без калия, соотношение, таким образом, будет: 1 : 1,5 : 0.

Для получения смеси с заданным соотношением $N : P_2O_5 : K_2O$ следует брать определенные заранее количества каждого из смешиваемых удобрений (компонентов). Эти количества зависят от содержания питательных веществ в каждом из компонентов, известного по анализу. Зная анализ удобрений, возможно произвести расчет их дозировки для приготовления смеси с требующимся соотношением $N : P_2O_5 : K_2O$ путем решения уравнений с двумя (для двойных смесей) или с тремя (для тройных смесей) неизвестными. Для упрощения расчетов можно пользоваться готовыми формулами.

В приводимых ниже формулах расчета смешанных удобрений принимаются следующие условные обозначения:

Искомые величины:

x — количество содержащего азот компонента, которое надлежит ввести в смесь (на единицу смеси);

y — количество фосфорного или азотно-фосфорного (аммофос, аммонизированный суперфосфат) компонента, подлежащего введению в смесь (на единицу смеси);

z — то же для калийного компонента.

Исходные известные величины:

$$N : P_2O_5 : K_2O = 1 : P : K,$$

т. е. показатель азота в заданном соотношении принимается равным 1;

P — величина показателя P_2O_5 в соотношении;

K — величина показателя K_2O в соотношении;

a — процентное содержание азота в азотном компоненте;

p — процентное содержание P_2O_5 в фосфорном (или в азотно-фосфорном) компоненте;

k — процентное содержание K_2O в калийном компоненте;

b — процентное содержание азота в азотно-фосфорном компоненте;

a_1 — процентное содержание азота в добавке (в случае введения ее в смесь);

p_1 — процентное содержание P_2O_5 в добавке (в случае введения ее в смесь);

n — количество добавки, которое выражено в процентах на полный состав смеси (смесь удобрений вместе с добавкой принимается за 100).

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ДВОЙНЫХ СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ

Случай 1. Компоненты — простые удобрения.

а) Смешанное удобрение азотно-фосфорное:

$$x = \frac{p}{Pa + p};$$

$$y = 1 - x.$$

б) Смешанное удобрение азотно-калийное:

$$x = \frac{k}{Ka + k};$$

$$z = 1 - x.$$

в) Смешанное удобрение фосфорно-калийное (в требуемом соотношении за единицу принят показатель P_2O_5):

$$y = \frac{k}{Kp + k};$$

$$z = 1 - y.$$

Случай 2. P_2O_5 содержится в азотно-фосфорном компоненте. Азотный компонент — простое удобрение; смешанное удобрение — азотно-фосфорное:

$$x = \frac{p - Pb}{P(a - b) + p};$$

$$y = 1 - x.$$

Случай 3. Компоненты — простые азотное и фосфорное удобрения; в смесь вводится добавка.

а) Добавка содержит азот:

$$x = \frac{p(1 - 0{,}01n) - 0{,}01Pa_1n}{Pa + p};$$

$$y = 1 - (x + 0{,}01n).$$

б) Добавка содержит P_2O_5:

$$x = \frac{p(1 - 0{,}01n) + 0{,}01np_1}{Pa + p};$$

$$y = 1 - (x + 0{,}01n).$$

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ТРОЙНЫХ СМЕШАННЫХ УДОБРЕНИЙ

Случай 1. Компоненты — простые удобрения:

$$x = \frac{pk}{Pak + p(Ka + k)};$$

$$y = \frac{Pax}{p};$$

$$z = 1 - (x + y).$$

Случай 2. P_2O_5 содержится в азотно-фосфорном компоненте. Азотный и калийный компоненты — простые удобрения:

$$x = \frac{k(p - Pb)}{Pk(a - b) + p(Ka + k)};$$

$$y = \frac{Pax}{p - Pb};$$

$$z = 1 - (x + y).$$

Случай 3. Компоненты — простые удобрения; в смесь вводится добавка.

а) Добавка содержит азот:

$$x = \frac{kp - 0{,}01n\,(Pa_1k + Ka_1p + Kp)}{p\,(Ka + k) + Pak};$$

$$y = \frac{P\,(ax + 0{,}01a_1n)}{p};$$

$$z = 1 - (x + y + 0{,}01n).$$

б) Добавка содержит P_2O_5:

$$x = \frac{kp + 0{,}01kn\,(p_1 - p)}{Pak + p\,(Ka + k)};$$

$$y = \frac{Pax - 0{,}01np_1}{p};$$

$$z = 1 - (x + y + 0{,}01n).$$

в) Добавка не содержит питательных веществ:

$$x = \frac{pk\,(1 - 0{,}01n)}{Pak + p\,(Ka + k)};$$

$$y = \frac{Pax}{p};$$

$$z = 1 - (x + y + 0{,}01n).$$

Примеры расчета

Для примеров предполагаем, что в приготовляемом тройном смешанном удобрении соотношение $N:P_2O_5:K_2O$ должно составлять 1:1,5:0,5.

Пример 1. Смесь приготовляется из компонентов:
сульфата аммония — содержит 20,5% N (a);
аммонизированного суперфосфата — содержит 18% P_2O_5 (p) и 2,5% N (a_1);
калийной соли — содержит 40% K_2O (k).
Этому составу компонентов соответствуют формулы для 2-го случая расчета:

$$x = \frac{40\,(18 - 1{,}5 \cdot 2{,}5)}{1{,}5 \cdot 40\,(20{,}5 - 2{,}5) + 18\,(0{,}5 \cdot 20{,}5 + 40)} = \frac{570}{1984{,}5} = 0{,}287;$$

$$y = \frac{1{,}5 \cdot 20{,}5 \cdot 0{,}287}{18 - 1{,}5 \cdot 2{,}5} = \frac{8{,}825}{14{,}25} = 0{,}619;$$

$$z = 1 - (0{,}287 + 0{,}619) = 0{,}094.$$

Таким образом для получения 1 т смешанного удобрения с заданным соотношением питательных веществ необходимо взять 0,287 т сульфата аммония, 0,619 т аммонизированного суперфосфата и 0,094 т калийной соли.

В 1 т такой смеси будет содержаться:

Азота:

$0{,}205 \cdot 0{,}287 = 0{,}05883$ (азот сульфата аммония)

$0{,}025 \cdot 0{,}619 = 0{,}01547$ (азот аммонизированного суперфосфата)

всего азота 0,0743 т (7,4%).

P_2O_5:

$$0{,}18 \cdot 0{,}619 = 0{,}111 \text{ т } (11{,}1\%).$$

K_2O:

$$0{,}40 \cdot 0{,}094 = 0{,}037 \text{ т } (3{,}7\%).$$

При дозах 60 кг/га N, 90 кг/га P_2O_5 и 30 кг/га K_2O эта смесь на 1 га должна быть внесена в количестве

$$60 : 74{,}3 = 0{,}808 \text{ т}.$$

Пример 2. Компонентами являются:

аммиачная селитра — содержит 34% N (a);

простой суперфосфат — содержит 18,5% P_2O_5 (p);

калийная соль — содержит 40% K_2O (k);

костяная мука, содержащая 33% P_2O_5 (p_1), — вводится в смесь в количестве 8% (n) в качестве добавки.

Составу компонентов соответствует формула для случая 3 «б» расчета:

$$x = \frac{40 \cdot 18{,}5 + 0{,}01 \cdot 40 \cdot 8\,(33 - 18{,}5)}{1{,}5 \cdot 34 \cdot 40 + 18{,}5\,(0{,}5 \cdot 34 + 40)} = \frac{786{,}4}{3094{,}5} = 0{,}2540;$$

$$y = \frac{1{,}5 \cdot 34 \cdot 0{,}254 - 0{,}01 \cdot 8 \cdot 33}{18{,}5} = \frac{10{,}314}{18{,}5} = 0{,}5575;$$

$$z = 1 - (0{,}2540 + 0{,}5575 + 0{,}01 \cdot 8) = 0{,}1085.$$

1 т смеси заданного состава состоит из 0,254 т аммиачной селитры, 0,5575 т суперфосфата и 0,1085 т калийной соли (а также добавки — 0,08 т костяной муки).

В ней содержится:

азота:

$$0{,}34 \cdot 0{,}2540 = 0{,}08636 \text{ т } (8{,}6\%).$$

P_2O_5:

$0{,}185 \cdot 0{,}5575 = 0{,}10314$ т (P_2O_5 суперфосфата)

$0{,}33 \cdot 0{,}08 = 0{,}02640$ т (P_2O_5 костяной муки)

всего P_2O_5 0,12954 т (12,95%).

K_2O:

$0{,}40 \cdot 0{,}1085 = 0{,}04320$ т (4,3%).

При дозах 60 кг/га N, 90 кг/га P_2O_5 и 30 кг/га K_2O эта смесь на 1 га должна вноситься по $60 : 86{,}4 = 0{,}695$ т.

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УДОБРЕНИЙ, ИХ ЗНАЧЕНИЕ, МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И УЛУЧШЕНИЯ

Физические свойства удобрений определяют их качество, а часто и самую возможность их применения, так же как это имеет место в отношении химического состава продукта.

Наиболее важными из физических свойств для удобрений следует считать гигроскопичность, слеживаемость и рассеваемость. Гигроскопичность удобрений обусловливает особые условия их хранения, транспорта и применения; способность солей слеживаться затрудняет ее применение и поэтому понижает ее качество; рассеваемость обусловливает выбор сеялки той или иной конструкции для внесения удобрений в почву.

Характерными свойствами удобрений являются также их углы откоса (покоя) и объемные веса, знание которых бывает необходимо для ряда практических расчетов.

ГИГРОСКОПИЧНОСТЬ

Под гигроскопичностью подразумевают свойство тел притягивать влагу из воздуха.

Гигроскопичность удобрений имеет большое значение для их применения. Так, слеживаемость водорастворимых удобрений обусловливается в значительной мере их гигроскопичностью. От повышения влаги в продукте растет и угол естественного откоса. И первое и второе влияет отрицательно на способность удобрений к просеиванию.

У сильно гигроскопичных удобрений при хранении их без герметической тары в естественных складских условиях способность к рассеванию может потеряться совсем. При понижении

способности к рассеву последний делается неравномерным, отчего значительно понижается агрономическая эффективность удобрений. Гигроскопичность вызывает необходимость в герметической таре и создает ряд неудобств при применении удобрения (расплывание, прилипание и т. д.).

Следует учитывать, однако, что на каждое из физических свойств, помимо гигроскопичности, влияют и другие факторы и не всегда можно вывести прямую зависимость между гигроскопичностью и другими физическими свойствами.

Так, например, на количество жидкой фазы продукта, хранящегося в известных условиях, влияет, помимо гигроскопичности, также первоначальное содержание в нем влаги и растворимость продукта. На способность рассеваться, комковаться, мазаться, липнуть, на угол откоса и т. п. влияют также вязкость жидкой фазы и особенно влагоемкость продукта. На слеживаемость, помимо содержания жидкой фазы (и следовательно косвенно гигроскопичности), влияют способность к кристаллизации солей и главным образом величина частиц (помимо ряда и других факторов). Все указанное следует учитывать при установлении зависимости гигроскопичности и других физических свойств продуктов.

Всякое растворимое в воде вещество, содержащее некоторое количество влаги, имеет на поверхности своих частиц слой насыщенного раствора. Этот раствор имеет всегда давление паров меньше, чем давление паров воды, насыщающих пространство. Если вещество поместить в атмосферу, насыщенную парами воды, то, в силу разности парциальных давлений паров воды в атмосфере и над поверхностью раствора, покрывающего частички вещества, пары воды будут поглощаться веществом, обусловливая этим явление гигроскопичности. То же явление будет происходить и во всех тех случаях, когда парциальное давление паров воды в атмосфере будет большим, чем давление паров воды насыщенного раствора вещества.

Поглощение паров воды будет продолжаться до тех пор, пока все вещество не перейдет в состояние раствора, имеющего то же парциальное давление паров, как и в воздухе, окружающем вещество.

Описанное явление поглощения паров воды из атмосферы можно рассматривать как частный случай абсорбции газа жидкостью из среды инертного газа.

Как показывают теоретические изыскания и экспериментальные исследования, поглощение паров воды водорастворимыми

влажными веществами подчиняется следующим закономерностям:

$$Q = K_1 (h_a - h), \tag{1}$$

где

$$K_1 = \frac{P}{100 \left(\frac{X_g}{K_g F_g} + \frac{X_l}{H K_l F_l} \right)}. \tag{2}$$

Здесь:

h — гигроскопическая точка продукта, определяющая тот процент относительной влажности, при котором вещество ни поглощает, ни теряет влаги;

h_a — относительная влажность воздуха;

P — максимальная упругость пара воды в воздухе;

Q — количество влаги, поглощенной единицей поверхности вещества в единицу времени;

X_g — толщина слоя (пленки) неподвижного воздуха над веществом;

F_g — площадь, измеряемая перпендикулярно направлению диффузии газа;

K_g — коэфициент скорости диффузии паров воды через воздух;

X_l — толщина жидкой пленки, покрывающей вещество;

H — константа закона Генри;

K_l — коэфициент скорости диффузии растворимого вещества в жидкой фазе;

F_l — площадь абсорбции;

K_1 — коэфициент скорости поглощения паров воды.

Наличие закономерностей, выраженных приведенными выше уравнениями, позволяет сделать ряд важных в практическом отношении выводов.

1. Количество влаги, поглощенной солью, прямо пропорционально разности $h_a - h$, т. е. растет с увеличением относительной влажности воздуха (h_a) и уменьшением значения гигроскопической точки вещества (h). Поэтому максимальное количество влаги будет поглощаться солями в тех местностях, где выше относительная влажность воздуха, и теми солями, у которых наименьшее значение гигроскопических точек.

2. Значения P, K_g и K_l растут с повышением температуры. Поэтому поглощение влаги солями будет больше в местностях СССР с теплым климатом, чем с холодным.

3. Количество поглощенной влаги зависит от величины X_g — толщины пленки неподвижного воздуха над поверхностью соли.

Поэтому соль, хранящаяся на ветру, будет больше поглощать влагу, чем хранящаяся в неподвижном воздухе. Отсюда следует, что для предохранения солей от увлажнения, от сырого воздуха двери и окна складов и ж.-д. вагонов в сырую погоду нужно держать плотно закрытыми.

4. Количество поглощенной влаги зависит от величины K_l — коэфициента скорости диффузии растворенной соли. Так как значение этого коэфициента растет с растворимостью солей, то лучше растворимые соли будут более гигроскопичны, чем менее растворимые.

5. Количество поглощенной влаги растет с увеличением площади абсорбции (F_l). Последняя больше для крупнозернистых материалов (с большими порами), чем для порошков. Поэтому, вопреки общераспространенному мнению, гигроскопичность крупнокристаллических солей более, чем порошкообразных.

Однако отсюда не следует делать вывод, что для улучшения физических свойств продукта производственник должен тонко размалывать продукт; как будет показано ниже, уменьшение величины частиц в сильной степени увеличивает способность к слеживанию; несколько уменьшая гигроскопичность, можно сделать продукт сильно слеживающимся.

Как показывает опыт, насыщенный раствор смеси солей будет в большинстве случаев иметь более низкую гигроскопическую точку, чем насыщенный раствор каждого компонента в отдельности. Поэтому смесь солей обычно гигроскопичнее, чем каждый из компонентов, и соль, загрязненная растворимыми примесями, гигроскопичнее чистой соли.

Гигроскопические точки солей равняются гигроскопическим точкам их насыщенных растворов лишь в том случае, когда поверхность частиц солей покрыта пленкой их раствора, т. е. при известном содержании в солях влаги. При сухих или почти сухих солях (менее 0,1% H_2O) идет процесс адсорбции влаги поверхностью солей и гигроскопическая точка последних значительно ниже гигроскопических точек их насыщенных растворов.

Для совершенно сухих солей их гигроскопические точки приближаются к 0. Поэтому чем суше соль, тем она гигроскопичнее. Равенство гигроскопических точек солей и их насыщенных растворов начинается лишь при содержании в солях нескольких десятых процента влаги.

Гигроскопичность воднонерастворимых веществ обусловливается процессом адсорбции и протекает сначала со связыва-

вободных валентностей на поверхности тела и затем с по-
ным заполнением капилляров.

установлении равновесия каждой относительной влаж-
воздуха соответствует определенное содержание влаги
за.

имальному заполнению капилляров и максимальной влаж-
продукта будет соответствовать 100-процентная отно-
ая влажность воздуха.

сравнению с воднорастворимыми веществами гигроско-
ть воднонерастворимых веществ не имеет большого прак-
го значения.

оскопичность смеси воднорастворимых и воднонераство-
веществ характеризуется гигроскопической точкой водно-
имого вещества при условии, что между компонентами
исходит химических реакций.

асно формуле

$$Q = K_1 (h_a - h) \qquad (1)$$

ть поглощения влаги воднорастворимым веществом зави-
ı каждой температуры от двух факторов: 1) от гигроско-
ой точки вещества (h), 2) от коэфициента скорости погло-
(K_1).

два фактора и являются основными для характеристики
астворимого вещества в отношении степени его гигро-
ности.

оскопическая точка указывает, при каких условиях влаж-
воздуха вещество будет поглощать влагу или сохнуть.
гигроскопическая точка выражается в процентах отно-
ой влажности.

казывалось ранее, гигроскопическая точка соли не всегда
быть заменена гигроскопической точкой насыщенного
-а чистой соли, так как для сравнительно сухих солей
величина будет всегда меньше второй, а для техниче-
Олей гигроскопическая точка будет изменяться в зави-
от характера и количества примесей и от влажности
Поэтому для каждого образца удобрения гигроскопиче-
чка должна определяться экспериментально. Если при
роскопическая точка будет заметно изменяться в зави-
от содержания влаги в продукте, то надо сделать опре-
для наиболее важной для практики влажности про-

естве последней следует выбирать ту влажность, при

которой удобрения сохраняют вполне удовлетворительные физические свойства, как-то: свободно рассеваются сеялками, не мажутся и т. п. Для удобрения, состоящего из одной почти чистой соли (например нитрат аммония), гигроскопическая точка будет одинакова для всех влажностей удобрения, бо́льших известного минимума (0,3—1,0% в зависимости от количества примесей), и равна гигроскопической точке насыщенного раствора этой соли.

Величина коэфициента K_1, как видно из формулы (2), зависит от целого ряда факторов, из которых важнейшим переменным фактором является X_g — толщина слоя (пленки) неподвижного воздуха над веществом. Остальные переменные факторы (X_l, K_l, F_l) не оказывают большого влияния на величину K_1, и поэтому при идентичных условиях хранения удобрений величины K_1 для отдельных видов водорастворимых удобрений разнятся незначительно.

По нашим определениям для 100 различных образцов удобрений, значение K_1 колебалось в пределах от 0,0190 до 0,0377 г H_2O на 100 см² поверхности удобрения за 4 часа при 25° при расстоянии поверхности удобрения около 3 см до источника влаги (поверхности жидкости).

Для водорастворимых крупнозернистых солей значение K_1 было еще более постоянным и равнялось максимальной величине — 0,0362—0,0377 (нитрат аммония, нитрат натрия, хлористый аммоний, нитрофоска, аммофоска, карналлит, 40% калийная соль и др.).

При оценке гигроскопичности удобрений, естественно, должны быть учтены и их гигроскопические точки и коэфициенты скоростей поглощения. Однако, учитывая значительное постоянство величины K_1 и некоторую сложность и длительность его определения, метод определения гигроскопичности может быть упрощен путем определения лишь гигроскопических точек удобрения. Ниже приводится описание простого и быстрого метода определения последних и дается принцип построения шкалы гигроскопичности.

Прибор и метод для определения гигроскопических точек

Обычно гигроскопическую точку насыщенного раствора определяют тензиометрически. Этот метод довольно сложен в аппаратурном отношении и трудоемок. Требуется наличие вакуум-насоса, пайка стекла и т. д.

Для определения гигроскопических точек продуктов нами был применен следующий метод, который позволял обходиться без тензиометра и был достаточно точен.

Эксикаторы малого размера (11 см в диаметре) были наполнены серной кислотой различной концентрации, и, следовательно, воздух над поверхностью имел различную степень относительной влажности.

Концентрации серной кислоты были подобраны с таким расчетом, чтобы относительная влажность воздуха над ними отличалась на 1,5%. Помещая продукты в эксикаторы в открытых бюксах, можно было определить поглощение ими влаги или, наоборот, усушку.

Средняя арифметическая от двух данных относительных влажностей воздуха, из которых первая показывает относительную влажность при приросте, а вторая — то же для усушки или отсутствие изменения в содержании влаги для продукта, дает гигроскопическую точку.

Метод достаточно точен и вполне применим для практических целей. Ошибка его составляет менее 1,5% относительной влажности.

Крепость кислоты должна быть определена точно и время от времени должна проверяться точным ареометром.

Бюксы должны располагаться на сетке по возможности близко к поверхности кислоты, учитывая закономерность, что количество поглощенной поверхностью влаги обратно пропорционально расстоянию поверхности продукта от поверхности жидкости.

В один и тот же эксикатор можно ставить по 2—3 бюкса, помещая их возможно дальше друг от друга.

Обычно достаточно уже 1 часа, чтобы получить заметный привес или убыль влаги.

В нижеприводимой таблице даются сведения об относительной влажности воздуха над растворами серной кислоты при 20° для значений относительной влажности воздуха в пределах от 3 до 93,9%. Эта таблица дает возможность определять (непосредственно или путем интерполяции) соответствующие концентрации H_2SO_4 при определении гигроскопических точек по описанному ранее методу.

Определения можно вести при комнатной температуре в пределах от 15 до 25° пользуясь данными таблицы (см. на стр. 149); ошибка от неточности температуры будет менее 1% относительной влажности воздуха.

Концентрация серной кислоты, соответствующая относительной влажности воздуха от 3 до 93,9% при 20°

% H_2SO_4	% относительной влажности	% H_2SO_4	% относительной влажности	% H_2SO_4	% относительной влажности
71,8	2,6	48,5	38,5	34,0	69,1
67,0	7,0	47,4	40,9	33,12	70,3
64,5	10,0	46,65	42,6	32,3	72,0
63,1	11,7	45,9	44,3	31,4	73,5
60,4	15,8	45,2	46,0	30,5	74,5
58,5	18,9	44,5	47,3	29,65	75,8
57,7	20,4	43,9	48,6	28,55	77,3
57,0	21,7	43,3	50,0	27,4	78,7
56,2	23,2	42,45	51,8	26 35	80,0
55,4	24,6	41,85	53,0	25,1	81,6
54,7	25,8	41,3	54,0	23,5	83,4
54,0	27,2	40,4	56,0	22,4	85,0
53,3	28,5	39,7	57,6	21,0	86,7
52,3	30,0	38,9	58,4	19,6	88,3
51,8	31,4	38,1	61,0	17,9	89,5
51,0	33,1	37,4	62,4	16,1	90,7
50,4	34,3	36,5	64,3	14,0	92,0
49,8	35,7	35,6	66,1	11,4	93,9
49,0	37,4	34,8	67,6		

Шкала гигроскопичности

Как показывают определения гигроскопических точек, последние для всех принятых на практике водорастворимых удобрений колеблются в пределах от 42,7% (для кальциевой селитры) до 89% (для технического сульфата калия). В этих же примерно пределах колеблется и относительная среднемесячная влажность воздуха для различных местностей СССР. Последняя достигает 90% для осенних месяцев в Западной области и Северном крае и примерно 40% для сухих местностей Средней Азии в летние месяцы.

Поэтому шкалу гигроскопичности можно построить по значениям гигроскопических точек от 90 до 40%, как это приводится в следующей таблице.

Шкала гигроскопичности удобрений

Величина балла	Значение гигроскопических точек удобрений в % относительной влажности	Характеристика гигроскопичности	
		степень гигроскопичности	в каких местностях будет сыреть удобрение
10—9	40—45 (или менее)	Очень сильно гигроскопичны, нуждаются в совершенно герметической таре	Повсюду в течение всего года
9—8	45—50		
8—7	50—55	Сильно гигроскопичны, нуждаются в герметической таре	Повсюду в течение всего года, за исключением ряда местностей Средней Азии в сухие периоды года
7—6	55—60		
6—5	60—65	Гигроскопичны, нуждаются в таре	Не сыреют только в Средней Азии в сухие периоды года
5—4	65—70		
4—3	70—75	Несколько гигроскопичны, желательна тара	Не сыреют в Средней Азии и в других местностях СССР в сухие периоды года
3—2	75—80	Слабо гигроскопичны	Сыреют в северных и западных областях СССР в сырые периоды года
2—1	80—85	Почти не гигроскопичны	
1—0	85—90 (или более)	Не гигроскопичны	Практически не сыреют нигде

Точное место в шкале для каждого удобрения будет находиться по формуле:

$$x = \left[10 - \frac{(a-40)}{5}\right], \quad (3)$$

где a — гигроскопическая точка удобрения (в процентах относительной влажности воздуха). Как указывалось выше, гигроскопическую точку следует определять при максимально допустимой влажности продукта.

Для суждения о том, какие требования должны предъявляться к удобрению при хранении его в той или иной местности СССР, следует учитывать относительные влажности воздуха в различные периоды года в данной местности. Характерной величиной при этом для каждой местности будут значения средних годовых

относительных влажностей. Для ряда пунктов СССР последние приводятся в следующей таблице.

Средняя годовая относительная влажность воздуха для различных мест СССР (в процентах)

Северный край. Архангельск	81,7
Западная обл. Смоленск	80,8
Ленинградская обл. Ленинград	77,0
Московская обл. Москва	75,7
Уральская обл. Свердловск	73,9
б. Средне-Волжский край. Ульяновск	74,4
Украинская ССР. Киев	75,2
Украинская ССР. Харьков	74,4
б. Северо-Кавказский край. Ростов-на-Дону	73,3
Средняя для европейской части СССР	76,6
Средняя Азия. Ташкент	63,1

Ниже в таблице даются сведения о гигроскопических точках наиболее типичных сортов удобрений и место их в шкале. Следует принять во внимание, что в данном случае для большинства солей гигроскопические точки определялись при содержании в них 2% влаги, вне зависимости от физических свойств удобрений.

Гигроскопические точки и место в 10-балльной шкале гигроскопичности

№ по порядку	Название удобрения	% влаги	Гигроскопическая точка в % относительной влажности	Место в шкале
	Азотные удобрения			
1	Кальциевая селитра (техническая)	2	42,7	9,46
2	Кальциево-аммиачная селитра	2,04	46,3	8,74
3	Аммиачная селитра	0,5—2	63,3	5,34
4	Лейнаселитра	2	66,0	4,8
5	Монтанселитра	2	66,5	4,7
6	Мочевина	3,6	63,1	5,38
7	Натриевая селитра	2	73,7	3,26
8	Хлористый аммоний (технический)	2	76,9	2,62
9	Сульфат аммония	2	79,0	2,2
	Фосфорные удобрения			
1	Суперфосфат из концентрированного апатита с 4,9% свободной P_2O_5	14,4	76,5	2,7
2	Суперфосфат двойной из флотированного вятского фосфата с 4,6% свободной P_2O_5	12,3	70,0	4,0
3	Преципитат Воскресенского завода	7,5	84,0	1,2

№ по порядку	Название удобрения	% влаги	Гигроскопическая точка в % относительной влажности	Место в шкале
	Калийные удобрения			
1	Карналлит соликамский	2	54,5	7,1
2	Сильвинит »	2	71,5	3,7
3	40% калийная соль	2	73,0	3,4
4	Хлористый калий, содержащий 94% KCl	2	72,0	3,6
5	Сульфат калия (технический)	2	89,0	0,2
	Фосфорно-азотные удобрения			
1	Диаммонийфосфат (чистый)	2	82,1	1,6
2	Аммофос из вытяжки вятского фосфорита	2	73,5	3,3
3	Суперфосфат двойной из концентрированного апатита аммонизированного	7,8	85,6	0,9
4	Смесь из суперфосфата, сульфата аммония и 10% костной муки с соотношением $N : P_2O_5 = 1 : 1$	6,2	77,0	2,6
5	Суперфосфат (4,8% свободной P_2O_5), сульфат аммония и 15% хлопкового жмыха с соотношением $N : P_2O_5 = 1 : 1$	6,9	69,0	4,2
6	Смесь преципитата и нитрата аммония с соотношением $N : P_2O_5 = 1 : 1$	4,2	57,0	6,6
7	Смесь преципитата и монтанселитры с соотношением $N : P_2O_5 = 1 : 1$	3,4	66,5	4,7
	Азотно-калийные удобрения			
	Калиевая селитра (техническая)	2	68,5	4,3
	Поташ (французский)	2	62,5	5,5
1	Калийно-аммиачная селитра	2	70,0	4,0
2				
3				
	Полные удобрения			
	Нитрофоска (приготовленная из NH_4NO_3), KCl, $NH_4H_2PO_4$ с соотношением $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1$	2	57,9	6,4
1	Аммофоска [приготовленная из $(NH_4)_2SO_4$], KCl и $NH_4H_2PO_4$ с соотношением $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1{,}4$	2	70,2	4,0
2	Смесь преципитата, нитрата аммония, 40% калийной соли с соотношением $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 2 : 1$	5,6	54,0	7,2
3	Смесь преципитата, монтанселитры и 40% калийной соли с соотношением $N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 2 : 1$	5,0	66,0	4,8
4				

Ниже в таблице даются сведения об относительной влажности воздуха для насыщенных растворов чистых удобрительных солей при температурах от 10 до 50°. Для удобрений, состоящих из чистых солей, гигроскопические точки будут приближаться к указанным в таблице значениям относительной влажности воздуха.

Относительная влажность воздуха для насыщенных растворов удобрительных солей

(по данным Адамса и Мерца и Росса, Меринга и Мерца: «Ind. u Eng. Chem». 1927, № 2; 1922, № 4)

	Относительная влажность воздуха, находящаяся в равновесии с насыщенным раствором солей (в %)						
	10°	15°	20°	25°	30°	40°	50°
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	—	55,9	55,4	50,5	46,7	35,5	—
NH_4NO_3	75,3	69,8	66,9	62,7	59,4	52,5	48,4
NaCl	76,2	77,0	77,0	77,6	75,2	74,7	74,1
$NaNO_3$	78,0	76,8	77,1	74,4	72,4	70,1	67,3
NH_4Cl	79,5	79,2	79,3	76,0	77,2	73,7	71,3
$(NH_4)_2SO_4$	78,8	79,3	81,0	81,8	79,2	78,2	77,8
$CO(NH_2)_2$	81,8	79,9	80,0	75,8	72,5	68,0	62,5
$(NH_4)_2HPO_4$	—	—	83,2	—	82,8	—	—
KCl	88,3	86,2	85,7	83,4	84,0	81,2	80,0
KNO_3	97,0	95,6	92,3	92,0	90,5	87,9	85,0
$NH_4H_2PO_4$	97,8	97,0	91,7	91,9	91,6	90,3	88,2
$CaH_4(PO_4)_2 \cdot H_2O$	97,9	98,8	94,1	96,0	93,7	94,5	94,6
KH_2PO_4	98,0	98,4	96,2	95,4	92 9	92,9	92,6
K_2SO_4	99,1	99,7	98,5	98,8	96,3	95,7	95,8

СЛЕЖИВАЕМОСТЬ

Следует различать понятия «слежалость» и «слеживаемость» удобрения, между которыми существует примерно то же различие, как между «влажностью» и «влагоемкостью».

Слежалость есть физическое состояние удобрения, при котором его частички находятся в состоянии сцепления той или иной степени. Фактическая слежалость не характеризует физических свойств удобрения, так как может являться случайной и зависеть от непормальных условий хранения.

Слеживаемость есть свойство удобрения, характеризующее степень его склонности к переходу в состояние слежа-

лости. Можно различать «практическую» и «максимальную» слеживаемость. Практическая слеживаемость определяется конечной степенью слежалости удобрения, хранящегося в определенных условиях определенное время.

Максимальная слеживаемость определяется предельно достижимой степенью слежалости (соответствует максимальной влагоемкости). Она достигается при потере скважности удобрения, при которой плотность его приближается к плотности соответствующих минералов и горных пород. Последняя не достигается в практических условиях хранения, и поэтому для оценки качества удобрения наибольшее значение имеет практическая слеживаемость.

Слежалость зернистого удобрения обусловливается обычно сцеплением частичек продукта при сдавливании их и выделении из жидкой фазы продукта кристаллов, сцепляющих ранее свободные частицы.

Слежалость всех продуктов будут усиливать следующие факторы:

1) повышение высоты слоя, т. е. степень сдавливания частиц удобрения;

2) уменьшение величины частиц, неоднородность их размера и увеличение соотношения поверхности и массы частиц удобрения;

3) увеличение количества жидкой фазы удобрения и непостоянство температурных условий хранения при ее наличии;

4) длительность хранения.

Слежалость воднорастворимых удобрений будут обусловливать также следующие факторы:

5) хорошая растворимость удобрения (или его примесей) и способность к кристаллизации от изменения температуры;

6) высокая степень гигроскопичности;

7) значительные колебания температуры удобрения;

8) наличие химических реакций для смесей удобрений;

9) неблагоприятные метеорологические условия хранения. Сюда относится: а) значительные колебания относительной влажности воздуха, их частота и большая амплитуда этих колебаний; б) значительные колебания температуры воздуха, их частота и большая амплитуда колебаний;

10) неблагоприятные условия хранения на складе. Сюда относится отсутствие тары, негерметичность склада, значительная циркуляция в нем воздуха, отсутствие защиты удобрения от почвенной сырости и т. д.;

11) для гранулированных удобрений недостаточная крепость гранул, их неравномерность и неправильность формы.

Значительное влияние на слежалость удобрения может оказывать наличие в нем растворимых примесей. Присутствие водорастворимых примесей обычно повышает степень растворимости и гигроскопичности удобрения и поэтому усиливает его слежалость. Присутствие в водорастворимом удобрении воднонерастворимых примесей уменьшает слежалость, при этом действие их будет тем эффективнее, чем больше примесей, чем меньше величина их частиц и чем больше их объемный вес.

В том случае, когда к воднорастворимым удобрениям добавляются водопоглощающие вещества (обожженный гипс, негашеная известь и т. п.), то первое время они предохраняют продукт от слеживания. Однако при хранении удобрения с такими добавками в течение длительного времени может под конец наблюдаться более сильное слеживание удобрения с добавками, чем без добавок, так как последние могут вызвать цементацию.

Понижение степени слежалости солей будет наблюдаться при добавлении к ним воднонерастворимых жидких веществ (масла, расплавленный парафин и т. п.), образующих поверх частиц негигроскопические пленки.

Наибольшую слежалость будут проявлять мелкозернистые, гигроскопические, хорошо растворимые в воде удобрения, обладающие хорошей способностью к кристаллизации, хранящиеся в условиях континентального климата с резкими изменениями температуры и влажности воздуха. При этом слежалость удобрения будет возрастать с увеличением времени хранения и вышины кучи продукта.

Важнейшим мероприятием для уменьшения степени слежалости воднорастворимого удобрения является: производство его в виде достаточно крупных частиц, отсев мелких фракций или грануляция мелкозернистого удобрения в достаточно крепкие гранулы. Всего менее будут слеживаться шарообразные частицы с гладкой поверхностью и равномерной величиной. Поэтому наиболее рациональным методом грануляции хорошо растворимых удобрений будет разбрызгивание (посредством центрифуг, специальных дуз и т. п.) расплава продукта в камере такой вышины, чтобы капельки расплава падали на дно камеры в виде твердого горошка. Свойство удобрения быстро и сильно слеживаться может быть использовано для простого метода грануляции. Такому удобрению дают после приготовления вылежаться на складе. После того как оно достаточно затвердеет, его пропу-

скают через размольные аппараты и сита, получая зерна определенной величины.

К такому приему прибегают для уменьшения слеживаемости, например, аммиачного суперфосфата (смесь суперфосфата и сульфата аммония) и монтанселитры. При этом необходимо следить, чтобы полученные гранулы удобрения были достаточно тверды и не деформировались от давления вышележащих слоев: в последнем случае гранулы будут разрушаться и удобрение будет слеживаться так же, как и негранулированное. Поэтому срок вылеживания удобрения до его размола и отсеивания должен быть достаточно велик.

В том случае, когда этим способом не удается получить достаточно прочных гранул или хотят ускорить процесс грануляции, последнюю можно проводить в обычном сушильном барабане. Мелкокристаллический продукт, подлежащий грануляции, в таком случае увлажняют до такой степени, чтобы после сушки его частички получили достаточное сцепление. Увлажненную массу пропускают через сушильный барабан, образовавшиеся комочки продукта размалывают и пропускают через два сита. С верхнего сита продукт идет на дополнительное измельчение; продукт, прошедший через верхнее и не прошедший через нижнее сито, является готовым гранулированным продуктом с определенным размером частиц; продукт, прошедший через оба сита, возвращается в производство для новой операции грануляции.

Следует считать, что увеличение величины частиц является основным мероприятием для уменьшения слеживаемости удобрения. Если допустить, что степень слеживания пропорциональна числу точек соприкосновения частиц в единице объема, т. е. обратно пропорциональна кубам диаметров частиц, то увеличение размера частиц, например, с 0,5 мм до 2 мм должно уменьшить степень слеживаемости в 64 раза.

Для предотвращения слежалости водорастворимого удобрения необходимо проведение также следующих мероприятий:

а) выпуск с производства вполне охлажденного продукта и с минимальным количеством влаги;

б) защита удобрения от сырости (тара, герметичность складов и вагонов, покрытие или засыпка сверху удобрений другими негигроскопическими удобрениями или водопоглощающими веществами и т. п.).

Степень слежалости удобрения, или, что то же, степень его крепости, может быть определена рядом способов.

В том случае, если удобрение слежалось в сплошную массу, из последней могут быть приготовлены цилиндрики или стол-

бики и испытаны на крепость. Приготовление цилиндриков удобно производить с прибором, приведенным на рисунке 1. Из слежавшегося продукта выламывается кусок размерами 15—20 см в поперечнике и прижимается к резцам на головке прибора. При вращении куска около оси режущего цилиндра из него образуется правильный цилиндрик. У последнего сравниваются верхнее и нижнее основания, и он подвергается испытанию на степень крепости одним из описанных ниже способов.

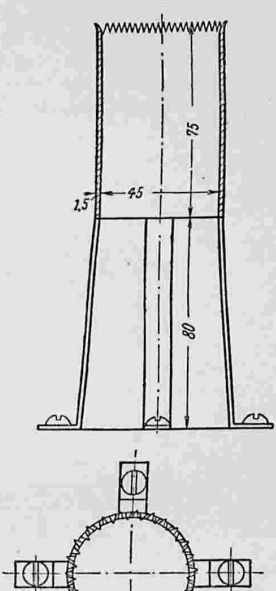


Рис. 1.

а) Определяется сопротивление раздавливанию в аппарате для испытания крепости цемента. Затрачиваемое усилие рассчитывается на сопротивление для 1 см². Недостатком этого способа является довольно значительное расхождение в параллельных определениях, которых необходимо делать не менее 4.

б) Испытание степени крепости цилиндриков может быть произведено со значительно большей точностью (в отношении схождения параллельных определений), чем в аппарате для испытания крепости цемента, в специальной шаровой мельнице, предложенной Н. Е. Пестовым (рис. 2). В мельнице помещается 30 стальных шаров с диаметром 30 мм и поверх их цилиндрик слежавшегося удобрения высотой 40 мм и с диаметром в 45 мм. Резким движением руки делается пол-оборота мельницы, и движение так же резко останавливается. При остановке движения цилиндрик падает вниз и разбивается следующими за ним шарами. Делается новый пол-оборота и т. д., пока не будет замечено разрушение цилиндрика или обкрашивание его на 40—50%. Чтобы заметить этот момент, мельницу открывают и смотрят на цилиндрик после 3, 5, 7 и 10 полных оборотов. Более 15 полных оборотов не делается

вне зависимости от степени раскрашивания цилиндрика. После окончания испытания делается расчет процента мелочи с частицами менее 5 мм для одного полного оборота мельницы. Для каждого образца делается 3 параллельных определения.

В том случае, когда удобрение слежалось не в сплошную массу, а состоит из комков, то крепость последних может быть определена с помощью той же шаровой мельницы. В этом случае берут 300 г комочков с размерами от 5 до 20 мм и помещают их поверх шаров. Делают (рывками) 6 пол-оборотов (3 полных оборота) и

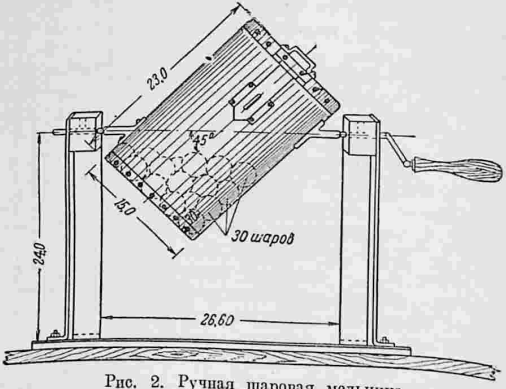


Рис. 2. Ручная шаровая мельница.

подсчитывают процент мелочи (меньше 5 мм) для одного полного оборота мельницы. Для каждого образца продукта делается 3 параллельных определения.

Слежалость удобрений может быть определена также с помощью плотномера, применяемого для измерения плотности почв (см. на рисунке 3 конструкцию плотномера И. Ф. Голубева, видоизмененную Н. Е. Пестовым). При втыкании иглы плотномера в слежавшееся удобрение на динамометре регистрируется в килограммах то сопротивление, которое оказывает удобрение углублению иглы. В зависимости от крепости продукта игла втыкается на глубину от 1 до 5 см. Найденные показания пересчитываются на сопротивление углублению иглы на 1 см (x) согласно формуле

$$x = \frac{a}{n^2},$$

где a — показание динамометра в килограммах при погружении иглы на n см.

Для каждого образца удобрения делается несколько десятков уколов иглой.

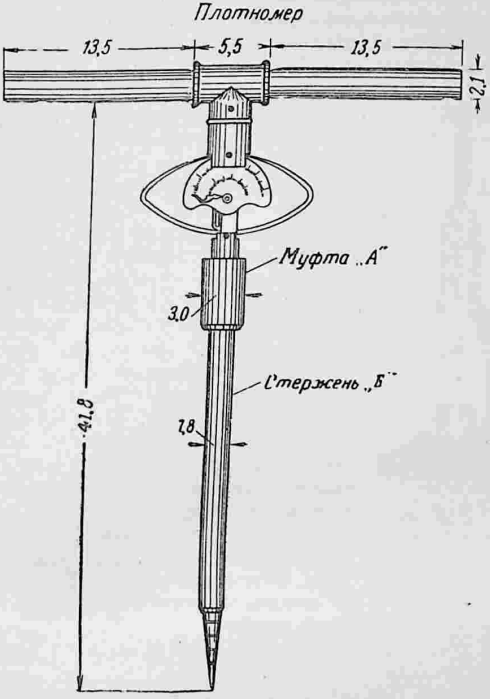


Рис. 3. Плотномер.

При испытании степени слежалости удобрений, хранившихся в мешках, их распиливают пополам и на каждой половине делают по 10 уколов иглой плотномера вдоль диаметра разреза через равное расстояние один укол от другого. Из всех показаний выводится среднее арифметическое.

При отсутствии плотномера степень слежалости однородных и мелкозернистых удобрений может быть определена приближенно с помощью иглы Вика, применяемой для испытания скорости схватывания цемента (см. рис. 4).

Из брусков слежавшегося удобрения приготовляют образцы в форме пластинок высотою в 35—40 мм. Эти пластинки подвергаются испытанию на проникновение в них иглы Вика, длиною в 15 см и с диаметром в 1 м. Для этого образец удобрения помещают под иглой, которую вначале осторожно на него спускают (придерживая его рукой) до момента, когда игла только коснется удобрения, не углубляясь в него. Замечают деление на шкале, поднимают иглу на 30 мм и сразу опускают, давая ей свободно упасть на удобрение. После падения иглы снова записывают показания шкалы и по разности первой и второй записи судят об углублении иглы. Для каждого образца удобрения надо сделать не менее 10 ударов и затем вывести среднее арифметическое. Разумеется, при каждом ударе надо подставлять новые участки на образце удобрения. Этот метод определения менее точен, чем описанные выше.

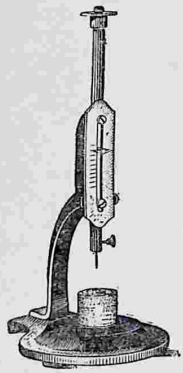


Рис. 4. Игла Вика для определения степени слеживаемости удобрений.

Степень слежалости, определенная по одному из описанных методов, может быть выражена в единицах измерения, найденным по другим методам, с помощью диаграммы (рис. 5). В таблице на странице 163 приведена предложенная Н. Е. Пестовым оценка степени слежалости удобрений в зависимости от степени крепости их образцов, найденной по одному из описанных методов.

Для всех испытанных на слежалость образцов продукта выводится средний показатель.

Найденный средний показатель слежалости может быть принят за средний показатель практической слеживаемости продукта при соблюдении следующих условий:

1) образцы для испытания должны браться с ряда складов данной местности;

2) периоды хранения образцов должны соответствовать периодам хранения продуктов в практических условиях.

Наиболее характерные показания могут быть получены, если

наблюдения слежалости велись за несколько лет (т. е. с учетом метеорологических колебаний за несколько лет).

Для лабораторного определения практической слеживаемости удобрений может служить прибор, изображенный на рисунке 6. Он состоит из алюминиевого цилиндра вышиной в 65 мм с внутренним диаметром в 45 мм и наружным — в 65 мм. Стенки цилиндра состоят из трех равных секций, скрепленных шпильками (вверху и внизу) и хомутиками. В цилиндр свободно входит алюминиевая трубка диаметром в 44 мм и толщиной в 10—12 мм. Эта трубка соединена наверху с помощью медного стержня с платформой. Вертикальное положение стержня обеспечивается втулкой, закрепленной в раме. В стенке алюминиевого стержня сделаны 9 вертикальных прорезов диаметром в 8 мм. Такие же отверстия сделаны под трубкой в подставке для алюминиевого цилиндра. Перед испытанием нижние отверстия закрывают вначале грубой сеткой (№ 8—10), а затем мелкой (№ 40—80) размером 100×100 мм и кружочками из марли диаметром в 42—43 мм. Из этих же сеток вырезывают кружки диаметром в 42—43 мм, которые подкладывают под алюминиевый стержень грубой сеткой кверху.

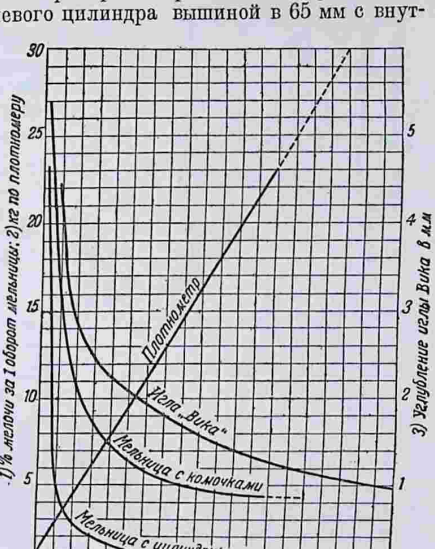


Рис. 5.

Чтобы удобрение не прилипало к внутренним стенкам цилиндра, последние обкладывают слоем клеенки. Высота клеенки должна соответствовать высоте слоя слежавшегося в приборе удобрения.

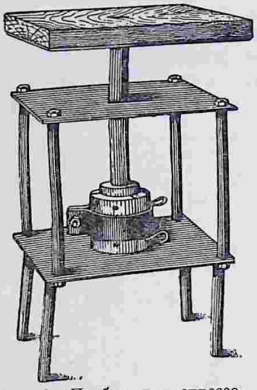


Рис. 6. Прибор для спрессовывания удобрений.

Удобрение насыпают в цилиндр и утрясают; излишек его выше краев цилиндра удаляют. После этого на открытую поверхность цилиндра накладывают круглые сетки и опускают алюминиевый цилиндр с платформой. На последнюю накладывают груз, соответствующий давлению кучи удобрения. Вес этого груза (x) в килограммах будет равен:

$$x = 0{,}1h \cdot a \cdot b - c, \qquad (4)$$

где a — объемный вес удобрения, b — внутренняя площадь цилиндра в кв. сантиметрах, h — высота кучи в метрах и c — вес опускающейся части прибора в килограммах. При диаметре цилиндра точно в 45 мм b будет равно 15,9 см^2.

При наложении груза на платформу следует следить за тем, чтобы центр тяжести проходил через ось стержня.

Прибор с удобрением помещают в условия, соответствующие в отношении перемены температуры и влажности воздуха естественным условиям при хранении удобрений.

Для каждого удобрения делают 3—4 параллельных определения.

Прибор оставляют под грузом в течение такого времени, которое соответствует пребыванию удобрения на складе. По окончании хранения груз удаляют, вынимают стержень, снимают хомутик и вынимают шпильки. Если удобрение слежалось, то после разъема сек-

Рис. 7. Прибор для спрессовывания и подсушки удобрений.

ций цилиндра удобрение получается в виде столбика. Крепость полученных таким образом столбиков удобрения испытывают одним из описанных выше способов для определения степени слежалости. Из всех определений находится средний показатель, по которому определяется степень практической слеживаемости продукта по таблице (см. табл. на стр. 164).

Как видно из вышеизложенного, определение практической слеживаемости довольно сложно и требует или многочисленных определений при складских условиях хранения продукта, или длительного хранения образцов в приборах. Учитывая указанные неудобства, нами был предложен метод определения «условной» слеживаемости, достаточно точно характеризующий это свойство продукта и отличающийся быстротой определения, производимого в лабораторной обстановке. Метод заключается в следующем. Для определения используется прибор, изображенный на рисунке 6 и описанный выше. Продукт до определения подвергается операции увлажнения в соотношении с естественными условиями хранения. Для этого навеска продукта, до поступления в прибор для спрессовывания, помещается в кристаллизатор с диаметром в 100 мм и высотой 30 мм. Кристаллизатор с продуктом помещается в эксикатор, с внутренним диаметром в 19 см, с раствором серной кислоты. Последний должен иметь над поверхностью относительную влажность воздуха, равную максимальной среднемесячной относительной влажности воздуха предполагаемой местности хранения продукта. В среднем для европейской части СССР последняя будет равна 90% (соответствует раствору H_2SO_4 крепостью 17,1%), а для Средней Азии — 80% (H_2SO_4 — 26,3%). Расстояние уровня жидкости от верхнего края кристаллизатора (погруженного в кислоту) должно равняться 1 см. В эксикаторе продукт находится $18^1/_2$ часов (с конца одного рабочего дня до начала другого) Этот период соответствует увлажнению продукта влагой воздуха при естественных условиях хранения в сырые периоды года. После увлажнения каждая из навесок тщательно перемешивается и помещается в прибор для спрессовывания, как описывалось выше. После заполнения прибора он помещается в чехол, состоящий из круглой подставки с двойными боковыми стенками и верхнего цилиндра (рис. 7). В зазор между стенками подставки насыпается сухой песок. Размеры верхнего цилиндра: диаметр — 31 см, высота — 63 см; подставка: высота — 5 см, внутренний диаметр — 30 см, наружный — 38 см. Под прибор для спрессовывания подставляется на подставке кристаллизатор с серной кислотой. Последняя

Категории слежалости зернистых продуктов

Степень слежалости продукта / № категорий	Прибор, которым определяется слежалость: Ручная мельница конструкции Н. Е. Пестова		Аппарат для определения сопротивления разрушению	Плотномер при углублении на 10 мм	Игла Вика при поднятии на 30 мм иглы с диаметром 1 мм
	Единицы измерения: % мелочи при измельчении цилиндрика[1] за 1 оборот	% мелочи при измельчении комочков[2] за 1 оборот	кг/см²	кг	мм углубления
I. Слегка слежался	Больше 5,5	Больше 16,5	До 1	До 2,8	До 4,3
II. Слабо или незначительно слежался	От 5,5 до 2,8	От 16,5 до 11	От 1 до 2	От 2,8 до 4,5	От 4,3 до 2,9
III. Несколько слежался	От 2,8 до 1,6	От 11 до 7,5	От 2 до 4	От 4,5 до 7,8	От 2,9 до 2,3
IV. Слежался в средней степени	От 1,6 до 0,8	От 7,5 до 5,4	От 4 до 7	От 7,8 до 13	От 2,3 до 1,8
V. Значительно слежался	От 0,8 до 0,4	От 5,4 до 4,6	От 7 до 10	От 13 до 18	От 1,8 до 1,5
VI. Сильно слежался	От 0,4 до 0,17	От 4,6 до 4,3	От 10 до 15	От 18 до 26,5	От 1,5 до 1,2
VII. Очень сильно слежался	Меньше 0,17	Меньше 4,3	Больше 15	Больше 26,5	От 1,2 и меньше

[1] Диаметр цилиндрика 4,5 см, высота 4 см.

должна равняться минимальной среднемесячной относительной влажности воздуха предполагаемой местности хранения.

В среднем для европейской части СССР за минимальную среднемесячную влажность можно принять 60% (H_2SO_4—38,4%) и для Средней Азии — 45% (H_2SO_4 — 45,66%). Те же растворы должны наливаться в стаканчики (5—6), которыми окружается алюминиевый цилиндр (см. рис. 7). Высота стаканчиков — 60 см, диаметр — около 4,5 см; жидкость наливается в них почти доверху. После постановки гирь прибор закрывается чехлом и оставляется стоять 5 суток при комнатной температуре.

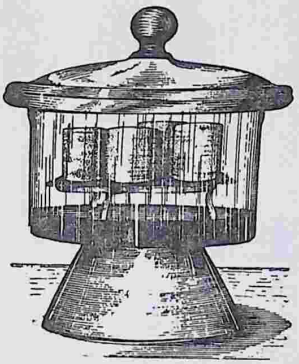


Рис. 8. Подсушка столбиков спрессовавшихся удобрений.

Все полученные таким способом столбики подвергаются дальнейшей усушке. Для этого они освобождаются от клеенки и помещаются на 6 суток при комнатной температуре в эксикаторы над таким же по крепости раствором серной кислоты, который наливался в кристаллизатор и стаканчики в период спрессовывания удобрения.

Эксикатор для сушки берется с диаметром в 19 см; жидкость наливается в него с таким расчетом, чтобы расстояние от ее поверхности до стоящих на сетке цилиндриков было 2 см. Сетки располагаются в верхней части эксикатора на стеклянной подножке (см. рис. 8). Столбики продукта стоят на сетке так, как были в приборе; нижняя часть столбиков обычно бывает сырее, и ее надо подсушивать сильнее, т. е. помещать ближе к жидкости.

В качестве эталона для сравнения степени слеживаемости берется аммиачная селитра. Последняя подготовляется таким способом. Берутся куски сильно слежавшейся селитры, измельчаются и просеиваются через сито с отверстием в 1 мм. Чтобы не было замазывания сита, селитра не должна быть влажной. После измельчания влажность селитры приводится к 0,8% (т. е. предельной влажности по стандарту) путем увлажнения или подсушки.

Подсушенные таким образом цилиндрики всех продуктов подвергаются испытанию на степень слежалости одним из вышеопи-

санных способов, т. е. при помощи ручной мельницы, плотномера измерения сопротивления раздавливанию или (за отсутствие всех перечисленных приборов) иглы Вика. Последняя неприме нима для неодно родных продукто и продуктов с ча стичками боле 0,3 м.

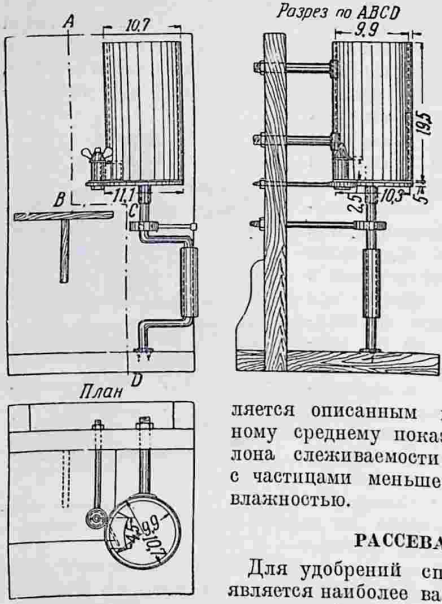


Рис. 9. Лабораторный прибор для определения рассеваемости удобрений (чертеж).

Из полученны параллельных опре делений находитс средний арифмети ческий показател слежалости и по ди аграмме рисунка пересчитывается единицы сопроти ления раздавлив нию в кг/см². Ст пень условной сл живаемости опред ляется описанным методом по найде ному среднему показателю в долях эт лона слеживаемости аммиачной селитр с частицами меньше 1 мм и стандартно влажностью.

РАССЕВАЕМОСТЬ

Для удобрений способность к рассев является наиболее важным из всех физ ческих свойств. Отсюда и метод опред ления способности удобрения к рассев является основным для всех методов о ределения физических свойств удобрени

Разумеется, наиболее надежным мет дом определения способности удобрений к рассеву механическую сеялку определенной конструкции чер испытание рассева удобрения через данную сеялку. Однак этот метод имеет ряд практических неудобств. Сюда отн сится:

1) необходимость иметь под руками сеялку требуемой ко струкции и стационарную установку для ее испытания;

2) невозможность провести испытание с малым количеством удобрений;

3) при испытании рассеваемости удобрения через один тип сеялки невозможность сделать вывод о рассеваемости этого удобрения через сеялки других конструкций.

Указанные неудобства вызывают необходимость в лабораторном методе испытаний рассеваемости удобрений, который позволял бы определять рассеваемость с малым количеством удобрений в лаборатории и при этом характеризовал рассеваемость удобрений объективно и вместе с тем в зависимости от конструкции механических сеялок и от нормы высева.

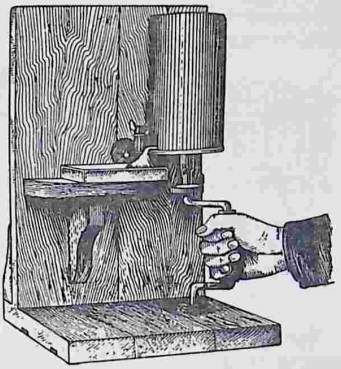


Рис. 9а. Лабораторный прибор для определения рассеваемости удобрений (внешний вид).

Меринг (19) предложил определять рассеваемость удобрений посредством измерения времени, потребного для высыпания определенной навески удобрения из конусообразной воронки. В качестве нормы им предложены: величина отверстия воронки—15 мм и угол внутреннего конуса—60°. На основании обширного экспериментального материала, кроме того, была выведена формула, позволяющая определять время высыпания расчетом:

$$T = \frac{\mu}{97{,}146d}\left[34{,}6 + 289{,}4\left(\frac{D}{15} + \frac{0{,}005}{\mu^3}\right)\right]. \qquad (5)$$

Здесь: T — время в минутах, потребное для ссыпания 1 кг удобрения; μ — тангенс угла покоя; d — объемный вес удобрения; D — средний диаметр частиц в миллиметрах.

Меринг считает, что с помощью приведенной выше формулы можно оценить рассеваемость и тех удобрений, которые не смогли бы высыпаться через воронку без механического воздействия (как это имеет место в ряде конструкций сеялок). Поэтому он считает, что применение его формулы имеет преимущество перед экспериментальным определением времени высыпания из воронки.

Недостатком расчетного метода Меринга является то обстоятельство, что для определения времени высыпания удобрения из воронки потребно знание величины μ, d и D. Если определение d и μ не представляет особых затруднений, то достаточно точное определение D— среднего диаметра частиц—является технически трудной операцией, в особенности для сырых продуктов, и требует специального набора сит.

Методика определения рассеваемости удобрений в идеальном случае должна определять рассеваемость через все виды конструкций сеялок. Однако из практических соображений задача может быть несколько упрощена.

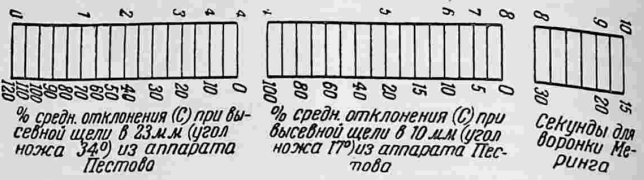


Рис. 10. Шкала рассеваемости удобрений.

Так, определение рассеваемости через универсальную группу сеялок типа «Шлера» с верхним высевом может не производиться, исходя из того соображения, что этот вид сеялок допускает применение удобрений с любыми физическими свойствами (за исключением, конечно, удобрений с явно неудовлетворительными свойствами, например крайне вязких и липких, сильно мажущихся и т. п.).

Для определения рассеваемости удобрений через сеялки, аналогичные сеялкам для семян, можно применить метод, предложенный и опробованный Мерингом, — определение времени для вытекания удобрения из воронки.

По существу воронка является как бы одним элементом сеялок подобного рода. Для самых многочисленных сеялок с выталкиванием и выгребанием удобрения характерными и общими моментами являются:

1) возможность сводообразования над механизмом, выдающим удобрение из сеялки;

2) возможность замазывания механизма, выдающего удоб-

Лабораторный прибор, определяющий рассеваемость удобрений через эти виды сеялок, должен иметь устройство, аналогичное сеялкам. В качестве подобного типичного аппарата может быть принят один из элементов сеялок типа «банок».

Ниже дается описание прибора типа «банок». Первоначально этот прибор, испытанный нами в НИУИФ, соответствовал нормальным размерам «банок». Впоследствии оказалось возможным, без вреда для точности определений, уменьшить размер прибора, сделать его портативным и сократить потребное количество удобрения, необходимое для определения рассеваемости, до 1 л. Описываемый ниже прибор и метод приняты в НИУИФ для определения рассеваемости удобрений.

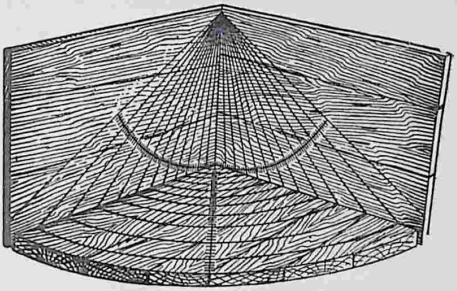


Рис. 11. Прибор для определения угла откоса удобрений.

Конструкция аппарата приведена на рисунках 9 и 9а. Прибор изготовлен из железа, штатив — из дерева. Высота банки — 20 см; внутренний диаметр — 9,5 см вверху и 10 см внизу. Размер высевной щели: высота — 2,5 см и длина — 4,5 см. Высота выгребной пластинки — 2,3 см, длина соответствует длине щели.

Над щелью внутри банки имеется козырек (см. рис. 9), который предохраняет удобрение от высыпания в периоды бездействия аппарата.

Аппарат не имеет механического привода, а работает от руки. Последнее имеет ряд преимуществ по сравнению с работой от привода (мотора): аппарат выигрывает в простоте устройства и дешевизне и удобен для определения неравномерности высева при наличии частых остановок.

Как показывает опыт, лишь гранулированные и крупнозернистые удобрения могут вытекать без встряхивания из воронки Меринга. Все эти удобрения отлично рассеваются и через «банку» с малым отклонением от среднего высева (обычно $<5\%$ для большой нормы высева).

Значительное большинство удобрений может быть высеяно при помощи «банки» при условии постановки ножа под углом 34°. При угле в 17° высевается меньшая часть удобрений. При этом наблюдается зависимость: удобрения, дающие при большой норме высева (угол ножа 34°) хорошие показатели отклонения от среднего высева, могут высеваться и при малом высеве (угол ножа 17°). Отклонения при малом высеве всегда больше, чем при большом. При отклонениях большого высева $>18\%$ малый высев уже невозможен.

Сравнивая данные параллельных определений средних отклонений при большой норме высева, можно заключить, что точность этих определений равняется примерно 1—2% (для отклонений $<10\%$).

Если считать за основные показатели рассеваемости способность удобрений протекать через воронку Меринга и рассеваться на нашем аппарате типа «банки», то все удобрения можно подразделить на 3 группы:

1) удобрения, способные вытекать из воронки Меринга и высеваться через «банку»;

2) удобрения, способные высеваться через «банку», но не текущие через воронку Меринга;

3) удобрения, не текущие через воронку и не способные высеваться через «банку».

Первую группу удобрений, обладающих свободной текучестью, составляют такие удобрения, которые, очевидно, могут высеваться через все виды сеялок. По скорости истечения из воронки первую группу можно подразделить на две подгруппы:

а) удобрения, 500 г которых вытекают из воронки со скоростью $\leqslant 20$ секунд;

б) удобрения, 500 г которых вытекают из воронки со скоростью >20 секунд; как показал опыт, для этих удобрений угол откоса увеличивается от давления, что отражается на их способности к текучести.

Вторую группу удобрений, самую многочисленную, составляют удобрения, которые не обладают свободной текучестью и уже не могут рассеваться через семенные сеялки. Эту группу можно также подразделить на две подгруппы:

а) удобрения, способные высеваться при малой норме высева,

б) удобрения, способные высеваться только при большой норме высева (угол ножа 34°).

Так как удобрения второй группы — самые многочисленные, то каждую из подгрупп можно подразделить в отношении рассе-

ваемости еще на несколько степеней Подгруппу «а» мы делим на четыре вида по степени отклонения при малой норме высева:

1) величина отклонения при малой норме высева $\leqslant 5$, т. е. высев всегда очень равномерный;

2) величина отклонений при малой норме высева колеблется в пределах от 5 до 10, т. е. высев и в этом случае достаточно равномерен;

3) величина отклонений при малой норме высева >10 и $\leqslant 20$, т. е. равномерность высева малоудовлетворительна при малой норме высева;

4) величина отклонений при малой норме высева >20, т. е. равномерность высева неудовлетворительна при малой норме высева.

Подгруппу «б» 2-й группы мы делим также на 4 степени:

1) величина отклонений при большой норме высева колеблется в пределах от >10 до $\leqslant 20$, т. е. равномерность высева при обеих нормах уже недостаточно удовлетворительна;

2) величина отклонений при большой норме высева колеблется в пределах от >20 до $\leqslant 40$, т. е. равномерность высева всегда неудовлетворительна;

3) величина отклонения при большой норме высева колеблется в пределах от >40 до $\leqslant 70$, т. е. равномерность высева совершенно неудовлетворительна;

4) величина отклонений при большой норме высева >70, т. е. о равномерности высева говорить не приходится. Часто при таком показателе высев бывает прерывистым.

Последнюю группу составляют те удобрения, которые «банкой» высеваться не могут. Очевидно, что эти удобрения если и могут рассеваться, то преимущественно сеялками первой группы (тип «Шлера»).

В таблице на странице 173 приводится характеристика предложенной нами шкалы рассеваемости.

Ниже дается рабочая инструкция по определению рассеваемости по принятому в НИУИФ методу (для определения места в шкале).

Берется 1 л удобрения и просеивается через сито с отверстиями в 3—5 мм (в зависимости от стандартных требований к удобрению).

Комочки раздавливаются, снова пропускаются через сито и присоединяются к основному удобрению. При желании точно охарактеризовать физические свойства удобрения производится его механический анализ.

Воронка устанавливается на треножнике, и нижнее отверстие закрывается металлической пластинкой или куском картона. В воронку всыпается навеска удобрения в 500 г.

Пластинка отнимается от отверстия одновременно с пуском секундомера. Второе нажатие секундомера производится тогда, когда последнее зерно удобрения вытекает из отверстия воронки.

Для каждого образца производятся 2 параллельных определения скорости истечения. Постукивание воронки не допускается. Если удобрение вытекало из воронки частично, то считается, что оно свободно вытекать не может, и время истечения обозначается ∞ (бесконечность). Если время истечения определено, то другие определения не производятся; если не определено, то переходят на определение с высевным аппаратом.

Перед началом определения аппарат должен быть вычищен от остатков удобрения, прилипших к стенкам, дну и ножу. Последний должен иметь заточенное лезвие.

Кроме того, необходимо следить за тем, чтобы козырек был не согнут, а параллелен поверхности дна и отстоял от него на расстоянии 25 мм.

В зависимости от величины высева нож устанавливается на расстояние 10 или 23 мм от края внутренней стенки до острия ножа. Расстояние в 10 мм соответствует углу ножа в 17° (малый высев), а расстояние в 23 мм — углу в 34° (большой высев).

Аппарат заполняется удобрением (на высоту 16—18 см), дно ворачивается и после высыпания устанавливается до совпадения старубок на дне и боковой стенке аппарата. К высевной щи ставится пустая сковородка (размер сковородок: 15×12×6 мм).

се сковородки (6 штук) до определения должны быть взвеы и на боковой стенке должна быть сделана прочная надпись зеса со точностью до 0,1 г Делается плавно два оборота дна ка со скоростью 8—12 секунд для каждого оборота. Скоростью малых заменяется новой и т. д.

величинах высева (<40 г) можно высеять сразу) при больших (>40 г) — 2—4 сковородки.

ородок, сковородки взвешиваются с точностью до 0,1 г, линейные высыпаются обратно в аппарат и поверхность удобдара вращается. Так производится всего 10 высевов при ороме (угол ножа 17°). Подсчитывается средний вес от 10 разности отклонения от среднего веса у каждого высева арифметическое из отклонений в проценты от средСли последнее ≤5%, то определение закончено

Шкала рассеваемости удобрений

Прибор для определения	Что определяется	Величина определения: от	Величина определения: до	Величина балла	Характеристика рассеваемости	Через какие сеялки возможен высев
Воронка Меринга	Секунды, потребные для высыпания 500 г удобрения	15	15	10	Очень хорошая	Через все виды сеялок
		15	20	10—9	» »	» » » »
		20	30	9—8	» »	» » » »
		Более 30	—	8	» »	» » » »
Высевной аппарат Пестова	Проценты среднего отклонения при щели в 10 мм (угол ножа 17°)	0	5[1]	8—7	Хорошая	Через все виды сеялок, за исключением тех, которые устроены аналогично сеялкам для семян
		5	10	7—6	Удовлетворительная	
		10	20	6—5	Почти удовлетворительная	
		20	100	5—4	Недостаточно удовлетворительная	
		Более 100		4	То же	
	Проценты среднего отклонения при щели в 23 мм (угол наклона ножа 34°)	0	10[2]	4	Недостаточно удовлетворительная	Если рассеваемость возможна, то преимущественно через сеялки типа «Шлера»
		10	20	4—3	Мало удовлетворительная	
		20	40	3—2	Плохая	
		40	70	2—1	Очень плохая	
		70	120	1—0	» »	
		120 и более	Не высевается	0	» »	

[1] При невысыпании из воронки Меринга.
[2] При невысыпании со щелью в 10 мм (угол 17°).

Если отклонение при угле ножа 17° было >5%, то с углом ножа 17° производится еще 10 высевов и для них рассчитывается свое среднее арифметическое отклонение. Из двух средних отклонений (для 2 десятков высевов) выводится свое среднее. Если при угле ножа 17° удобрение не высевается, то переходят к определению среднего отклонения для угла ножа 34°, которое делают сразу для 20 высевов.

По полученным результатам с помощью таблицы или диаграммы (рис. 10) находят место в шкале рассеваемости с точностью до 0,1.

Для этого, найдя на схеме (рис. 10) показание рассеваемости удобрения на одном из 3 отрезков справа от шкалы (1-й отрезок — для воронки Мерингa, 2-й — для высева из аппарата при угле ножа 17°, и 3-й — при угле ножа 34°), проводят от найденного деления горизонталь до пересечения со шкалой. Место пересечения укажет точное место в шкале рассеваемости.

Для нахождения места в шкале по таблице (см. стр. 173) пользуются пропорцией.

Примеры определения. Положим, что для 4 образцов удобрений были найдены следующие показатели рассеваемости:

1) Время истечения из воронки Мерингa 500 г — 18 секунд
2) Среднее отклонение при угле ножа 17° 23%
3) Среднее отклонение при угле ножа 34° 9,5%
4) Среднее отклонение при угле ножа 34° 65%

1. По таблице на странице 173 находим, что при времени истечения в 18 секунд место в шкале находится между баллами 10 и 9; 0,1 балла соответствует $\frac{20-15}{10}=0,5$ секунды.

Из пропорции

$$\begin{matrix} 0,1-0,5 \\ x-(20-18) \end{matrix}$$

получаем $x=0,4$. Отсюда получаем место в шкале $9+0,4=9,4$.

2. При отклонении 28% для угла 17° место в шкале будет от 5 до 4 баллов; 0,1 балла соответствует $\frac{100-20}{10}=8\%$ отклонения. Составляем пропорцию:

$$\begin{matrix} 0,1-8\% \\ x-(100-28) \end{matrix}$$

$x=0,9$. Место в шкале 4,9.

3. При отклонении 9,5% при угле ножа 34° и отсутствии высева при угле 17% место в шкале будет равно 4.

4. При отклонении 65% при угле ножа 34° место в шкале находится в пределах от 2 до 1.

Аналогично предыдущему составляем пропорцию:

$$0{,}1 — \frac{(70 — 40)}{10}$$

$$x — (70 — 65)$$

Отсюда $x = 0{,}17$ и место в шкале равно 1,2.

Пользуясь описанным методом, в НИУИФ была определена рассеваемость для наиболее типичных удобрений с различной влажностью. Результаты этих определений приведены в нижеследующей таблице. Из данных таблицы видно, как сильно влияет влажность удобрений на их рассеваемость, в особенности для мелкозернистых удобрений (см. данные для преципитата, 40% калийной соли, хлористого калия и др.).

УГЛЫ ОТКОСА (ПОКОЯ) УДОБРЕНИЙ

Углом откоса, или покоя, для сыпучего вещества называется угол, образованный при сечении откоса вещества плоскостью, проведенной перпендикулярно к основанию и к касательной нижней кромки кучи.

Величина этого угла необходима для расчетов складов, бункеров, силосов, транспортных механизмов (лента, элеваторы), некоторых конструкций питателей и т. п. Для удобрений величина угла откоса является, кроме того, косвенным показателем способности к рассеванию через некоторые виды высевающих механизмов. Так, по данным А. Меринга (19), некоторые типы сеялок не дают возможности гарантировать удовлетворительное рассевание при больших углах покоя. По данным А. Меринга, при угле откоса до 40° рассев удобрения осуществляется без всяких затруднений и поток удобрения совершенно равномерен. Неравномерность потока начинает сказываться начиная с угла откоса в 45°. При угле покоя выше 55° рассевание затруднительно.

Все удобрения до определения нужно просеивать через сито с ячейками в 3 или 5 мм; комочки раздавливать и также просеивать.

Угол покоя зависит от величины частиц материала, формы и характера их поверхности, удельного веса и влажности мате-

риала. Поэтому при определении угла откоса необходимо знать процент влажности продукта и величину его частиц, или механический анализ. Для удобрений, содержащих свободную кислотность (например суперфосфат), очевидно, необходимо приводить сведения и о проценте его кислотности.

Определение угла откоса просто и удобно производить с помощью прибора, предложенного Мерингом (19) и изображенного на рисунке 11. При работе с этим прибором оказалось более удобным работать с высверленным в углу вверху отверстием (предложено П. А. Барановым, 13), ссыпая удобрение в отверстие из эрленмейеровской колбочки или большой пробирки. Для каждого образца следует делать по 4 параллельных определения.

В таблице на страницах 176—179 вместе с показателями рассеваемости удобрений даются для них и значения углов откоса, найденные в НИУИФ.

Рассеваемость удобрений

№ по порядку	Название	Величина частиц в мм	% влаги	Место в 10-балльной шкале	Угол откоса в градусах
	Фосфорные удобрения				
1	Фосфоритная мука егорьевская	< 60 меш	0	7,5	40°50′
2	То же	< 60 »	1	7,1	43°15′
3	» »	< 60 »	5	4,3	47°10′
4	Суперфосфат из апатитового концентрата с добавкой на ленту 1,5% костяной муки. 5 дней после получения, с 10,9% P_2O_5	Порошок	15,1	3,8	44°45′
5	То же, 10 дней, с 9,9% P_2O_5	»	14,3	5,2	43°30′
6	Суперфосфат из апатитового концентрата, лежалый, с 3,3% свободной P_2O_5	»	10	7,1	45°15′
7	Суперфосфат из концентрированного апатита аммонизированный	»	10	7,2	47°10′

№ по порядку	Название	Величина частиц в мм	% влаги	Место в 10-балльной шкале	Угол откоса в градусах
8	То же	»	12	6,8	49°10′
9	Тройной суперфосфат, лежавший более 1 года, с 3,5% свободной P_2O_5	»	7	7,1	43°10′
10	То же	»	10	6,4	47°
11	» »	»	12	5,8	49°10′
12	Преципитат воскресенский	»	1	5,9	44°15′
13	» »	»	5	1,5	46°10′
14	» »	»	7	1,1	46°50′
15	» »	»	9	0	47°50′
	Азотные удобрения				
16	Аммиачная селитра . .	0,2—1	0,2	5,5	43°15′
17	» »	0,2—1	1,0	5,1	48°10′
18	» »	0,2—1	3	1,8	52°45′
19	» »	0,2—3	0,2	6,8	43°30′
20	» »	0,2—3	1	6,7	48°30′
21	» »				
22	Сульфат аммония (с коксобензольного завода) .	0,2—3	2	6,2	50°
		0,1—0,3	0,5	6,5	43°
23	То же	0,1—0,3	0,8	4,0	50°
24	» »	0,1—0,3	1	3,3	52°15′
25	» »	0,1—0,3	2	2,2	Не постоянен
26	» »	0,1—0,3	3	0	Не постоянен
27	Монтанселитра (гранулы) .	0,5—3	1	5,4	40°45′
28	» » .	0,5—3	2	3,0	49°
29	» » .	0,5—3	3	1,8	52°20′
30	Лейнаселитра	0,5—3	1	6,3	41°20′
31	»	0,5—3	2	0	49°
32	»	0,5—3	3	0	51°45′
33	Кальциевая селитра . . .	0,3—2	0	0,4	50°
34	Хлористый аммоний . . .	0,2—1	1	4,9	54°15′
35	» » . . .	0,2—1	3	3,4	55°45′

№ по порядку	Название	Величина частиц в мм	% влаги	Место в 10-бальной шкале	Угол откоса в градусах
	Калийные удобрения				
36	Сильвинит	0,5—3	0	9,7	41°
37	»	0,5—3	0,5	9,4	44°40′
38	»	0,5—5	1	6,3	45°20′
39	»	0,5—5	2	5,8	48°
40	»	0,5—5	3	5,2	50°
41	40% калийная соль . . .	0,1—4	0	9,1	41°15′
42	40% » » . . .	0,1—4	0,1	5,6	44°15′
43	40% » » . . .	0,1—4	0,25	1,3	44°30′
44	40% » » . . .	0,1—4	0,5	0	46°
45	40% » » . . .	0,1—4	1	0	47°40′
46	Хлористый калий (95% KCl)	0,1—0,5	0	5,9	47°
47	То же	0,1—0,5	0,2	1,8	52°20′
48	» »	0,1—0,5	0,4	1,0	Не постоянен
49	» »	0,1—0,5	0,5	0,1	Не постоянен
50	» »	0,1—0,5	0,8	0	Не постоянен
	Сложные удобрения				
51	Аммофос гранулированный	1—1,5	1	9,6	39°10′
52	» »	1—1,5	2	9,5	41°10′
53	» »	1—1,5	3	9,5	42°10′
54	Нитрофоска гранулированная	0,5—3	2	9,3	40°15′
55	То же	0,5—3	4	6,8	45°15′

№ по порядку	Соотношение $N:P_2O_5:K_2O$	Состав компонентов	% влаги	Место в 10-балльной шкале	Угол откоса в градусах
		Смешанные удобрения			
56	1:1:1	а) суперфосфат, б) сульфат аммония, в) костяная мука (10%)	10,4	7,5	46°
57	1:1:1	То же	13,5—19,4	7,1	47—48′
58	1:1:1	а) суперфосфат, б) сульфат аммония, в) актюбинская фосфоритная мука (10%)	5,1	7,1	45°
59	1:1:1	То же	10,1	7,1	48°15′
60	1:1:1	» »	15,1	2,7	51°
61	1:1:1	а) суперфосфат, б) сульфат аммония, в) жмых (15%) . . .	10,1	7,2	47°15′
62	1:1:1	То же	15,1	5,0	49°15′
63	1:1:1	» »	19,1	4,0	50°30′
64	0:1:1	а) суперфосфат, б) 40% калийная соль, в) костяная мука (10%)	8,6—17,6	7,5	44—48°
65	1:1:0	а) аммиачная селитра б) преципитат	4,4	6,8	46°18′
66	1:1:0	То же	5,4	6,4	47°30′
67	1:1:0	» »	6,4	4,0	49°
68	1:1:0	» »	8,4	3,7	49°
69	1:1:0	а) суперфосфат, б) аммиачная селитра, в) костяная мука (12%)	10,8	7,1	47°
70	1:1:0	То же	14,0	3,8	49°15′
71	1:1:0	» »	15,7	2,4	50°
72	1:1:0	а) суперфосфат, б) аммиачная селитра, в) костяная мука (10%)	8,7	5,3	46°
73	1:1:0	То же	10,7	4,0	48°
74	1:1:0	» »	12,7	1,8	50°
75	1:1:1	а) суперфосфат, б) сульфат аммония, в) 40% калийная соль, г) костяная мука (10%) . . .	7,5	8,9	44°15′
76	1:1:1	То же	10,5	7,3	47°
77	1:1:1	» »	13,5	6,7	49°
78	1:1:1	а) суперфосфат, б) аммиачная селитра, в) 40% калийная соль, г) костяная мука (12%) . . .	10,2	6,1	47°
79	1:1:1	То же	11,9	4,8	49°15′
80	1:1:1	» »	13,8	3,6	50°30′
81	1:1:1	» »	14,7	2,0	51°15′

ОБЪЕМНЫЕ ВЕСА

Знание величин объемных весов необходимо при различных расчетах, как-то: складов, бункеров, силосов и т. п. Необходимо различать объемные веса для поверхностных слоев продуктов и для слоев, спрессованных и уплотненных вышележащими слоями. Для последних, естественно, объемные веса будут бо́льшими.

Для силосов и бункеров средний объемный вес продукта может быть найден по формуле

$$x = a + \frac{h(b-a)}{2c}, \tag{6}$$

где x — средний объемный вес продукта,
a — объемный вес верхнего слоя продукта,
b — объемный вес продукта, сдавленного высотой слоя в c метров (см. данные таблиц),
h — высота слоя продукта в метрах.

Средний объемный вес продукта, хранящегося на складе и имеющего форму усеченной или простой пирамиды, можно определить по формуле:

$$x = \frac{3fe + 2d(3ca + e)}{6cd}, \tag{7}$$

причем

$$d = f + F + \sqrt{Ff}$$

и

$$e = h(b-a), \tag{8}$$

где в дополнение к прежним обозначениям:
F — площадь нижнего основания пирамиды в кв. метрах,
f — площадь верхнего основания пирамиды в кв. метрах. Если куча имеет вид пирамиды, то f равно нулю.

В тех случаях, когда по объемному весу надо рассчитать объем единицы веса, надо пользоваться формулой

$$y = \frac{1}{x}, \tag{9}$$

где y — объем единицы веса, выраженный в м³/т или л/кг,
x — объемный вес, выраженный в т/м³ или кг/л.

Недоучет уплотнения от слеживаемости продукта всегда поведет к ошибкам при расчетах и вызовет постройку бóльших по размерам помещений для хранения удобрений, чем требуется. В конечном итоге понадобятся бóльшие капиталовложения, чем это вызывается необходимостью.

Метод определения объемного веса. Объемный вес всякого сыпучего тела есть функция следующих переменных:

а) удельного веса вещества,

б) величины его частиц и соотношения различных фракций его механического анализа,

в) влажности,

г) степени давления на него вышележащих слоев.

Совершенно неправильно ставить объемные веса солей и удобрений в зависимости от влажности воздуха, в котором они хранятся, как это делают некоторые исследователи. Если водорастворимая соль хранится при относительной влажности воздуха высшей его гигроскопической точки, то необходимо лишь достаточное время, чтобы вся соль перешла в раствор. Естественно, что при этом отпадает возможность определения объемного веса твердого продукта.

Поэтому объемный вес следует ставить в зависимость лишь от содержания в продукте влаги.

Для определения объемного веса следует предварительно определить в нем содержание влаги или привести последнюю к желательной норме посредством обычных методов увлажнения и подсушивания. Определения объемного веса без указания влажности продукта, естественно, будут недостаточно определенными, хотя это и имеет место на практике.

С помощью аппарата, изображенного на рисунке 6, определение объемных весов ведется следующим образом. Вначале вымеряется объем алюминиевого цилиндра путем перемножения площади основания внутреннего пространства на высоту. Затем цилиндр заполняется до краев продуктом при легком утрясывании, излишек продукта выше краев аккуратно срезается. Продукт, заполняющий цилиндр, взвешивается: вес, отнесенный к объему, дает объемный вес (в кг/л или т/м^3) свободно насыпанного продукта. Навеска продукта вновь помещается в цилиндр. Снизу под цилиндр подкладывается металлическая пластинка для покрытия имеющихся внизу отверстий. Чтобы не было явления коррозии, ее можно закрывать клеенкой или листовой резиной.

Вверху под давящую пластинку по тем же соображениям подкладываются соответствующего диаметра кружочки из жести и клеенки.

По данным измерения объемного веса свободно насыпанного удобрения рассчитывается давление продукта, насыпанного высотой в h метров.

Груз, рассчитанный на всю площадь удобрения в приборе накладывается на платформу (см. рис. 6), которая давит на всю поверхность продукта.

Затем весь прибор с грузом помещается в чехол, как указано на рисунке 3.

Разумеется, в данном случае не требуется ставить сосудов с серной кислотой, как это имеет место при определении слеживаемости.

В описанном приборе продукт остается одни сутки, после чего и определяется объем полученного столбика перемножением основания на новую высоту. Прежний вес продукта, отнесенный к новому объему, дает объемный вес слежавшегося продукта.

Для каждого продукта делаются два параллельных определения.

В том случае, когда высота одного столбика заметно отличается от высоты другого, это определение бракуется: в этом случае, очевидно, давление груза было меньшим вследствие «заедания» среднего цилиндра во втулке. Ниже в таблицах приведены полученные в НИУИФ данные объемных весов для ряда технических солей и удобрений.

Следует принять во внимание, что давление в приборе будет меньшим, чем от h м высоты слежавшегося продукта. Соответствующая истинная высота слоя (c), рассчитанная по формуле (10), приводится в таблицах вместе с объемными весами слежавшихся продуктов.

$$c = \frac{h}{2b}(a + b). \qquad (10)$$

Видно из данных таблиц, изменение объемного веса после ...ния продукта может быть довольно значительным, доходя ...я от первоначального веса, как это имеет место, напри... кальциевой селитры.

Объемные веса солей и удобрений

Объемные веса азотсодержащих солей и удобрений

№ по порядку	Характеристика продукта	Величина частиц в мм	% H_2O	Объемный вес в т/м³		Высота слоя в м (*c*)
				свободно насыпанных (*a*)	нижнего слоя при высоте слоя в с м (*b*)	
1	Нитрат аммония	0,5—3,5	2,7	0,89	0,98	11,35
2	» »	0,26—1	2,1	0,87	1,1	10,4
3	Натриевая селитра	0,08—4	1,5	1,25	1,3	11,75
4	Кальциевая селитра (заграничная)	1—2	2	1,48	2,09	10,25
5	Кальциево-аммиачная селитра (гранулированная, из Германии)	1—2,5	3,9	1,06	1,165	11,42
6	То же	1—2,5	2,0	0,96	1,17	11,05
7	Лейнаселитра	0,12—0,3	7,0	0,82	1,04	10,4
8	Монтанселитра	0,12—0,3	2,0	1,04	1,20	11,2
9	Мочевина (из Германии) . .	0,4—0,3	5,7	0,725	0,865	11,82
10	То же, образец № 2	—	2,0	0,85	0,91	11,60
11	Хлористый аммоний	0,3—0,6	2,2	0,72	0,775	11,52
12	Сульфат аммония	0,5—1	2,2	0,715	0,77	11,51
13	То же, образец № 2	—	2,0	0,83	0,95	11,25

Объемные веса суперфосфатов

№ по порядку	Характеристика удобрения	% H_2O	Объемный вес в т/м³		Высота слоя в м (*c*)
			свободно насыпанных (*a*)	нижнего слоя при высоте слоя в с м (*b*)	
1	Суперфосфат из флотированного апатита	15,5	1,19	1,26	10,8
2	Суперфосфат из портландского фосфорита (Егорьевск)	14,9	1,10	1,21	10,2
3	Суперфосфат из ЧХЗ из смешанной руды	15,5	0,95	1,07	10,2

№ по порядку	Характеристика удобрения	% H_2O	Объемный вес в т/м³		Высота слоя в м (c)
			свободно насыпанных (a)	нижнего слоя при высоте слоя в с м (b)	
4	Суперфосфат двойной, приготовленный из флотированного вятского фосфорита	12,3	0,88	0,9	11,0
5	Суперфосфат из вятского фосфорита аммонизированного . . .	8,4	1,19	1,35	10,6
6	Суперфосфат двойной из концентрированного апатита аммонизированного	8,3	0,98	1,12	9,8

Объемные веса калийных солей и удобрений

№ по порядку	Характеристика продукта	Величина частиц в мм	% H_2O	Объемный вес в т/м³		Высота слоя в м (c)
				свободно насыпанных (a)	нижнего слоя при высоте слоя в с м (b)	
1	Сильвинит молотый (из Соликамска)	1,5—5	1,7	1,1	1,17	11,6
2	То же	1,5—5	2,0	1,14	1,30	11,3
3	Карналлит молотый (из Соликамска)	0,5—5	4,4	0,99	1,065	11,5
4	40% калийная соль (из Соликамска)	0,05—4	1,6	1,01	1,11	11,4
5	То же	0,05—4	2,0	1,06	1,23	11,1
6	Хлористый калий (93,7% KCl) (из Соликамска)	0,05—0,2	1,5	0,87	0,99	11,
7	То же	0,05—0,2	2,0	1,03	1,17	11,
8	Сульфат калия (лаборатории поташного завода)	0,05—0,25	1,2	1,25	1,43	11,
9	Калиевая селитра (Сталинского завода)	0,1—0,167	1,6	1,05	1,14	11,
10	То же	0,1—0,167	2,0	1,12	1,27	11,

Объемные веса многосторонних удобрений

№ по порядку	Характеристика продукта	Величина частиц в мм	% H_2O	Объемный вес в т/м³		Высота слоя в м (с)
				свободно насыпанных (а)	нижнего слоя при высоте слоя в с м (b)	
1	Аммофос, приготовленный из вятского фосфорита (гранулированный)	0,5—5	1,5	0,87	0,925	11,62
2	Диаммофос (германский) . .	0,5—0,67	1,6	0,89	0,93	11,82
3	То же	0,5—0,67	2,0	0,99	1,04	11,7
4	Нитрофоска красная (германская)	0,25—1,5	7,4	1,05	1,29	10,62
5	То же	0,25—1,5	2,0	0,84	0,96	11,3
6	Нитрофоска зеленая (германская)	0,25—1,5	9,1	0,825	1,06	10,3
7	Аммофоска из США № 10/30/10	0,3—2	2,9	0,99	1,32	10,05

ЛИТЕРАТУРА

1. Adams B., Merz A. Hygroscopicit of fertilizer Materials and Mixtures. Ind. a. Eng. Chem., 1929, № 4, 305—307.
2. Beaumont a. Mooney. Hygroscopicity and Cakinels of Fertilizer Materials. Ind. a. Eng. Chem., 1925, № 6, 635.
3. Demougin P. Les phenoménes d'hygroscopicité Chim. et Ind., 1935, № 34, p. 517—526.
4. Lenglen u. Milbiet. Die Hygroskopische Eigenschaften der Düngesalze und ihrer Gemische Superphosphate, 1932, № 3, s. 49—56.
5. Mehring a. Cumings. Factors Affecting the Mechanical Application of Fertilizers to the Soil. Bull. № 182, U. S. Dep. of Agric., 1930.
6. Merz A., Fry W., Hardesty I. a. Adams I. Hygroscopicity of Fertilizer Salts. Ind. a. Eng. Chem., 1933, № 2, p. 136.
7. Mittasch. Ueber Misch und Volldünger. Zeit. f. ang. Chem., 1928, № 33.
8. Robert G. L'hygroscopicité des sels et des melanges de sels dans ses rapports avec la technique industrielle. I.'Ind. Chim., 1935, № 263, p. 887—896.
9. Баранов И. Б. и Эверт А. П. Физико-химические свойства туков и работа туковой сеялки. «Журнал химической промышленности», 1935, № 2, стр. 143.
10. Баранов И. Б. Разбросные туковые сеялки. «Труды ВНИИМСХ», т. IV, 1936.
11. Баранов П. А. О гигроскопичности минеральных удобрений. «Труды ВИУАА», № 10, 1935.

12. Баранов П. А. О физических и химических свойствах известковой и аммиачной селитры. «Труды ВИУАА», вып. 10, 1935, стр. 60.
13. Баранов П. А., Строгонова З. И. и Громова М. А. О рассеваемости удобрений. «Труды ВИУАА», вып. 17.
14. Горштейн Т. И. и Дишевский Я. Ф. О гигроскопичности и слеживаемости сложных удобрений. «Журнал химической промышленности», 1936, № 2.
15. Горштейн. О гигроскопичности и слеживаемости аммиачной селитры. «Журнал химической промышленности», 1933, № 7, стр. 47.
16. Дубовицкий А. М. и Марголис Ф. Н. Физико-химические свойства аммиачной селитры, полученной на заводах СССР. «Журнал химической промышленности», 1936, № 3, стр. 158.
17. Кричевский И., Кантарович Л. и Бергауз М. Уменьшение гигроскопичности и слеживаемости азотнокислого аммония. «Журнал химической промышленности», 1933, № 7, стр. 41.
18. Крез, Уайт и Брэхен. Как предупредить слеживание удобрений. Сборник «Производство удобрений за границей», 1932, № 2.
19. Меринг А. Измерение просеиваемости удобрений. Сборник «Производство удобрений за границей», 1934, № 10.
20. Пестов Н. Е. Физико-химические свойства удобрений и их определение. «Справочник по удобрениям НИУ». Изд. 1-е, стр. 399.
21. Пестов Н. Е. и Глазова Т. В. Объемные веса слежавшихся удобрений солей. «Журнал химической промышленности», 1936, № 13.
22. Росс В. и Мерц Р. Физические свойства удобрений. Сборник «Производство удобрений за границей», 1934, № 10.

ПОЧВА

МАТЕРИНСКИЕ (ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ) ПОРОДЫ

Различают следующие почвообразующие осадочные породы четвертичного периода:

1) *Моренные глины и суглинки.* Отличаются неоднородностью механического состава (валуны, хрящ, песок и скрепляющая их глина). Окраски обычно красно-бурой. Распространены моренные отложения преимущественно в северной половине Союза. Порода мало водопроницаемая и чаще всего обедненная кальцием. Когда морена размыта талыми водами, из нее удалены глинистые частицы, то почвообразующей породой служат ледниковые валунные пески.

2) *Флювио-гляциальные пески.* Отложены талыми ледниковыми водами, отличаются разнозернистостью, иногда попадаются валуны. Окраска чаще всего желтая.

3) *Древнеаллювиальные пески.* Отложены послеледниковыми потоками. Хорошо отсортированы по крупности зерна. Особенно бедны кальцием.

4) *Покровные глины и суглинки*, иногда называемые структурными. Желто-бурые, пористые, глинистые и суглинистые породы однородного механического состава. Преобладают частицы $<0{,}01$ мм, попадаются небольшие валуны, главным образом в нижних слоях.

5) *Лесс* — представляет чаще всего суглинок. Согласно водной гипотезе происхождения является продуктом отложения ледниковой мути, вынесенной талыми водами ледника, измененной дальнейшими процессами выветривания и почвообразования. Для лесса характерны: а) однородный тонкий механический состав— на 90% лесс состоит из частиц диаметром 0,05—0,002 мм, с преобладанием частиц 0,05—0,01 мм; б) высокое содержание карбонатов кальция (и магния); в) палево-желтая окраска; г) пористость; е) неслоистость.

6) *Лессовидные суглинки.* Отличаются от лесса: а) преобладанием фракции от 0,01 до 0,002 мм; б) менее светлой окраской; в) меньшей карбонатностью; г) иногда имеют слоеватость. Лессовидные суглинки залегают ближе к концу распространения ледника.

Нередко почвообразующими породами являются продукты вторичные, позднейших перераспределений указанных выше пород под влиянием главным образом воды. Таковы:

1) аллювиальные отложения из проточных вод, например наносы речных дельт, отложения рек во время разливов и паводков и т. п.;

2) делювиальные отложения частиц, смытых поверхностными водами с повышенных элементов рельефа в пониженные.

Механический состав почвообразующих осадочных пород

(в миллиметрах) (по Н. П. Ремезову)

Наименование пород	> 1	1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	< 0,01	Место взятия проб
Лесс	—	3,7	21,7	15,2	39,4	Бухара.
Лессовидный суглинок	—	4,0	10,8	23,7	61,6	Ливенское оп. поле
То же	—	1,63	7,64	47,76	41,57	Б. Энгельгардтовская оп. станция
Покровная глина	—	0,31	1,35	27,69	70,65	Долгопрудное оп. поле
Моренный суглинок	17,9	20,7	17,3	5,9	38,2	Волоколамское оп. поле
Флювио-гляциальный песок	5,2	13,6	77,7	0,5	3,1	Московское песчано-картофельное поле
Древнеаллювиальный песок	—	7,8	82,9	5,8	3,4	Новозыбковская оп. станция

Валовой анализ главнейших почвообразующих пород

Наименование пород	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	CO_2	H_2O
Известняк (нижний карбон.)	0,33	—	0,39	54,39	0,14	—	—	—	44,00	—
Известняк (девонский)	8,57	0,60	0,32	49,73	0,63	—	—	—		
Лесс	55,70	13,27	5,10	7,15	2,37	2,27	1,51	0,18	40,05	—
Лессовидный суглинок	53,95	15,54	10,16	5,50	3,29	1,20	1,85		8,20	0,19
Покровная глина	72,28	14,10	4,52	1,51	1,99			сл.		3,20
Моренный суглинок	67,93	13,52	7,07	1,59	2,08	не опред.		0,10	1,00	—
Флювио-гляциальный песок	93,55	4,88	0,87	0,44	0,11	3,76		—	—	4,74
Красноземная кора выветрившаяся	39,23	35,58	22,85	0,63	1,25	не опред.		0,05	—	3,54
						не опред.				4,30
										0,63
								не опред.		

О МЕХАНИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПОЧВ

Почвообразующие породы измельчаются в процессе выветривания под влиянием факторов почвообразования до отдельностей различной крупности, начиная от грубых обломков горных пород до мельчайших коллоидных частичек. В этом отношении почвы могут быть весьма различны, в зависимости от химического состава почвообразующих пород, их устойчивости, времени и степени воздействия агентов выветривания. Когда говорят о механическом составе почв, то имеют в виду весовое процентное содержание частиц того или иного размера после предварительного разрушения структурных почвенных агрегатов. Разделение частиц по крупности производится путем механического анализа. Методы механического анализа довольно многочисленны и дают далеко не совпадающие результаты. Они различаются по способу подготовки почв к анализу, методам самого разделения на фракции, группировке и номенклатуре выделяемых фракций. В. Сибирский, сделавший сводку многочисленных применяющихся в настоящее время систем классификации частиц по фракциям в различных странах, предложил следующую схему, соответствующую мнению большинства авторов, и с фракциями, легко выделяемыми большинством методов механического анализа.

Частицы с диаметром (в миллиметрах)

Глина (ил)	Песчаная пыль (крупная, мелкая)	Песок (крупный, средний, мелкий)
0,005—0,001 Коллоидная глина (коллоидный ил) $< 0,001$	Крупная 0,05—0,01 Мелкая 0,01—0,005	Крупный 1—0,5 Средний 0,5—0,25 Мелкий 0,25—0,05

Гравий	Галька	Валуны
Крупный 10,5 Гравий 5—1	Крупная 100—50 Галька 50—10	Крупный 1000—500 Валуны 500—100

хеме вполне возможно сравнивать получаемые дан-
произведенными механическими анализами.
нию в почвах физической глины (частиц с диаметром
разделяются обычно на ряд градаций по механиче-
у.

азделение почв по механическому составу

Процент частиц с диаметром меньше 0,01 мм						
50—60	40—50	30—40	20—30	10—20	5—10	Меньше 5
Глинистые	Тяжелые суглинистые	Легкие суглинистые	Тяжелые супесчаные	Легкие супесчаные	Песчаные	Песчано-сыпучие

обозначении почв по механическому составу при-
за, как было показано выше, а три названия, ха-
ие основные фракции.
ощая количественно часть (фракция) дается в виде
ого, а остальные — в виде приставок (например пес-
-пылеватая почва — основную массу составляют
стицы, второе место занимают глинистые, третье—

стивную роль во всех почвенных процессах играют
аметром меньше 1 μ (меньше 0,001 мм) — ультра-
определения их прибегают к ультрамеханическому
ванному на том же принципе скорости свободного
ц в стоячей воде, что и обычный анализ по Саба-
ой предварительной подготовкой почв к анализу
, HCl и NH_3 в международном методе «А», на-
методе Гедройца и др.).

ения о почвах. почвенные зоны союза

ействии организмов с минеральной частью (гор-
образуется новое тело — почва, обладающая но-
ным породе качеством — плодородием.

«Понятие о почве и ее плодородии неотделимы. Плодородие — существенное свойство, качественный признак почвы, независимо от степени его количественного проявления» (В. Р. Вильямс).

Различие в условиях почвообразования создает то разнообразие почвенных типов, подтипов и разновидностей, которое наблюдается в природе.

Почвенные типы (черноземы, подзолистые, солонцы и др.) понимаются в настоящее время не как самостоятельные морфологические образования, существующие извечно, но лишь как стадии развития почвообразовательного процесса.

Под влиянием окружающих условий (климата) смена почвенных типов может быть задержана на известных стадиях. Отсюда — чередование почв полосами или зонами. Нужно помнить, что почвенные зоны характеризуются и выделяются лишь по преобладающему типу почв, но они далеко неоднородны по почвенному покрову.

Ниже приводится таблица почвенных зон Союза, характеристика основных факторов почвообразования для каждой зоны и географическое ее распространение (см. стр. 192—195).

Первое ознакомление с почвами начинается с их морфологической характеристики.

Морфология почвы, ее внешние признаки отражают в известной степени ход почвообразовательного процесса, генезис почвы. Морфологические признаки почвы служат весьма важным, наиболее доступным, а иногда и почти единственным (особенно при работе в поле) критерием для отнесения почвы к тому или иному типу или разности.

К основным морфологическим признакам относятся:

1) окраска почв,
2) структура,
3) новообразования и включения,
4) сложение,
5) механический состав.

Влияние почвенных условий на растение не ограничивается только небольшим поверхностным, пахотным, слоем. Последний вообще нельзя рассматривать изолированно, вне связи с более глубоко лежащими слоями или почвенными горизонтами.

Ниже приводятся некоторые химические данные для характеристики профиля (разреза) основных почв СССР (см. стр. 196—198).

Условия образования основных почв Союза

Почвенная зона	Климат	Материнская порода
Сероземная	Резко выраженный континентальный. Весьма жаркое лето и сравнительно холодная зима. Осадков—80—250 мм в год. Выпадают они главным образом зимой, поздней осенью и ранней весной. Летом осадков почти не бывает. Очень сильная испаряемость. Почти нет промывания почв. Они засолены в той или иной мере легко растворимыми слоями.	Лессы, карбонатов кальция и магния в них до 10—15%. Палево-желтой окраски. Мелкопористые, суглинистые по механическому составу, с преобладанием частиц диаметром 0,05—0,01 мм.
Каштановая	Осадков — 200—380 мм в год. Выпадание их сдвинуто к весне. Температура ниже, чем в сероземной зоне. Испаряемость тоже ниже. Легко растворимые соли вымываются, а уровень солей трудно растворимых, как карбонаты кальция и гипс, понижается до 30—50 см, иногда глубже. Соли скапливаются в понижениях рельефа.	Лессовидные суглинки. Породы менее карбонатные по сравнению с лессом, более тяжелые по механическому составу, более бурые. Местами материнской породой являются солонцеватые глины, например аралo-каспийские отложения.
Черноземная	Умеренное количество осадков — 400—500 мм. Выпадение их главным образом летом в виде ливней. Почвы отмыты от легко растворимых солей и сильно понижен уровень солей трудно растворимых (до 1 м и глубже).	Лессовидные суглинки. Окраска их чаще всего палево-желтая, карбонатны. Преобладают фракции от 0,01 до 0,002 мм.
Черноземовидная	Короткое, но сравнительно влажное лето. Суровая зима с глубоким промерзанием почвы — до 2 м. Имеют место процессы заболачивания — оглеение нижних горизонтов почв. В более южных районах высокое испарение.	Различные материнские породы: лессовидные, суглинистые, покровные глины и др. Нередко солонцеватые породы.
Лесостепная	Осадков больше, чем в черноземной зоне (450—500 мм в год). Идет сильное промывание почв.	Лессовидные суглинки на моренных отложениях.

по зонам и география их распространения

Растительность	Рельеф	Географическое распространение зоны
Бедная, складывается из весенних эфемеров и сухолюбов. Мало растительных остатков для накопления их в почве.	Преимущественно равнинный.	Юг, юго-восток Союза: Туркмения, Узбекистан, Каракалпакия, Киргизия, часть Казахстана, часть Азербайджана и Дагестана. В пределах зоны много гор: например, в Киргизии —85% площади, Закавказье—60%. Площадь без гор—около 2 млн. км².
Растительность богаче. Появляются злаки—типцы, ковыли.	Равнинный.	Нижняя Волга (но около 30% в черноземной зоне), Казахстан, часть Предкавказья, Крым (до 40% всей площади), часть Бурято-Монголии, Кузнецкий угольный бассейн и отдельные пятна в Забайкалье. Общая площадь — около 1,5 млн. км².
Пышная степная растительность, оставляющая много органических веществ в почве. Разложение их идет в условиях реакции, близкой к нейтральной, и по условиям климатическим не идет до конца. Происходит накопление гумуса. В местах пониженных и с продвижением на север, по мере увеличения осадков, имеют место процессы разрушения накопленного гумуса — деградация черноземов.	Равнинный.	Украина (20% в зоне подзола), быв. ЦЧО (15% в зоне подзола), Средняя Волга (10% в зоне подзола), Татарская АССР, часть Крыма и Северного Кавказа, Башкирия (но 25% в зоне подзола), часть Западно-Сибирского края. Общая площадь около 2,5 млн. км².
В короткое, но жаркое лето развивается богатая лугово-болотная растительность, дающая много органического вещества, но иного состава, чем у черноземов степных, более инертного.	Равнинный.	Выделяется главным образом в Сибири — особенно в восточной части. В Западной Сибири, в Барабинской степи занимают большие площади черноземовидные (лугово-солончаковые) почвы.
Степь, на которую с севера надвигается лес. Происходит изменение условий увлажнения, и быстро идет деградация черноземов под лесами.	Сглаженный моренный ландшафт.	Часть быв. ЦЧО, часть Ивановской области, Чувашской республики и Горьковской области.

Почвенная зона	Климат	Материнская порода
Подзолистая	Осадков — больше 500 мм в год при малой испаряемости. Сильно развиты процессы промывания почв выпадающими осадками и вынос отдельных веществ из почвы. Вымыты легко растворимые соли и трудно растворимые, как гипс и карбонаты. В процессе почвообразования нередко имеет место заболачивание, особенно в пониженных элементах рельефа.	Ледниковые наносы (моренные), валунные суглинки, супеси, пески и пр. Покровные суглинки и глины с преобладанием частиц диаметром 0,05—0,005 мм. Сильно пористые.
Тундровая	Осадков не больше, чем в подзолистой зоне, даже меньше — 200—400 мм. Температура ниже, воздух влажный, испарение незначительное. Много пространств покрыто водой. Вечная мерзлота. Застаивание воды, заболачивание почв.	Грубые ледниковые наносы, валунные суглинки, пески, щебенка и др.
Латеритная (субтропическая)	Жаркий климат с громадным количеством осадков, 2000—3000 мм в год. Большая влажность воздуха. Процессы выветривания идут весьма энергично; сильно развиты процессы промывания почв.	Изверженные породы: порфирит, андезиты, базальты и их лавы и туфы, а также частично осадочные породы.

Условия образования основных почв Союза (продолжение)

Растительность	Рельеф	Географическое распространение зоны
Боры, смешанные леса, кислые луга. Накопление гумуса слабое.	Моренный ландшафт, бугры, ледниковые гряды, котловины.	Карело-Финская ССР, Ленинградская область, Белоруссия, Западная, Московская, Ивановская области, Горьковский край, Бурято-Монголия и др. Площадь подзолистой зоны охватывает Север Союза, всего около половины площади Союза. Она равна 11,5 млн. км².
Растительность бедная: хвойные леса, мох, кислые луга. Накопление органического вещества грубой формы—торф.	Моренный ландшафт, бугры, ледниковые гряды, котловины.	Быв. Северный край, Мурманский край, Ленинградская область, Якутия, Дальний Восток, быв. Уральская область и значительная часть Сибири.
Растительность богатая, субтропическая.	Гористый и холмистый.	В Закавказье по побережью Черного моря.

Сведения о химическом составе основных почвенных типов СССР

(по различным данным)

Серозем суглинистый из совхоза «Пахта Арал» (Казахстан)

Подгоризонт	Глубина взятия образца в см	Гумус в %	$CaCO_3$ в %	Обменные катионы в м.-экв. на 100 г почвы			pH водной суспензии
				Ca+Mg	Na	Сумма	
A	0—10	1,10	13,6	10,2	0,4	10,6	8,3
B	10—15	0,45	17,0	10,1	0,9	11,0	8,5
B	25—30	0,24	18,6	13,3	2,2	15,5	8,5
C	40—50	—	22,0	13,1	2,9	16,0	8,5

Каштановая суглинистая почва Краснокутской оп. станции

Подгоризонт	Глубина взятия образца в см.	Гумус в %	$CaCO_3$ в %	Поглощенные катионы в м.-экв.			pH водной суспензии
				Ca+Mg	Na	Сумма	
A	0—10	2,47	—	24,6	3,7	28,3	7,6
B_1	20—30	2,49	—	25,3	3,9	29,2	7,8
B_3	40—50	1,34	8,82	25,0	3,2	28,2	8,2

Схематизированное распределение обменных катионов, гумуса и коллоидных частиц в черноземах

(по Н. П. Ремезову)

Подгоризонт	Глубина взятия образца в см	Гумус в %	CO_2 в %	Обменные катионы в м.-экв.					pH суспензии		Ультрачастицы < 1 μ
				Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	H^{+}	Сумма	водной	солевой	
Южный суглинистый чернозем											
A	0—10	4,5	—	28	—	2	—	30	7,0	—	15
A	15—20	3,0	0,5	26	—	2	—	28	7,5	—	25
B	30—40	2,0	3,0	23	—	2	—	26	8,0	—	25
C	60—70	—	5,0	18	—	2	—	20	8,2	—	25

Подгоризонт	Глубина взятия образца в см	Гумус в %	CO_2 в %	Обменные катионы в м.-экв. Ca··	Mg··	Na·	H·	Сумма	pH суспензии водной	pH суспензии солевой	Ультрачастицы < 1 μ
Обыкновенный суглинистый чернозем											
A	0—10	6,0	—	31	—	2	2	35	6,8	6,0	15
A	20—30	5,0	0,1	29	—	1	—	30	7,0	6,9	20
B	50—60	3,0	0,5	24	—	1	—	25	7,5	7,2	25
C	90—100	—	5,0	19	—	1	—	20	8,0	7,5	25
Мощный суглинистый чернозем											
A	0—10	10,0	—	50	10	—	5	65	6,5	6,0	16
A	20—30	8,0	—	39	10	—	1	50	6,8	6,5	20
A	40—50	6,0	—	30	10	—	—	40	7,0	6,8	23
B	70—80	4,0	—	25	5	—	—	30	7,0	7,0	25
B	90—100	2,0	0,5	20	5	—	—	25	7,5	7,2	25
C	110—120	—	5,0	20	—	—	—	20	8,0	7,5	—
Деградированный суглинистый чернозем											
A_1	0—10	8,0	—	32	8	—	10	50	6,0	5,0	20
A_2	20—40	5,0	—	25	7	—	8	40	6,5	6,5	20
B_1	60—70	3,0	—	25	5	—	5	35	6,5	6,0	25
B_2	80—90	1,0	—	24	5	—	1	30	6,8	6,5	30

Типичные подзолистые почвы

Подгоризонт	Глубина взятия образца в см	Гигроскопическая влага %	Гумус в %	Азот в %	P_2O_5 в %	Поглощенные катионы в м.-экв. Ca··	Mg··	H·	Сумма	pH KCl	pH H_2O	% частиц < 1 μ
Средне подзолистая суглинистая почва Долгопрудного оп. поля												
A пах.	0—10	2,0	2,32	0,184	0,084	4,8	1,4	4,0	10,2	4,9	6,4	3,5
A_2	14—24	1,4	0,37	0,051	0,053	3,0	1,0	2,1	6,2	—	—	10,6
B_1	30—40	3,0	0,28	0,039	0,087	6,0	2,7	3,1	11,8	—	—	21,7
B_2	60—70	4,6	—	—	—	11,0	3,6	2,4	17,1	—	—	31,4
B_3	80—90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	23,4
B_3	110—120	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	22,9
Подзолистая песчаная почва Новозыбковской оп. станции												
A пах.	0—10	0,34	0,6	0,043	0,032	0,9	0,3	2,3	3,5	4,6	5,7	<1,0
A_2	18—26	0,32	—	—	—	0,2	0,1	1,1	1,4	5,1	6,2	—
B_1	50—60	0,13	—	—	—	0,3	0,1	0,6	1,0	5,0	5,9	—
B_2	75—85	0,23	—	—	—	0,5	0,1	0,7	1,3	5,0	6,7	—

Обменные катионы, гумус, коллоидные частицы и реакция почв лесостепи (по Ремизову)

Подгоризонт	Глубина взятия образца в см	Гумус в %	Обменные катионы в м.-экв. на 100 г почвы				pH суспензии		% частиц < 1 μ
			Ca··	Mg··	H·	Сумма	водной	солевой	
Серая лесостепная суглинистая почва									
A_1	0—10	3,0	14	2	4	20	5,5	5,0	6
A_2	20—30	2,0	15	2	3	20	5,5	4,5	6
B_1	30—40	1,0	21	2	2	25	6,0	6,0	25
B_2	60—70	—	26	2	2	30	6,0	6,0	30
Вторично-подволистая суглинистая почва									
A_1	0—10	2,0	7	2	1	10	6,5	6,0	2
A_2	15—25	0,5	3	1	1	5	6,5	5,5	2
B_1	30—40	—	15	2	3	20	7,0	6,5	25
B_2	60—70	—	22	4	4	30	7,0	6,5	30

Примерная химическая характеристика краснозема Аджарии

(Профиль № 21 в каштаново-буковом лесу, на плоской вершине бугра)

Глубина взятия образца в см	Гумус в %	H_2O в %	Потеря от прокаливания	Валовой состав						pH	Поглощенные катионы в м.-экв.			
				SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	MnO		Ca	Mg	H	Сумма
0—5	12,62	6,11	26,44	46,17	19,58	10,43	0,22	1,00	0,60	4,8	3,16	2,79	20,16	26,11
30—35	1,16	5,27	16,19	48,08	26,08	12,04	0,18	1,18	0,32	5,1	1,59	1,32	10,56	13,47
50—55	0,48	5,55	18,38	36,09	30,58	10,95	0,05	1,02	0,53	5,0	0,81	1,07	11,04	12,92
110—115 (кора выветривания)	0,28	5,43	17,47	34,51	31,33	20,09	0,55	1,00	0,52	5,1	1,52	0,37	11,92	13,82

Органическое вещество почвы. После отмирания растительные и животные остатки, попадая в почву, разлагаются микроорганизмами — минерализуются, но неполностью. Некоторая часть органического вещества, более или менее устойчивая против разложения, остается в почве и может даже накопляться. Под влиянием биохимических и физических процессов эта более устойчивая часть превращается в своеобразный комплекс органических соединений, получивших название гумуса, или перегноя. Ха-

рактер и скорость разложения органических остатков в почве находится в зависимости от условий среды, которая влияет как на тип почвенных организмов, так на механизм разложения и природу образующихся веществ. Различают аэробные и анаэробные условия разложения. Аэробное разложение идет при свободном доступе воздуха (кислорода). Интенсивно проходят процессы окисления. Образующиеся продукты синтеза нестойки. Резко выраженный аэробный процесс может привести к полной минерализации органического вещества в почве. Анаэробное разложение, напротив, происходит при отсутствии доступа кислорода, например в нижних горизонтах заболоченных почв. Под влиянием анаэробных бактерий идут процессы различного вида брожения. Процессы протекают медленно. Происходит накопление органического вещества в почве. Для большей части почв имеют место не чисто аэробные или анаэробные условия разложения, а меняющиеся — в зависимости от целого ряда причин, прежде всего количества осадков и водного режима почв. Можно говорить лишь о преобладающих условиях. И. В. Тюриным дается такая схематическая характеристика условий гумусообразования и накопления органического вещества в почвах (см. стр. 200—201).

Гумус не является химическим индивидуумом, но представляет смесь веществ, изменяющихся при различных условиях образования в зависимости от таких факторов, как природа растительности, характер и интенсивность разложения, климатические условия, физико-механические и химические свойства почвы. В. Р. Вильямс на основании своих работ считает, что природные органические вещества почвы представляют три кислоты: ульминовую, гуминовую и креновую. «Эти три кислоты всегда приурочены к трем типам разложения природного органического вещества: ульминовая или бурая перегнойная кислота — к анаэробному; гуминовая или черная перегнойная кислота — к аэробному бактериальному и креновая или бесцветная перегнойная кислота — к грибному» (В. Р. Вильямс. Почвоведение. Изд. 3-е. М. 1936, стр. 105). По мнению С. Ваксмана, химический состав почвенного гумуса определяется природой тех остатков, из которых он образуется, и степенью их разложенности. Он разделяет гумус на две большие группы: 1) протеины, в том числе лигнин, составляющие бóльшую часть, и 2) углеводы, составляющие меньшую часть.

Поскольку методика исследования гумуса недостаточно разработана, сравнительно мало имеется данных, характеризующих

Обзор типов накопления органического вещества в почвах

(по И. В. Тюрину)

Главные или основные типы	Переходные типы	Характерные сочетания условий гумусообразования	Характеристика процессов	Размеры накопления гумуса на 1 м²	Соответствующие типы почв	
					Основные типы	Переходные
Торфяно-болотный	—	Избыточное увлажнение, преимущественно застойного характера, отсутствие аэрации или слабая степень последней в верхнем слое (преимущественно, но не исключительно влажный и холодно-умеренный климат)	Брожение, консервирование неразложенных остатков, битуминизация и медленная гумификация	Очень большое в виде торфа; при средней мощности в 2,5 м — около 200 кг	1) Сфагновые торфяники. 2) Травяно-осоковые торфяники	—
—	Полуболотный	Усиление аэрации в верхнем слое или периодически во всем профиле; периодически неглубокое сквозное промачивание	↕	Умеренное (до большого), частью в минеральных горизонтах, частью в виде небольшого слоя торфа	—	Торфянисто-подзолистые. Лугово-болотные
Гумидный кислый	—	Влажный климат, сквозное промывание, кислая реакция вследствие недостатка сильных оснований	Энергичный гидролитический распад при умеренном или ослабленном проявлении окислительных процессов, слабая гумификация	а) Незначительное — около 10 кг б) Умеренное — 15—30 кг	а) Подзолистые почвы северной лесной зоны б) Выщелоченные и оподзоленные лесные почвы влажных субтропиков	—

—	Гумидный нейтральный	То же, но нейтральная (или близкая к ней) реакция благодаря присутствию кальция	↕	Умеренное — 20—40 кг	—	а) Перегнойно-карбонатные почвы влажных лесных областей б) Лесные почвы лесостепной зоны
Семигумидный нейтральный	—	Полузасушливый климат с умеренно продолжительным летом; нейтральная реакция, обусловленная наличием кальция	Энергичная гумификация при умеренной интенсивности гидролитического распада	Большое — 40—80 кг	Черноземы	—
—	Семиаридный слабощелочной или щелочной	↕	↕	а) Умеренное — 20—25 кг б) Незначительное — 10 кг	—	а) Темнокаштановые б) Светлокаштановые
Аридный щелочной	—	Сухой климат и интентенсивная аэрация, щелочная реакция (от $CaCO_3$), высокая температура и большая продолжительность лета	Резко выраженные процессы окислительного распада	Очень незначительное — 5 кг	Сероземы	—

Состав гумуса в почвах СССР

(по данным Н. П. Ремезова)

Почвы	C	N	C : N	Гумус (C × 1,72)	В % к гумусу					
					Смолы, воска, воска	Гемицеллюлозы	Целлюлозы	Лигнин	Протеин	N амид. аминокис.
Серозем	0,55	0,12	4,6	0,96	2	нет	нет	20	68	4
Каштановая суглинистая	1,36	0,22	6,4	2,35	2	34	нет	40	24	3
Южный чернозем суглинистый	2,18	0,24	9,1	3,76	5	13	нет	54	27	3
Обыкновенный чернозем суглинистый	2,77	0,24	11,5	4,78	1	21	нет	53	21	2
Мощный чернозем суглинистый	4,62	0,45	10,3	7,93	2	3	нет	58	20	2
Деградированные черноземы	4,06	0,42	9,6	7,00	1	8	нет	56	20	3
Серая лесостепная	1,22	0,14	8,7	2,11	2	13	нет	43	24	3
Средне подзолистая культурная	1,18	0,19	6,2	2,04	4	29	нет	24	23	4
Подзолисто-глеевые культурные	1,81	0,34	5,3	3,13	4	35	нет	47	9	7
Обыкновенный чернозем Западной Сибири	5,55	0,35	10,0	9,56	1	8	14	49	25	1
Деградированный чернозем Западной Сибири	9,02	0,83	10,9	15,52	не опред.	10	8	59	23	1
Черноземовидная почва	6,16	0,55	11,2	10,60	То же	14	7	56	19	2

состав гумуса различных почв. Можно привести в этом отношении данные из работы Н. П. Ремезова, применившего методику Ваксмана—Стивенса («Почвоведение», 1933 г., № 5).

Одни части гумуса разлагаются при благоприятных условиях быстрее других (например целлюлозы и гемицеллюлозы), в результате чего уменьшается отношение C : N.

Наиболее широкое отношение азота к углероду (C : N) отмечается для почв, богатых органическим веществом или формирующихся в условиях значительной влажности (торфянистые, черноземовидные), т. е. в этих почвах повышается содержание безазотистых веществ. Органическое вещество почв избыточного увлажнения более грубо, менее гумифицировано.

С физической точки зрения почвенный гумус является гидрофильным коллоидом.

Роль гумуса в почве огромна и разнообразна:

1) он служит, подвергаясь минерализации, постоянным источником питательных веществ для растений (углерод, особенно азот, фосфор, сера, кальций, магний, железо и др.);

2) регулирует и определяет природу бактериальной флоры и ее активность;

3) придает почве наиболее важные физические и химические свойства (буферная способность, реакция, обменная способность, структура почвы, водные и воздушные свойства, тепловой режим).

Содержание гумуса для различных почв Союза дано в таблице на странице 206.

О ХИМИЧЕСКОМ СОСТАВЕ ПОЧВ

Вашингтон и Кларк дают такой средний состав твердой земной коры примерно до 16 км глубины:

Элементы в процентах		В форме окисей в процентах	
O	46,46	SiO_2	59,08
Si	27,61	Al_2O_3	15,23
Al	8,07	Fe_2O_3	3,10
Fe	5,06	FeO	3,72
Mg	2,07	CaO	5,10
Ca	3,64	MgO	3,45
Na	2,75	Na_2O	3,71
K	2,58	K_2O	3,11
Ti	0,62	H_2O	1,30

Элементы в процентах		В форме окисей в процентах	
H	0,14	TiO_2	1,03
P	0,12	MnO	0,12
C	0,09	CO_2	0,35
Mn	0,09	P_2O_5	0,29
S	0,06	Cl	0,05
Cl	0,05	SO_3	0,03
Br	0,04	C	0,04
F	0,03	Все прочие элементы	0,29
Прочие	0,50		
	100,00		100,00

Выделяются первые 8 элементов и среди них O и Si. Примерный минералогический состав изверженных пород, по Кларку, таков:

Полевые шпаты	59,5%
Роговые обманки и авгит	16,8%
Кварц	12,0%
Слюды	3,8%
Все прочие минералы	7,9%
	100,0%

То же без большой ошибки можно отнести и к осадочным породам, но аналитических данных имеется недостаточно, чтобы составить об этом точное представление.

В почвах можно найти (в различных количествах) все или почти все химические элементы. Коснемся кратко лишь некоторых наиболее важных с агрономической точки зрения.

Азот. Минерального азота (нитраты, нитриты, аммиак) в обычных почвах не больше 1—2% от общего количества азота. В основном азот находится в почве в органической форме: входит в состав белковых тел, продуктов их распада и перегруппировки, а также собственно гумусовых веществ и тел бактерий. Отсюда понятна прямая связь содержания общего азота в почвах с количеством в них гумуса, что видно из данных нашей таблицы содержания гумуса и азота в пахотном горизонте основных почвенных типов СССР (см. табл. на стр. 206) и таблицы Н. П. Ремезова, приведенной в главе об органическом веществе.

Соединения, входящие в состав почвы

(по И. В. Тюрину)

Группы соединений	Соединения, образующиеся в результате выветривания	Соединения, образующиеся в результате биохимических процессов
1. Первичные соединения	Первичные неизменённые минералы изверженных и метаморфических пород	Органические соединения неразложенных растительных и животных остатков
2. Промежуточные продукты превращения	Кислые соли силикатов и алюмосиликатов, алюмокремневые кислоты (глины)	Простые углеводы, органические кислоты, аминокислоты и др.
3. Коллоидальные «конечные» продукты превращения	Коллоидальные гидраты окислов	Гумусовые вещества, отчасти коллоидальные гидраты SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3 и окислов Mn.
4. «Конечные» продукты превращения в виде простых солей	Углекислые, сернокислые, хлористые и фосфорнокислые соли K, Na, Ca, Mg, отчасти других оснований.	Азотнокислые, углекислые, сернокислые (хлористые) и фосфорнокислые соли K (Na), Ca, Mg и отчасти других оснований

По Ремезову, азот гумуса можно разделить на три группы: 1) азотсодержащие воднорастворимые органические соединения, 2) азотистые соединения, гидролизуемые кислотой, и 3) азотистые соединения, не гидролизуемые кислотой. Первая группа содержит 4—30% от всего азота. Вторая группа характерна для различных типов почв. Так, в сероземах и подзолах преобладает амидная форма. Некоторые образцы черноземов характеризуются высоким содержанием аминокислот. Третья группа азота представляет наиболее застаревшую часть органического вещества и не находится ни в каком отношении к типу почвы.

При разложении различными микроорганизмами органических остатков в почве образуется аммиак. Частично он используется почвенными бактериями и высшими растениями, частично окисляется, переходя в форму нитратного азота. Переход аммиачного азота в нитратный происходит под влиянием особого рода микробов и протекает в две стадии: окисление аммиака до азотной кислоты под влиянием нитрозного микроба (Nitro-

Мощность гумусового слоя (в сантиметрах) и содержание (в процентах) гумуса, P_2O_5 и K_2O в верхнем (0—10 см) слое почв СССР

Почвенные зоны	Название почвы	Мощность гумусового слоя	Гумус	Азот	P_2O_5	K_2O
Сероземная зона	Серозем	8—10	1—1,5	0,1—0,18	0,08—0,2	1,9—2,27
	Солончак сероземной зоны	15—40	1—2,0	0,08—0,18	0,08—0,2	—
	Культурно-поливная почва	до 200	0,8—1,5	0,08—0,13	0,11—0,23	—
	Серо-бурая (светлокаштановая)	10—25	1,6—3,0	0,11—0,25	0,15—0,19	—
Каштановая зона	Каштановая	35—45	2,5—4,0	0,15—0,25	0,12—0,20	2,0—2,5
	Темнокаштановая	40—50	4—5	0,18	0,12—0,20	—
	Солончак каштановой зоны	30—60	2—6	0,14	0,12—0,20	—
	Солонец каштановой зоны	30—40	1—4	0,14—0,3	0,12—0,20	—
Черноземная зона	Южный чернозем	45—60	4—6	0,22—0,35	0,12—0,20	2,55
	Солончак черноземной зоны	Различная	5—10	—	—	—
	Солонец черноземной зоны	Различная	3—10	—	—	—
	Солодь черноземной зоны	Различная	2—3	—	—	—
	Обыкновенный чернозем	65—80	5—10	0,25—0,45	0,15—0,25	2,03
	Мощный чернозем	100 и более	8—12	0,4—0,5	0,15—0,22	2,40
	Деградированный слабо	90—100	7—9	0,35—0,50	0,20	2—2,5
	Деградированный средне	80—90	7—8	0,30—0,50	0,20	—
	Деградированный сильно	65—75	6—7	0,25—0,40	0,15	—
	Предкавказский чернозем	60—80	3—5	0,3—0,5	0,13—0,24	—
	Приазовский чернозем	До 150	3,5—5	0,3—0,5	0,13—0,23	—

Мощность гумусового слоя и содержание гумуса P_2O_5 и K_2O (продолжение)

Почвенные зоны	Название почвы	Мощность гумусового слоя	Гумус	Азот	P_2O_5	K_2O
Черноземовидная зона	Черноземовидная	50—90	8—10	0,4—0,6	0,2—0,24	—
	Деградированная черноземовидная	50—80	7—8	0,3—0,45	0,15—0,20	—
	Сильно деградированная черноземовидная	40—70	5—8	0,3—0,4	0, 10—0,20	—
	Аналог серых лесостепных	20—40	3—5	0,2—0,35	0,08—0,13	—
	Аналог вторично-подзолистых	25—30	1—5	0,1—0,35	0,1—0,2	—
Лесостепная зона	Серая лесостепная	30—40	2,5—5,0	0,19—0,35	0,08—0,13	2,35
	Темносерая лесостепная	40—60	4—6	0,19—0,35	0,10—0,14	—
	Вторичная подзолистая	20	1—2,5	0,11—0,20	0,08—0,15	—
Дерново-подзолистая и тундровая зоны	Дерновая		Около 1,0	—	—	—
	Слабо подзолистая	Ограничена пахотным слоем, т. е. 12—20 см	1—2	0,10—0,20	0,07—0,13	2—2,32
	Средне подзолистая		1,5—3,0	0,10—0,25	0,07—0,13	—
	Сильно подзолистая		1,5—3,0	0,10—0,25	0,06—0,13	—
	Подзол		Около 1,0	—	—	—
	Подзолисто-глееватая	Различная, но больше подзолистых	2—3	0,3—0,4	0,07—0,13	—
	Подзолисто-глеевая		2—6	0,3—0,5	0,1—0,22	—
	Торфянисто-подзолисто-глеевая	Различная мощность гумусового слоя, различное количество питательных веществ, но выше, чем у подзолистых.				
Латеритная (субтропическая) зона	Краснозем	—	4—8	0,2—0,3	0,1—0,2	—

somonas), затем окисление азотистой кислоты до азотной — под влиянием нитробактера (Nitrobacter). Нитрификация идет успешно только при хорошей аэрации почвы, реакции слабокислой или близкой к нейтральной, достаточно благоприятной температуре (оптимум 30°).

Создание подобного рода благоприятных условий способствует мобилизации почвенного азота в достаточно больших количествах и в форме наиболее приемлемой для большей части растений (пример — культурные черные пары). При анаэробных условиях могут иметь место совершенно обратные процессы: восстановление нитратов до аммиака и даже до свободного азота, который теряется для почвы. Это — процессы, так называемые денитрификации, вредные для сельского хозяйства. Вызываются они особого рода микроорганизмами — денитрификаторами, лучше себя чувствующими в условиях слабощелочной среды (pH=7,0—8,2).

Некоторая часть азота поступает в почву путем связывания азота почвенного воздуха особыми бактериями: Asotobacter, работающий в аэробных условиях, и анаэробный Clostridium. При благоприятных условиях для деятельности этих бактерий почва накопляет таким путем 25—30 кг азота на гектар в год.

Небольшое количество азота, нитратного и аммиачного, поступает в почву с атмосферными осадками (около 5 кг азота на гектар в год, в отдельных случаях до 10 кг). Наконец, свободный азот воздуха ассимилируется бактериями, живущими в симбиозе с бобовыми (и с некоторыми небобовыми) растениями. Такова B. radicicola, имеющая много разновидностей, и род Mycobacterium, близкий к B. radicicola.

При учете азота в почве, кроме поступления его в почву, о чем в основном было сказано выше, нужно иметь в виду возможность вымывания нитратов, особенно на легких почвах, поскольку анион NO_3 практически не адсорбируется почвой. Потери аммиачного азота менее опасны, так как ион NH_4 быстро адсорбируется почвой.

Фосфор. Входит как в органическую, так и минеральную части почвы. Органический фосфор является составной частью белковых веществ, продуктов их перегруппировки и собственного гумуса. Количественно органический фосфор иногда составляет половину от общего количества P_2O_5 в почве. Чаще, однако, в отличие от азота, преобладают минеральные формы P_2O_5. Природа их точно не установлена. Полагают, что это фосфорнокислые соли Ca, Mg, Fe и Al, реже K и Na. Соли щелочноземель-

ных металлов фосфорной кислоты преобладают в почвах с нейтральной реакцией (черноземы), соли полуторных окислов — в почвах кислых (подзолистые), соли K и Na не преобладают, но чаще встречаются в почвах щелочной реакции (солонцеватые). Содержание общей P_2O_5 в пахотном горизонте почвы равно примерно 0,10—0,15% от веса его и часто выше; в почвах песчаных вообще ниже, чем в глинистых и суглинистых. Фосфорная кислота почти не вымывается из почвы. Внесенная с удобрением, она закрепляется в верхних слоях почвы, особенно в глинистых почвах, богатых коллоидными частицами; последние (коллоидные частицы) вообще имеют более высокий процент P_2O_5. Данные анализа дренажных и лизиметрических вод показывают, что в год вымывается только от 0 до 5 кг P_2O_5 с 1 га, главным образом на почвах легких по механическому составу.

По литературным данным известно, что органические фосфаты более подвижны и могут глубже проникать в почву. Во многих случаях это очень важно, например при удобрении деревьев и т. п.

В почве P_2O_5, благодаря извлечению ее растениями из нижних горизонтов, минерализации в дальнейшем растительных остатков и слабой способности образовавшихся фосфатов к передвижению, накапливается в верхних горизонтах. Количества общей P_2O_5 достаточно велики для большей части почв, чтобы обеспечить урожаи на многие годы, но весь вопрос упирается в доступность ее растениям, поскольку большая часть фосфатов в почве трудно растворима, особенно фосфаты R_2O_3. Отсюда — мероприятия, направленные к увеличению подвижности P_2O_5 в почвах (известкование, силикатирование, введение органического вещества, кислование). Содержание общей P_2O_5 в пахотном горизонте основных почв типов СССР приведено в таблице на стр. 206.

Калий. Входит в состав почвенных силикатов и алюмосиликатов: в глинистых породах K_2O — около 2% и выше, в песчаных — около 1%. В процессе выветривания или внесенный с удобрениями калий, как легко растворимая соль различных анионов, казалось, мог бы легко вымываться из почвы. Установлено, что, несмотря на легкую растворимость солей калия, он вымывается из почвы весьма слабо. Калий быстро и почти нацело закрепляется в верхнем горизонте почвы, входит в поглощающий комплекс почв и в виде поглощенного иона, повидимому, служит главным источником калия для растений.

Валовое содержание K_2O в почвах СССР приведено в таблице на стр. 206.

Натрий. Встречается в почвах в виде солей NaCl, меньше $NaNO_3$ и Na_2SO_4 и в поглощенном состоянии. Na играет весьма большую роль в почвенных процессах (солончаки, солонцы). Входя в поглощающий комплекс, натрий может быть причиной излишней щелочности, вредной для растений, ухудшает физические свойства почв (водно-воздушный режим), способствует вымыванию коллоидных органических веществ, т. е. создает ряд отрицательных с точки зрения с.-х. свойств почвы. Вносимый с удобрениями (например $NaNO_3$) натрий-ион при длительном применении или в очень больших дозах также может сказаться отрицательно на свойствах почвы, особенно на почвах бедных кальцием и органическим веществом. Только в небольших количествах и на богатых почвах (черноземы) поглощенный натрий оказывает благоприятное действие вследствие увеличения подвижности органического вещества и возможности благодаря этому его более быстрой минерализации.

Кальций. Встречается в почве в виде алюмосиликатов кальция, карбонатов, сульфатов, фосфатов и в виде поглощенного кальция. Растения сравнительно редко испытывают недостаток в кальции как питательном веществе, так как его достаточно для этого во всех почвах. Входя в поглощающий комплекс почвы, кальций играет чрезвычайно большую роль в улучшении свойств почвы: создании прочной структуры, благоприятной для растений, устойчивой реакции и т. д. В виде бикарбонатов или других растворимых солей (особенно в условиях кислой среды) кальций вымывается из почвы. Для ряда почв (например подзолистых) это ведет к резкому ухудшению их агрономических свойств и вызывает необходимость известкования подобных почв.

Магний. Входит в состав простых силикатов, встречается в виде солей карбонатов, сульфатов и др., а также в виде поглощенного магния, но количественно его в почве меньше, чем кальция. В последнее время рядом крупных ученых (Гедройц и др.) уделено большое внимание поглощенному магнию и установлению правильного соотношения между поглощенным Ca и Mg для повышения урожаев, в частности в устранении вредного действия избыточного известкования на ряд культур.

Марганец. Содержание марганца в почве измеряется в среднем несколькими сотыми долями процента. Наиболее богаты марганцом латеритные почвы. По данным Набоких, латерит Чаквы имеет 2—4% MnO. Хализев А. дает такие цифры общего содержания марганца (Mn) в почвах: 1) подзолистые — 0,025—

0,098%, 2) черноземы — 0,060—0,093%; 3) каштановые — 0,079—0,083%; 4) сероземы — 0,041—0,061% и 5) красноземы Чаквы — 0,102%. Содержание Mn выше в почвах глинистых. Значительная часть всего марганца находится в поглощенном состоянии. Марганец влияет на бактериальные процессы; при подходящих условиях он стимулирует деятельность нитрифицирующих, аммонифицирующих и азотфиксирующих бактерий. В больших дозах Mn вреден для растений. Подвижность его в почве связана с величиной pH: она выше при кислой реакции, и плохой рост растений на кислых почвах может зависеть от наличия в них ядовитых количеств растворимого марганца. Известкование переводит Mn в неусвояемую для растений форму.

Сера. Встречается в форме сульфидов железа, сульфатов кальция (гипс и др.) и в белковой части органических веществ почвы. Важна для питания растений и иногда дает резкий положительный эффект при внесении в почву в виде элементарной серы или входя в состав удобрений (калийных, сернокислого аммония, гипса).

Бор. По Гольдшмидту, бора гораздо больше в осадочных породах, чем в изверженных (до 0,1% B_2O_3). В тех или иных количествах бор почти всегда есть в почвах. По данным ряда исследователей, бора в почве содержится от 1 до 14 мг на килограмм почвы. По Бернарду, главным источником бора в почвах является турмалин. По данным Кука, бор стимулирует нитрификацию. Бор адсорбируется почвой.

Медь. Анализов на содержание меди в почвах немного. По данным Ведроди, огородные и полевые почвы содержали 0,06—0,08% CuO. По данным анализов в НИУИФ, в торфах найдено около 0,001% меди. Недостаток в почвах меди вызывает ряд болезней растений, и внесение солей меди на болотных почвах дало резко положительный эффект в повышении урожаев зерновых культур.

Кремнекислота. Составляет преобладающую часть состава почвы (до $^3/_4$ и выше). Кроме кварца — безводной окиси кремния, трудно поддающейся химическому выветриванию, сюда входят простые и сложные силикаты — соли кремневых, алюмокремневых и частью феррикремневых кислот. Конечные продукты выветривания соединений кремнекислоты (гидраты SiO_2) находятся в почве в степени высокой раздробленности — в коллоидном состоянии. Коллоидной кремнекислоте придается большое значение, особенно для кислых почв. Фосфорная кислота кислых почв в основном связана с R_2O_3. Вносимая в почву с удоб-

рениями растворимая P_2O_5 также быстро связывается активными полуторными окислами, переходя в формы, мало доступные для растений. Коллоидная SiO_2 дезактивирует полуторные окислы и таким образом препятствует ретроградации P_2O_5. Существует мнение, что благодаря реакциям анионного обмена SiO_2 не только дезактивирует полуторные окислы, предохраняя от поглощения P_2O_5, но может освобождать уже связанную ими фосфорную кислоту (Демолон, Гаардер и др.). Для обменной способности почв вообще придается большое значение отношению ацидоидной (SiO_2, гуматы и др.) к безоидной (R_2O_3) части почвы (см. в разделе о поглотительной способности почв).

Железо. Чрезвычайно важный для растений, хотя и требуемый в малых дозах, элемент. В почвах находится в достаточном количестве. Формы железа в почвах различны: окиси и закиси железа, окисные и закисные соли, но главным образом гидраты окисей. С агрономической точки зрения представляет особый интерес соединения железа с P_2O_5, а также вообще способность R_2O_3 связывать, ретроградировать P_2O_5, особенно на кислых почвах, в формы, мало доступные для растений. В качестве противодействия может служить известкование, где фосфаты R_2O_3 переводятся частью в форму кальциевых фосфатов, более доступных растениям. Закисные формы железа имеют место в почве в условиях анаэробных, и они вредны для растений (почвы заболоченные, особенно их нижние горизонты).

Алюминий. Аналогичен железу, но соединения его более подвижны, особенно на кислых почвах. В больших дозах ядовит для растений (подвижный алюминий). Соединения алюминия с P_2O_5 более растворимым, чем фосфаты железа. Вредное действие алюминия в почве устраняется внесением извести (дезактивирование).

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ

Под поглотительной способностью почв, в широком смысле этого слова, понимают «способность ее задерживать те или другие вещества, находящиеся в соприкосновении с ее твердой фазой и из циркулирующих в ней вод» (К. К. Гедройц). Вопросы поглотительной способности почв, связь их с вопросами генезиса почв, а также возможности использования в практике сельского хозяйства сведений о реакциях поглощения и обмена глубоко и плодотворно изучены К. К. Гедройцем. Взгляды Гедройца подробно изложены им в специальной монографии «Уче-

ние о поглотительной способности почв», вышедшей в 1932 г. 3-м изданием, и хорошо известны каждому агрохимику и почвоведу. В выяснении сущности явлений обменных реакций в почве много теоретически ценного внесено работами Г. Вигнера (в Швейцарии) и С. Маттсона (в Америке), использовавших позднейшие достижения коллоидной химии. Работы Маттсона переведены на русский язык проф. Н. П. Ремезовым и выпущены Сельхозгизом 2-м изданием (С. Маттсон. Почвенные коллоиды. 1938).

Понятие о емкости поглощения и насыщенности основаниями. В процессах катионного обмена, более изученного по сравнению с анионным обменом, должны быть отмечены следующие практически важные моменты, отчасти установленные Уэй, но развитые и экспериментально обоснованные Гедройцем:

1) любым катионом можно вытеснить, заменить, ранее связанные с почвой (поглощенные) катионы;

2) реакции обмена протекают весьма быстро (моментально), но они обратимы и нацело могут итти лишь при удалении прореагировавшей части из почвенного раствора;

3) обмен происходит в эквивалентных величинах;

4) способность к вытеснению (или поглощению) неодинакова для всех катионов: она растет с повышением атомного веса и валентности катиона. Здесь имеем ряд:

$$Li < Na < NH_4 < K < Mg < Ca < Ba < Al < Fe.$$

Особое место занимает водородный ион, в 4 раза превышающий по способности поглощения ион кальция.

В почвах имеют наибольшее значение поглощенные кальций, магний, водород, калий и аммоний. Они входят в поглощающий комплекс в различных количествах и соотношениях, в зависимости от типа и разности почвы. Путем обработки почвы раствором какой-либо соли все поглощенные катионы этой почвы могут быть вытеснены и заменены на катион данной соли. Сумма всех входящих в поглощающий комплекс катионов дает емкость поглощения данной почвы. Раньше полагали, что емкость поглощения зависит только от количества коллоидных частиц в почве, что она является величиной весьма устойчивой, изменяющейся «лишь с изменением природы самой почвы» (Гедройц).

Позднейшие работы показали, что это представление неточно. Емкость поглощения зависит от соотношения $SiO_2 : R_2O_3$, а также от количества гуминовой кислоты в почве: увеличение содержания кремневой и гуминовой кислот повышает поглощение катионов почвами. Влияет на величину емкости поглощения и

реакция: емкость понижается по мере подкисления реакции почв. Доказано, что в зависимости от вида поглощенных катионов, резко меняются все свойства почвы, как химические, так и физические. Так, вхождение щелочных катионов, сильно гидратированных, в поглощающий комплекс почв способствует диспергированию (разъединению) почвенных коллоидов, их стабильности (устойчивости) в растворе, короче — препятствует образованию водоустойчивых агрегатов. Подобного рода почвы заплывают, из них вымывается органическое вещество в виде растворимых щелочных гуматов, в них создаются вредные для растений щелочные условия реакции. Наличие двувалентных поглощенных катионов, особенно кальция, напротив, оказывает весьма положительное влияние на все свойства почвы: создание, совместно с органическими коллоидами, прочной структуры, благоприятной для растений реакции и всего режима почвы. Для большинства почв кальций и магний являются преобладающими поглощенными катионами, но для некоторых почв, например сильно подзолистых, значительная часть из всей суммы поглощенных катионов приходится на долю Н-иона. Процент насыщенности основаниями может быть и весьма невысокий — до 30[1]. В таких случаях говорят о кислых почвах.

Кислотность почв. В почве различают кислотности: 1) актуальную, 2) потенциальную (обменная и гидролитическая).

Актуальная, или активная, кислотность почв обусловливается наличием водородного иона в почвенном растворе. Измеряется колориметрическим методом или электрометрически. В последнем случае может быть определяема как в вытяжке, так и в почвенной суспензии, причем определяемые величины Н-иона чаще всего получаются не совпадающие.

Обычно для характеристики реакции пользуются символом pH: например, pH=7,0, pH=4,5 и т. д. Эти цифры обозначают отрицательный логарифм концентрации водородного иона в данном растворе, взятый с обратным знаком. Например, концентрация Н-иона в растворе равна 0,001N, тогда логарифм концентрации $\lg 0{,}001 = -3{,}0$, а pH раствора = 3,0. Подобные обозначения весьма удобны, так как концентрация Н-иона в растворе чаще

[1] Расчет насыщенности основаниями делается по формуле:

$$V = \frac{S}{S+H} \cdot 100,$$

где S — сумма поглощенных оснований (кальция и магния), H — поглощенный водородный ион, определенные тем или иным методом.

всего значительно ниже 0,001*N* и трудно пользоваться большими числами десятичных дробей таких концентраций. Необходимо твердо помнить, что это — логарифмы, и поэтому с цифрами pH нельзя производить обычные арифметические действия (сложение, вычитание и др.).

Арифметические действия могут быть произведены только после перехода от условного обозначения (pH) к истинной концентрации H-иона, выраженной в нормальных концентрациях. Ниже даем пример такого пересчета. Положим имеем pH=2,866 и требуется выразить в концентрации H-иона, т. е. в граммах его на литр (Сн). pH — это логарифм концентрации, условно взятый с обратным знаком. Значит в нашем примере логарифм концентрации H-иона будет = —2,866. Представим эту цифру в виде суммы: —3,0 (берется следующая более высокая цифра против заданной) и +0,134 (разность между 3,0 и 2,866). Находим по таблице логарифмов числа по данным логарифмам. Для логарифма 0,134 это будет=1,36, а для логарифма —3,0=10^{-3}. Поскольку мы имеем сумму логарифмов, значит концентрация H-иона будет равна произведению двух найденных чисел, а для данного случая:

$1{,}36 \cdot 10^{-3} = 0{,}00136$ (граммов водорода на литр).

Нельзя также забывать, когда судят об изменении кислотности по величине pH, об абсолютной величине сравниваемых изменений. Так, изменение на единицу pH между pH=3,0 и pH=4,0 это далеко не все равно, что изменение тоже на единицу, но скажем от pH=5,0 до pH=6,0: в первом случае изменение концентрации H-иона в 100 раз больше, чем во втором.

Это видно из следующей таблицы, помещенной рядом:

Концентрация H-иона в г/л	pH раствора
0,01	2,0
0,001	3,0
0,0001	4,0
0,00001	5,0
0,000001	6,0

Шкала обозначений pH идет от 1,0 до 14,0, при этом pH=7,0 будет нейтральной точкой. Ниже 7,0 — цифры для обозначений кислой реакции, выше 7,0 — для щелочей, возрастая в том и другом случае к крайним числам — 1,0 и 14,0.

Для почв приняты такие градации по числам pH водной вытяжки:

pH	Ниже 4,0	4—5	6—7	7—7,5
Почвы	Сильнокислые	Кислые	Близкие к нейтральным и нейтральные	Нейтральные и слабощелочные

Потенциальная кислотность почвы: обменная и гидролитическая. В настоящее время считается, что нет принципиальной разницы между обменной и гидролитической кислотностями почвы.

Как та, так и другая форма кислотности обусловливаются наличием поглощенного водородного иона в почве, но с различной полнотою вытесняемого из почвы действием растворов солей в зависимости от их исходного pH.

При определении обменной кислотности поглощенный H-ион вытесняют раствором нейтральной соли, чаще всего 1,0*N* хлористым калием.

При определении гидролитической кислотности поглощенный H-ион вытесняется из почвы раствором слабощелочной реакции солей сильных оснований и слабых кислот, например уксуснокислым натрием.

В этом случае поглощенный водородный ион вытесняется из почвы с большей полнотой, поэтому обменная кислотность является лишь частью гидролитической, обусловлена наиболее подвижными, легко вытесняемыми из поглощающего комплекса H-ионами и является наиболее вредной для растений формой кислотности.

В таблице (на стр. 217) сведены основные положения о формах кислотности.

В таблице ниже (стр. 218) приводятся некоторые данные в отношении кислотности и поглощенных катионов пахотного слоя основных почв СССР.

Буферность почвы, или устойчивость к изменению реакции от прибавления к почве кислот или щелочей, кислотных или щелочных (или физиологически кислых и щелочных) удобрений. Зависит в основном от величины поглощающего комплекса (или емкости поглощения) и степени насыщенности его основаниями.

Чем больше емкость поглощения почвы и выше процент насыщенности основаниями, тем реакция почвенного раствора этих почв более устойчива в отношении сдвига в кислую или щелочную сторону. Зависимость здесь настолько очевидная, что, имея характеристику поглощающего комплекса почв, обычно мало прибегают к методам непосредственного определения буферности почвы.

Из имеющихся методов определения буферности чаще всего используются методы Аррениуса и Товборг-Иенсена.

Формы кислотности почв

Название	Сущность ее	Вредность	Причина вредного действия	Встречается
Актуальная кислотность	Кислая реакция водной вытяжки или суспензии из почвы, т. е. присутствие Н-иона в почвенном растворе	Выше известного предела вредна для всех культурных растений	Наличие свободной кислоты в почвенном растворе (Н-ион)	На болотных, лесных и подзолистых почвах.
Обменная кислотность	Наличие в поглощающем комплексе почвы поглощенного Н-иона, который может быть вытеснен катионом любой нейтральной соли (например KCl)	Вредна, но в различной мере, в зависимости от степени кислотности, чувствительности растений и почвенной разности	Большое обеднение почвы основаниями, главным образом известью, и ухудшение физических и биологических свойств почвы	На бедных известью почвах. Подзолистая, тундровая зоны, а также на красноземах
Гидролитическая кислотность	Поглощенный водородный ион, вытесняемый из почвы раствором щелочей или гидролитических щелочных солей (уксуснокислый натрий)	Вредна не прямо, а косвенно на тяжелых почвах.	Обеднение известью, ухудшение свойств почвы.	Встречается в большей мере, чем обменная, захватывая почвы серые, лесостепные и деградированные черноземы.

Поглощенные основания и кислотност

Почвенные зоны	Почвы	pH суспензии	
		водной	солевой
Сероземная зона	Серозем	8,0—8,5	—
	Солончак	8,3—8,8	Выше 7,0
	Культурно-поливная	8,3—8,5	Выше 7,0
Каштановая зона	Серо-бурая (светлокаштановая)	8,1—8,6	Выше 7,0
	Каштановая	7,0—8,2	6,7—7,4
	Темнокаштановая	7,0—8,2	7,0—7,5
	Солончак каштановой зоны	Выше 7,0	Выше 7,0
	Солонец каштановой зоны	6,2—7,0	—
Черноземная зона	Южный чернозем	7,0—8,0	Около 7,0
	Солончак черноземной зоны	—	—
	Солонец черноземной зоны	—	—
	Солодь черноземной зоны	—	—
	Обыкновенный чернозем	6,8—7,5	Около 7,0
	Мощный	6,0—7,0	5,2—7,2
	Слабо деградированный	5,5—7,0	5,0—6,5
	Средне деградированный	5,5—7,0	4,7—6,5
	Сильно деградированный	5,5—7,0	4,7—6,0
Предкавказская провинция	Чернозем предкавказский	7,0—8,2	Около 7,0
Приазовская провинция	Чернозем приазовский	7,5—8,3	Около 7,0
Черноземовидная зона	Черноземовидная, деградированная, аналог серых лесных, вторично-подзолистых	Все данные определ ницей, что почвы черноземовидные. Мало изучены.	
Лесостепная зона	Серая лесостепная	6,5—7,2	5,0—6,5
	Темносерая	6,6—7,2	5,0—6,5
	Вторично-подзолистая	5,4—6,5	4,5—5,2
Подзолистая и тундровая зоны	Дерновая	—	—
	Слабо подзолистая	4,5—6,5	4,2—5,5
	Средне подзолистая	4,5—6,5	4,2—5,5
	Сильно подзолистая	4,5—6,5	4,2—5,5
	Подзол	—	—
	Подзолисто-глеевая	4,5—6,5	4,0—5,5
	Подзолисто-глеевая	4,5—6,5	4,0—5,5
	Торфянисто-подзолисто-глеевая	Большей частью к	
	Торфянисто-подзолисто-глеевая	Сильно варьирует но ближе к средне-сильн ниями.	
Латеритная (субтропическая) зона	Краснозем	—	—

пахотного горизонта почв СССР по зонам

Кислотность		Поглощенные катионы (в м.-экв.)					Насыщенность основаниями (в %)
гидролитическая	обменная	Ca··	Mg··	H·	Na·	Сумма (в м.-экв.)	
(H-ион в м.-экв. на 100 г почвы.							
Нет	Нет	7—9		Нет	Около 1,0	8—10,0	100
Нет	Нет	7—9		Нет	Около 4,0	8—10,0	100
Нет	Нет	7—9		Нет	0,7—1,5	8—10,0	100
Нет	Нет	10—12		Нет	1—3,0	11—15	100
Нет	Нет	25—35		Нет	0,6—3,5	25—35	100
Нет	Нет	25—35		Нет	0,6—3,5	25—35	100
—	Нет	+		Нет	+	—	—
—	Нет	Мало		Нет	Преобладает	—	—
Нет	Нет	25—30	4	Нет	0—3	25—35	100
—	Нет	—	—	Нет	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Около 1,0	Нет	40—49		Около 1	—	40—50	98—100
1—2	Нет	40—45	5—10	1—3	Нет	50—60	90—95
1—7	Нет	35—40	5—8	1—7	Нет	50	80—90
3—7	Нет	35	6	3—7	Нет	45—50	70—80
3—7	Нет	30	2—6	3—7	Нет	35—40	Около 70,0
Нет	Нет	35—45		Нет	В некоторых	35—40	100
Нет	Нет	35—40		Нет	Около 1—2	35—40	100

ний близки к соответствующим почвам зон черноземной и лесостепной с той разв
видные несколько более богаты органическим веществом и поглощенными основа-

2—4	Нет	12,0—16,0	1—2	2—4	Нет	15—20	70—80
1—4	Нет	15—20	2—3	1—4	Нет	18—25	70—80
0,5—5	0—2	5—8	1—3	1—6	Нет	10—15	30—70
—	—	5,0	5,0	Нет	Нет	Около 5,0	100
2—3,5	0,5—2,9	6—8	1—2,5	2—3,5	Нет	8—12	70
3—5	0,5—2,9	5—8	1—2,5	3—5	Нет	8—15,0	30—50
2—5	0,5—2,9	4	1—2	2—5	Нет	7—10	50—70
—	—	—	—	—	—	Меньше 5,0	70—90
5	0,5—2,3	5—7	1—2	5—6	Нет	11—15	50—70
5—6	0,5—2,9	5—7	1—2	5—6	Нет	11—15	50—70

слы по pH и кислотностям гидролитической и обменной.

зависимости от степени выраженности процесса. Емкость поглощения различная, подзолистым почвам или выше, чем у последних, процент насыщенности основа-

—	2,0	—	4,0	11	Нет	17,0	35

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ В ПОЛЕ И ЛАБОРАТОРИИ

Составление детальной почвенной карты

Для составления почвенной карты необходимо иметь топографическую съемку обследуемой территории. Чем крупнее масштаб топографической основы, тем легче составить хорошую детальную почвенную карту. Для большей части колхозов вполне удовлетворителен масштаб 1/10 000, а при более или менее однородном почвенном покрове и 1/25 000. Можно составить почвенную карту, особенно небольших площадей, и не имея готовой топографической основы, но это значительно сложнее, требует большей квалификации и затраты времени. Весьма важно иметь топографическую основу с нанесением на ней горизонталями нивелирной (вертикальной) съемки. Это помогает как выбору места для закладки разрезов, так и проведению границ между почвенными разностями, поскольку смена почвенных разностей чаще всего тесно связана с изменением рельефа.

Для исследования почв в поле выкапывают ямы (разрезы) различной глубины. Одна из стенок ямы, обращенная к солнцу, делается строго отвесной, противоположная ей стенка имеет, у глубоких разрезов, ряд ступенек для удобства спуска в яму. Разрезы бывают трех родов: 1) основные разрезы (ямы); 2) полуямы и 3) прикопки. Наиболее глубокие разрезы (ямы) делаются до 1,5—2 метров и глубже, чтобы можно было определить неизмененную почвенными процессами почвообразующую (материнскую) породу. Эти разрезы закладываются в наиболее типичных и резко отличных местах обследуемой площади, описываются особенно тщательно и из них берутся индивидуальные почвенные образцы для анализа. Основные разрезы дают главный материал для установления почвенных типов, разностей на данной территории. Разрезы глубиною до метра (полуямы) делаются в большем количестве, чем основные разрезы, и служат как для проверки границ распространения установленных при описании основных разрезов почв, разностей, так и для установления отклонений от них. Полуямы описываются, из них тоже берутся образцы для анализа, если отклонения от основных разрезов резкие. Наконец, прикопки, глубиною в 30—50 см, делаются в наибольшем количестве. Они могут не иметь формы обычных почвенных разрезов с вертикальной передней стенкой, не описываться, а лишь получают классификационное название. Прикопки служат для установления и уточнения границ между

отдельными почвенными разностями, установленными на основании описания основных разрезов и полуям.

Для обеспечения требуемой масштабом точности необходимо заложить достаточное количество глубоких разрезов, полуям и прикопок. Необходимое количество того или иного вида разрезов даже при одном и том же масштабе на единицу территории будет в каждом конкретном случае различным, в зависимости от характера и пестроты почвенного покрова. Дается, например, такое примерное количество разрезов и прикопок в условиях пестроты почвенного покрова (Федянцев):

Масштаб съемки	На 1 000 га число разрезов			Размеры наименьшего выдела для изображения на карте	Расстояние между ходами в метрах
	Основных	Контрольных	Прикопок		
1 : 50 000	5	10	25	5,0 га	500
1 : 25 000	20	30	110	1,5 »	250
1 : 10 000	50	150	800	0,25 »	100

Чрезвычайно важно правильно выбрать место для закладки разрезов в поле, особенно основных. Качество почвенной съемки зависит от того, в какой мере почвовед разберется в закономерностях распределения почв в связи с рельефом, материнскими породами и растительностью. Разрезы можно разбросать в поле в беспорядке, закладывая в местах, где можно ожидать наличия различных почв, или же расставить разрезы в определенном направлении в одну линию (профиль). При определении линии расположения разрезов (профиля) нужно руководствоваться прежде всего изменениями рельефа, закладывая так, чтобы она пересекала все виды его: водораздел, склоны, долины и пр., учитывая тесную связь изменения почв в связи с изменением рельефа. Должна также приниматься во внимание смена растительности и хозяйственная характеристика отдельных участков.

Когда разрез сделан, то передняя отвесная стенка его гладко зачищается и делается морфологическое описание, т. е. учитываются и записываются характерные внешние признаки почвы. На основании морфологического описания почва получает соответствующее название по принятой почвенно-генетической классификации. Необходимо избегать излишней дробности наименований почв, громоздкости, не оправдываемой с производствен-

ной точки зрения. Одновременно необходимо принимать во внимание те изменения, которые произошли в результате производственных воздействий на почву (известкование, травосеяние и др.). Классификационное название почвы без указания культурного варианта иногда может создать совершенно неправильное представление о свойствах почвы.

Прежде всего делается описание основных разрезов, что позволяет установить основные почвенные разности на исследуемой территории и выяснить характер материнской породы. Затем идет описание полуям. Каждый из описанных разрезов точно наносится на карту, и около него ставится номер, под которым он описан, и классификационное название почвы (условно или сокращенно), данное при описании. Описание разрезов и все необходимые замечания в отношении их местонахождения, рельефа, растительности и др. делаются в специальной тетради (дневнике) по определенной форме. Формы могут быть различные.

Одновременно с описанием берутся почвенные образцы для лабораторно-химического изучения почв (примерно 1 кг) и небольшие образцы (около 100 г) для просмотра окраски почв в воздушно-сухом состоянии.

Взятие почвенных образцов в поле

Взятие почвенных образцов в поле чрезвычайно серьезное и ответственное дело. Необходимо твердо усвоить, что если взятые образцы не типичны и не могут служить для характеристики почвенной разности или той или иной площади, то даже абсолютно правильные лабораторные анализы их не имеют никакого практического значения.

Почвенные образцы берутся по генетическим горизонтам, по возможности из середины их, причем глубина взятия отмечается в дневнике. Взятие образцов производится начиная с нижних горизонтов. Образцы снабжаются этикетками, указывающими номер разреза, горизонт, глубину и время взятия. Образцы упаковываются в бумагу или полотняные мешочки и после доставки с поля доводятся до воздушно-сухого состояния просушиванием на солнце или в закрытом помещении на листах бумаги. Образцы для анализов сохраняются, мелкие же образцы для просмотра, после проведения такового, выбрасываются. Иногда часть наиболее простых определений производится в поле: проба на присутствие карбонатов (на вскипание), хлора, серной кислоты, железа и кислотности почвы.

Прежде всего в каждом конкретном случае должна быть ясна цель взятия для анализа почвенных образцов. Будет ли это лабораторное исследование с целью установления генезиса почв, отдельных почвенных разностей и их характеристики с точки зрения механического состава и химических свойств, или для агрохимической характеристики с целью проведения хозяйственных мероприятий (известкование, фосфоритование и др.), — подход к взятию образцов несколько иной. В первом случае образцы берутся почвоведами при почвенных обследованиях и составлении почвенных карт. Образцы берутся из почвенных разрезов (ям) по отдельным генетическим почвенным горизонтам (слоям), и каждый образец в дальнейшем анализируется отдельно, ни в коем случае не смешиваясь с образцами других горизонтов того же разреза или аналогичными горизонтами других разрезов. Подобного рода образцы для характеристики какой-либо почвенной разности можно взять и в дальнейшем, выкопав почвенную яму, руководствуясь в выборе места закладки ее в поле имеющейся почвенной картой участка.

Яма делается глубиной примерно 100 см (иногда и больше), причем одна из стенок ее должна быть вертикальной и хорошо зачищена лопатой. Эта стенка делится на отдельные горизонты (слои), руководствуясь при этом так называемыми морфологическими признаками (окраска, структура, сложение, новообразования и включения и др.). Образцы берутся из середины выделенных горизонтов, кроме пахотного, который обычно берется на всю глубину и, как указано выше, не смешиваются, но анализируются индивидуально.

Во втором случае, для агрохимической характеристики с чисто практическими целями, часто ограничиваются анализом только верхнего (пахотного) горизонта почв. В таких случаях образцы для анализа могут быть как индивидуальными, взятыми в одной точке участка, так и смешанными из образцов с отдельных точек участка.

Предпочтительнее взятие на исследование индивидуальных образцов, так как при этом не только можно вывести средние показатели для характеристики тех или иных свойств почвы (например кислотность почв), но и наглядно получить представление об однородности исследуемой площади в отношении этих свойств.

Количество необходимых для характеристики почв образцов зависит:

1) от размера обследуемой площади,

2) однородности почвенного покрова,

3) цели обследования, в том числе и дальнейшего хозяйственного использования площади.

Участки, занятые зерновыми культурами или предназначаемые под зерновые, могут быть охарактеризованы меньшим количеством образцов, чем те же участки под огороды и т. д.

Каждая почвенная разность, выделенная на почвенном плане, должна быть охарактеризована самостоятельно, если она по площади имеет хозяйственное значение. Для характеристики нельзя обойтись меньше чем 1 образец на 1 га.

В целях хозяйственных это может быть очень дорого и можно ограничиваться анализом смешанных образцов, где один образец служит для характеристики площади до 10 га. Этот смешанный образец, который идет в анализ, должен быть составлен не менее как из 10 индивидуальных образцов.

При взятии смешанных образцов остается в силе сказанное выше в отношении необходимости отдельной характеристики каждой почвенной разности, если занимаемая ею площадь имеет практически хозяйственное значение.

Какова техника взятия образцов в поле?

Образцы берутся равномерно в различных пунктах залегания той или иной почвенной разности на всю глубину пахотного слоя. Верх, примерно 1—2 см, нужно снять (зачистить), так как могут быть загрязнения, не связанные с почвой. Вообще необходимо избегать взятия проб около дорог, канав, строений.

Сделав небольшую прикопку (на штык), из вертикальной стенки на всю глубину пахотного слоя взять образец весом примерно до 1 кг (для индивидуальных образцов). В случае смешанных образцов из прикопки берется таким же способом меньший образец (примерно 200—300 г) в ведро. Сюда собираются десять или более таких образцов приблизительно одного веса из разных пунктов участка, затем почва тщательно перемешивается и отсюда берется средний образец для анализа (примерно 1 кг) в мешочек, лучше полотняный. Внутрь мешочка кладется небольшая этикетка, лучше из фанеры, с указанием на ней (карандашом):

1) номера образца и время взятия,

2) названия колхоза,

3) названия почвы,

4) культуры и севооборота,

5) истории участка (старопахотный, из-под корчевки, осушки и т. д.).

Снаружи мешочка привязывается такая же этикетка, для удобства разбора проб в лаборатории, с названием колхоза, номером пробы и временем взятия (см. пример).

Образец № 5 Колхоз «Октябрь» 5/V 1939 г.	Образец № 5, взят 5/V 1939 г. Колхоз «Октябрь». Почва — подзолистая глина. Поле занято овсом. Участок из-под леса.

Как видно из сказанного выше, для агрохимической характеристики почв с целью проведения хозяйственных мероприятий необходимо иметь почвенный план хозяйства. Как поступать в том случае, если хозяйство не имеет почвенного плана, но желательно выявить, например, потребность в извести и установить дозы извести. Необходимо агроному или работнику лаборатории составить хотя бы грубый схематический план хозяйства, с выделением на нем наиболее характерных почв, отличающихся заметно по внешнему виду, по механическому составу, по плодородию.

Обычно, если нет резкой смены материнских пород, изменение почвенного покрова хорошо увязывается с изменением рельефа участка.

Каждая выделенная на этом схематическом плане почвенная разность должна быть охарактеризована отдельными смешанными почвенными образцами. Необходимо при всех условиях избегать смешивания в один образец для анализа резко различных (например по механическому составу, оподзоленности, заболоченности и т. д.) образцов почвы.

Безусловно, взятые для характеристики почв образцы, пользуясь такой схематической почвенной картой, менее надежны по сравнению с теми, которые получаются при взятии почвенных образцов специалистами-почвоведами или агроработниками, располагающими хорошими почвенными планами хозяйства.

Отбор проб для анализа. Полученные в мешочках почвенные образцы рассыпаются в комнате тонким слоем на листах бумаги и просушиваются таким образом до воздушно-сухого состояния. Необходимо предохранять образцы от загрязнения или поглощения посторонних веществ из воздуха. Нельзя подсушивать образцы в помещении, где идет работа с летучими кислотами, аммиаком и т. п. Доведенные до воздушно-сухого состояния почвенные образцы помещаются в сухую стеклянную банку с плотно пригнанной пробкой и передаются в лабораторию.

Для отбора аналитической пробы общую пробу высыпают из банки на чистую гладкую бумагу (или лист стекла), разминают руками комочки, тщательно перемешивают и сокращают до 500 г. Для этого почва на месте рассыпается ровным слоем толщиной в 1—2 см в форме прямоугольника, последний делится 2 диагоналями на 4 треугольника, из которых 2 противоположных отбрасываются (оставляются в запасе), а другие два подвергают повторному перемешиванию и делению до тех пор, пока не останется проба в 500 г. Из этой пробы отбирают пинцетом корешки и посторонние включения (ортштейновые зерна, известковые стяжания и т. п.). Предварительно взвесив, пробу осторожно растирают небольшими порциями в фарфоровой ступке гуттаперчевым или деревянным пестиком и просеивают через сито диаметром 1 мм. Остаток на сите («почвенный скелет») взвешивают и вычисляют в процентах. Эта часть почвы химическому исследованию обычно не подвергается и сохраняется (в стеклянной банке) лишь для определения механического состава почвы. Для химического анализа служит только часть почвы, прошедшая через сито в 1 мм («мелкозем»). Аналитическую пробу следует хранить в банке, плотно закрытой пробкой.

Для валового анализа и некоторых отдельных определений такая тонина недостаточна, и потому эта проба должна быть подвергнута большему измельчению. С этой целью отбирают отсюда около 50 г почвы, тщательно выбирают корешки с помощью лупы и пинцета, растирают в фарфоровой ступке, пока все пройдет через сито в 0,25 мм, после чего всю почву снова растирают очень тонко в агатовой ступке.

Приготовленную таким образом почву хранят в стеклянной банке с плотной крышкой. Отсюда берут навески для валового анализа, определения P_2O_5 и гумуса.

Механический анализ почвы

Метод Сабанина. Доведенную до воздушно-сухого состояния почву рассыпают на листе гладкой бумаги. Из разных мест берут небольшие количества почвы для составления средней пробы в 100 г, отвешиваемых на технических весах. Пробу тщательно растирают в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником и просеивают через сито в 1 мм. Непрошедшую через сито почву, называемую почвенным скелетом, промывают водой, просушивают при 105°, взвешивают и вычисляют в процентах на абсолютно-сухое вещество. Часть почвы, прошедшая через

сито в 1 мм, называется мелкоземом. Ее расстилают тонким слоем на листе бумаги и шпателем берут пробу почвы около 4—5 г. Взвешивание производят на аналитических весах. Навеску помещают в фарфоровую чашку, смачивают водой и растирают пальцем. Затем почву смывают в колбочку на 125—150 см³; примерно объем жидкости должен занимать $^1/_2$ объема колбочки. Колбочку закрывают пробкой, в которую вставляют стеклянную трубку, выполняющую роль холодильника (диаметр — около 0,5 см, длина — 0,5 м). Нижний конец трубки устанавливают вровень с нижней поверхностью пробки.

Нагревают колбочку и равномерно кипятят жидкость ровно 1 час. По охлаждении жидкости приступают к определению крупных частиц почвы (1—0,25 мм). Для этого содержимое колбочки пропускают через сито с отверстиями в 0,25 мм в большую фарфоровую чашку. Частицы, не прошедшие через сито, слегка растирают на сите под водой пальцем и тщательно промывают дестиллированной водой, пока через сито не пойдет совершенно чистая вода. Оставшиеся на сите частицы смывают в предварительно взвешенную фарфоровую чашку (диаметром 7 см). Избыток воды над осевшими в чашке частицами сливают затем декантацией, осадок высушивают в термостате при 105° и взвешивают. Это — первая фракция (1—0,25 мм). Процент частиц вычисляется на абсолютно-сухую почву.

Двойное отмучивание на приборе Сабанина. Главную часть прибора составляют два градуированных цилиндра или ограничиваются одним. Он имеет около 17 см в высоту, 5,5—6 см — внутренний диаметр и деления в 2, 4, 6, 8 и 12 см от дна цилиндра. Цилиндр устанавливают строго вертикально на платформе специального штатива. В цилиндр опускают сифон для сливания жидкости и палочку с каучуковой лопаточкой на конце, для взмучивания суспензии. С целью предохранения от засасывания сифоном частиц с глубины, больше требуемой, на конец надевают мелкую сетку или, еще лучше, низ конца его запаивают и ряд мелких отверстий делают сбоку.

Ход работы на приборе Сабанина. Перед началом работ устанавливают правильно цилиндр (вертикально), заряжают водою сифон и опускают конец его в цилиндр до черты в 2 см; помещают в цилиндр лопаточку для перемешивания. Затем почву, прошедшую через сито в 0,25 мм, взмучивают в большой фарфоровой чашке лопаткой, оставляют на 20 секунд в покое и неосевшую муть сливают в малую чашку. Через 45—50 секунд сливают мутную жидкость из малой чашки в цилиндр до уровня

в 4 см, взмучивают жидкость лопаткой и оставляют в покое на 100 секунд. Через 100 секунд сифоном сливают слой мутной жидкости от 4 до 2 см. Эту операцию перенесения мутной жидкости из большой чашки в малую, затем в цилиндр и сливание сифоном продолжают 10—15 раз. После этого почву в чашках растирают пальцем и вновь продолжают сливание. Оно заканчивается тогда, когда жидкость в чашках и в верхней части цилиндра после 100 секунд совершенно осветлится. Таким путем отделяют фракцию частиц с диаметром $<0{,}01$ см. Чтобы проверить все ли частицы этого диаметра отмыты, устанавливают сифон на уровне 6 см, а содержимое чашек переносят в цилиндр, наполняя его до черты в 12 см. Взмучивают почву в цилиндре лопаткой и оставляют стоять на 5 минут. Если через 5 минут верхняя часть жидкости от 6 до 12 см не имеет взвешенных частиц, то отделение заканчивают. В противном случае жидкость через 5 минут сливают сифоном до черты 6 см, доливают водою до 12 см, взмучивают и вновь сливают через 5 минут и так до полного просветления верхнего слоя.

Приступают к выделению фракции частиц диаметром 0,05—0,01 мм. Для этого доливают цилиндр водою до 12 см, взмучивают лопаткою почву и после 30 секунд покоя сливают сифоном до черты 6 см в другой стакан. Отмучивание продолжают до просветления верхнего слоя жидкости. Собранную в стакане фракцию 0,05—0,01 мм оставляют стоять, пока частицы не осядут, жидкость над ними сливают декантацией, осадок переносят нацело в небольшую фарфоровую взвешенную чашечку, упаривают, высушивают и взвешивают. Ту же операцию производят с частицами 0,25—0,05 мм, оставшимися на дне градуированного цилиндра. Таким образом определяют вес фракций: 1,0—0,25, 0,25—0,05 и 0,05—0,01 мм в диаметре. Вычитая сумму этих фракций из веса взятой для отмучивания абсолютно-сухой навески, получают вес частиц меньше 0,01 мм в диаметре.

Пример вычисления процентного содержания отдельных механических фракций почвы. Почвенный скелет — 5%. Мелкозем (меньше 1 мм)—95%. В 5 г абсолютно-сухой почвы при отмучивании найдено:

частиц от 1,0 до 0,25 мм —0,8 г, т. е.

$$\frac{0{,}8 \cdot 95}{5} = 15{,}2\%;$$

частиц от 0,25 до 0,05 мм — 1,2 г, т. е.

$$\frac{1{,}2 \cdot 95}{5} = 22{,}8\%;$$

частиц от 0,05 до 0,01 мм — 2,5 г, т. е.

$$\frac{2,5 \cdot 95}{5} = 47,5\%;$$

частиц физической глины (<0,01 мм):

$$95,0 - (15,2+22,8+47,5) = 9,5\%.$$

Всего:

$$5,0 + 15,2 + 22,8 + 47,5 + 9,5 = 100\%.$$

Результаты механического анализа даются в таблице примерно такой формы:

Процентное содержание частиц с диаметром (в мм)			
1—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	< 0,01

Механический анализ почвы по Сабанину отличается громоздкостью, малой производительностью, хотя по нему и сделано большинство анализов почв Союза. Рядом авторов (Орлов М. А., Голубев И. Ф., Кудинов) введен ряд технических усовершенствований в выполнении анализов, что сильно повысило производительность метода. Однако сам метод имеет ряд недостатков (подготовка образцов к анализу, отсутствие учета коллоидных фракций почвы) и поэтому выходит в последние годы из употребления при почвенных работах, уступая место механическому анализу по методу Робинзона.

Метод Робинзона. а) Подготовка почв к анализу. Средняя проба в 100—150 г растирается в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником и просеивается через сито в 1 мм. Не прошедшая через сито в 1 мм часть почвы пропускается через сита в 10 мм и 3 мм и взвешивается по отдельным фракциям (>10 мм, 10—3 мм и 3—1 мм) только в том случае, если этой скелетной части много. В противном случае она взвешивается суммарно и вводится в сумму 100%.

Из просеянной через сито в 1 мм почвы берут 2 навески по 10 г на аналитических весах. Одна из них помещается на заранее взвешенный фильтр и служит для определения потери от промывания почвы. Вторая навеска помещается на воронку с фильтром диаметром в 9 см (гигроскопическая вода определяется в отдельной навеске почвы весом 4—6 г).

Обе навески промывают на фильтрах 0,05*N* HCl до исчезновения реакции на кальций (проба щавелевокислым аммонием в присутствии уксусной кислоты при кипячении). Избыток HCl отмывают дестиллированной водой до исчезновения реакции на HCl (в случае появления в фильтрате мути промывание водой прекращают ранее даже при наличии реакции на хлор). Карбонатные почвы предварительно обрабатывают в фарфоровой чашке 0,2*N* HCl до прекращения выделения пузырьков, после чего переносят на фильтр для дальнейшей промывки 0,05*N* HCl, как описано выше.

Промытую водой навеску, предназначенную для определения потери от промывания соляной кислотой, вместе с фильтром переносят во взвешенный стаканчик, высушивают при 105° и взвешивают. Разность в весе между взятой навеской, в переводе на абсолютно-сухую почву, и этой же навеской после промывания и высушивания дает величину потери от промывания почвы кислотой.

Вторую навеску почвы после отмывания водой переносят с фильтра при помощи промывалки сначала в фарфоровую чашку (при этом фильтр тщательно очищают от приставшей к нему почвы посредством смачивания и выжимания). Затем почвенную суспензию из чашки переносят в коническую колбу емкостью около 750 мл и объем суспензии доводят дестиллированной водой до метки 200—250 мл. После этого к суспензии добавляют 10 мл 10% аммиака и колбу оставляют стоять на 2 часа при встряхивании через каждые 15 минут. По истечении 2 часов суспензию в колбе кипятят (равномерно, но не бурно) в течение одного часа с обратным холодильником. Вода, в случае выкипания, добавляется до метки.

После окончания кипячения почвенную суспензию охлаждают и пропускают через сито в 0,25 мм (при растирании пальцем) в цилиндр емкостью на 1 л. Оставшуюся на сите фракцию почвы (1—0,25) переносят, посредством промывалки, во взвешенный стаканчик, тигель или чашечку, выпаривают на водяной бане, высушивают при 105° до постоянного веса и взвешивают.

б) Взятие проб пипеткой. Почвенную суспензию в цилиндре доводят дестиллированной водой до 1 л, равномерно перемешивают стеклянной палочкой с резиновым кружком в течение 1 минуты, после чего приступают к взятию проб для определения отдельных фракций при помощи пипетки емкостью 20 см³. Пробу берут с определенной глубины и через определенные промежутки времени после взбалтывания.

После взятия каждой пробы оставшаяся суспензия снова равномерно взбалтывается в продолжение 1 минуты и стоит в течение соответствующего времени для взятия следующей пробы.

Глубина погружения пипетки и промежутки времени от момента окончания взбалтывания и до момента взятия проб устанавливаются на основании скоростей падения частиц почвы по формуле Стокса, с учетом температуры суспензии, согласно приводимой таблице.

Пробу берут пипеткой объемом в 20 мл. Пипетка должна быть снизу запаяна и иметь вместо одного нижнего отверстия 4 боковых отверстия, чем устраняется засасывание жидкости снизу. На пипетке должны быть сделаны три круговые метки, закрашенные восковым карандашом, на 25, 10 и 7 см выше боковых отверстий. При опускании пипетки одна из меток должна совмещаться с уровнем жидкости в цилиндре. Опускание пипетки является наиболее ответственным моментом во всем анализе. Оно производится следующим образом: на штативе с помощью металлических лап укрепляют две пробки с отверстиями в центре, в которых с помощью менделеевской замазки вделаны отрезки каучуковых трубок, диаметром незначительно превышающие диаметр пипетки. В этих трубках ходит смазанная салом пипетка. Пробки устанавливают таким образом, чтобы верхняя была выше шарика пипет-

Фракции (диаметр в мм менее)	Глубина погружения пипетки (в см)	Температура в градусах Цельсия						
		10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
0,05	25	143 сек.	132 сек.	123 сек.	115 сек.	108 сек.	102 сек.	97 сек.
0,01	10	23 м. 46 с.	22 м. 02 с.	20 м. 31 с.	19 м. 12 с.	18 м. 03 с.	17 м. 01 с.	16 м. 06 с.
0,005	10	1 ч. 35 м. 44 с.	1 ч. 28 м. 11 с.	1 ч. 22 м. 06 с.	1 ч. 16 м. 48 с.	1 ч. 12 м. 09 с.	1 ч. 08 м. 02 с.	1 ч. 04 м. 21 с.
0,001	7	27 ч. 49 м. 40 с.	25 ч. 45 м. 15 с.	24 ч. 00 м. 19 с.	22 ч. 28 м. 45 с.	21 ч. 08 м. 07 с.	19 ч. 56 м. 35 с.	18 ч. 52 м. 41 с.

ки, а нижняя — ниже. Опускание пипетки производится осторожно от руки. Опыт показывает, что при таком опускании пипетки достигается большая плавность и отсутствуют боковые сотрясения. Втягивание жидкости в пипетку производится с определенной скоростью при помощи вакуум-аппарата. Последний представляет собою простой аспиратор, соединенный через отверстие в пробке с водяным манометром. Через другое отверстие в пробке аспиратор соединен с пипеткой при помощи каучуковой трубки, закрываемой зажимом. Разрежение, которое достигается в аспираторе выпуском части воды, измеряется водяным манометром. Доведя разрежение до некоторой, заранее определенной величины, зажим закрывают. Наполнение пипетки, опущенной в цилиндр на определенную глубину, производят посредством открывания зажима. Высота столба воды в манометре, измеряющая разрежение, устанавливается для каждой пипетки при данной глубине взятия пробы опытным путем, исходя из условия, чтобы наполнение пипетки производилось за срок не быстрее 10—12 секунд (а для фракции меньше 0,005 и 0,01 мм — 40—50 секунд). Таким образом операция взятия пробы состоит в следующем: почвенную суспензию в цилиндре взбалтывают палочкой с резиновым кружком в течение одной минуты. В момент окончания перемешивания замечают время, затем осторожно, стараясь не качать цилиндр, опускают до требуемой глубины пипетку с надетым на верхний конец каучуком, идущим от аспиратора. Через требуемый промежуток времени открывают зажим и наполняют пипетку. Затем пипетку поднимают из цилиндра и забранную ею жидкость выливают во взвешенный стаканчик, тигель или чашку. Для этого снимают с пипетки каучук, соединяющий ее с аспиратором, и промывают пипетку тонкой струей дестиллированной воды, подставляя под нее тот же взвешенный стаканчик. Если в пипетку втянется жидкости больше 20 мл, то после поднятия пипетки из цилиндра приводят жидкость в пипетке к надлежащему объему, нажимая на каучук, соединяющий ее с аспиратором.

Взятие проб значительно упрощается и ускоряется если пользоваться пипеткой конструкции проф. И. Ф. Голубева (см. «Физика почв в СССР», Сельхозгиз, 1936 г., стр. 510).

в) Вычисление результатов анализа. При вычислении процента содержания отдельных фракций потеря от обработки почвы соляной кислотой, в случае если почва вскипает, распределяется по фракциям в следующей пропорции:

Больше 0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	Меньше 0,001
1	1	2	4	5

Если почва не вскипает, то величина потери в процентах приводится в особой графе (после фракции меньше 0,001) без указанного распределения потери по всем фракциям (в первом случае общая величина потери также приводится в особой графе). Результаты анализа выражаются в процентах на сухую почву.

Примечание. Для сильно карбонатных почв (с содержанием карбонатов больше 35%) механический анализ не производится и заменяется микроагрегатным, но классификация почв по механическому составу в таком случае применяется сибирцевская.

Определение мелкодисперсных частиц почвы пипеточным методом Робинзона — Краусса с подготовкой почв по Гедройцу. После определения в почве гигроскопической влажности на аналитических весах берут навеску в 20 г из расчета на абсолютно-сухую почву. Переносят в стакан на 150—200 мл, куда добавляют $^1/_3$ стакана 3,0*N* раствора химически чистого хлористого натрия и энергично перемешивают. После 12 часов стояния раствор сливают на воронку с гладким фильтром из плотной бумаги. После 2—3-кратной обработки декантацией 3,0*N* раствором переходят в дальнейшем к 1,0*N* хлористому натрию. Обработку ведут до полного отмывания поглощенного кальция из почвы. Затем удаляют избыток хлористого натрия из почвы: 1) отмыванием водой на фильтре или 2) диализом в пергаментных мешочках (проба в том и другом случае на хлор с $AgNO_3$).

После удаления соли хлористого натрия из почвы ее переносят с фильтра или из мешочка в сосуд для отмучивания, при этом пропускают через сито в 0,25 мм. В сосудах для отмучивания заранее наносят метки в 500 мл и 1 000 мл. При перенесении почвы в сосуд желательно наливать жидкости не больше 500 мл. В качестве сосудов для отмучивания удобны материальные банки на 1 200 мл с диаметром в 10—12 см. Суспензию в банке плотно закрывают каучуковой пробкой и взбалтывают 1 час на ротаторе, после чего доливают дестиллированной водой до метки 1 000 мл, еще раз хорошо перебалтывают, пробки смывают в тот же сосуд и сосуды ставят для отстаивания. Для предохранения от загнивания прибавляют несколько капель антисептика — толуола, тимола. При

отстаивании важно соблюдение трех условий: 1) равномерность температуры — желательно 15°, 2) полная неподвижность сосудов, 3) защита от света.

Сосуды закрывают часовыми стеклами и картонными футлярами — для затемнения.

Для определения весового количества той или другой фракции применяют пипеточный метод, т. е. засасывание небольшого объема суспензии из горизонтального слоя определенной глубины и через определенные промежутки времени, исходя из заданного диаметра частиц. Глубину взятия и время отстаивания определяют по формуле Стокса, имеющей такой вид:

$$v = \frac{2}{g} gr^2 \cdot \frac{S - W}{\eta},$$

где v — скорость падения частиц в сантиметрах в секунду, g — ускорение силы тяжести = 981, r — радиус данной фракции (т. е. величина, которой мы задаемся), S — удельный вес почвенных частиц, который принимает за 2,65, W — удельный вес воды при 15° =1, η — коэфициент вязкости =0,0114 при 15°С. Подставляя числовые значения в правую часть равенства, находим, чему равно v. Наиболее желательная глубина взятия — 10 см. Зная путь, какой должны сделать частицы, и скорость, с которой они двигаются, легко можно найти время, в которое частицы данного диаметра пройдут этот путь, и следовательно, будем знать, через сколько времени нужно делать сливание. Чтобы укоротить время отстаивания, можно уменьшить глубину взятия.

Примеры:

Отстаивание	Глубина	Проба на частицы с диаметром
12 часов	10 см	0,0017000 мм
24 часа	10 »	0,0012298 »
12 дней	10 »	0,0003554 »
21 день	10 »	0,0002684 »

Последнюю фракцию можно брать через 15 дней, но с глубины 7 см. По этой формуле можно также определить, какой будет диаметр частиц, слитых с определенной глубины через данный промежуток времени отстаивания. Например, какого диаметра будут

частицы, взятые с глубины 10 см через 24 часа? Скорость падения таких частиц (v) будет равна 10 см:

$$10:(24\cdot 60\cdot 60) = \frac{1}{8640} = 0{,}0001157 \text{ см/сек.},$$

или

$$1{,}157\cdot 10^{-4}.$$

В таком случае неизвестным в формуле Стокса будет r.

Подставив числовые обозначения и решив уравнение, находим диаметр частиц искомой фракции.

Сливание частиц той или иной фракции производят пипеткой Краусса, укрепленной на штативе с делениями. Штатив подставляют к сосуду с суспензией и пипетку опускают до уровня жидкости; на линейке, укрепленной на штативе, замечают высоту. Равномерными медленными поворотами винта пипетку погружают в сосуд до нужной глубины, отсчитываемой по линейке, и засасывают суспензию в пипетку. Это достигается с помощью аспиратора или с помощью соединенной с пипеткой груши (конструкция пипетки и штатива — предложенная И. Ф. Голубевым). Засасывание суспензии желательно производить так, чтобы пипетка в 20 см³ наполнялась не быстрее 10—15 секунд. Когда пипетка наполнена суспензией до черты, закрывают кран вверху пипетки и вынимают ее из сосуда. К концу пипетки подставляют взвешенный сушильный стаканчик (или чашечку), в который сливают суспензию с пипетки. Пипетку промывают дестиллированной водой (2—3 раза небольшими порциями) в тот же стаканчик (или чашечку). Жидкость в стаканчике выпаривают почти досуха на толстом слое асбеста, с подставленными под него горелками, или на электрической (этернитовой) плитке, но так, чтобы при этом осадок не подгорал. Стаканчики досушивают окончательно в термостате до 105° до постоянного веса и взвешивают на аналитических весах.

Практически при определении фракции частиц меньше 1 μ пробу берут пипеткой после суток отстаивания с глубины 10 см, частицы $<0{,}25$ μ — через 15 суток с глубины 7 см. Количество частиц каждой фракции вычисляют в процентах на абсолютно-сухую почву, для чего вес осадка 20 см³ суспензии умножают на 50 и на 5.

Агрегатный анализ

Метод Н. И. Саввинова. Для того чтобы взятая средняя проба имела одинаковое количество отдельностей одного и того же размера и анализ мог быть воспроизводим, навеску средней пробы

составляют дробным путем после того, как закончен структурный анализ. Под структурным анализом автор понимает сухое просеивание воздушно-сухой почвы и определение общего количества отдельностей в данной почве по размерам. Определение общего количества структурных отдельностей данной почвы с подразделением их по величине, но без разделения на прочные и непрочные, можно сделать просеиванием навески через набор сит. Оно дает общую характеристику структуры почвы. Необходимо просеивание вести очень осторожно и брать по возможности большую навеску — примерно 2,5 кг, так как это гарантирует от всяких случайностей. Сухим просеиванием выделяют 8 фракций: больше 10 мм, 10—5 мм, 5—3 мм, 3—2 мм, 2—1 мм, 1—0,5 мм, 0,5—0,25 мм и $<0{,}25$ мм. Для навески в 50 г почвы пробу для агрегатного анализа составляют из этих фракций (кроме частиц $< 0{,}25$ мм), беря на технических весах количество каждой фракции, равное в граммах половине процентного содержания фракции в почве. Взятую воздушно-сухую пробу без всякой подготовки ссыпают в наполненный водой литровый цилиндр (диаметр — 7 см и высота — 45 см) и оставляют в нем в течение 10 минут для удаления воздуха из почвы. Для полного удаления воздуха через 2 минуты доливают цилиндр доверху и, закрыв его пробкой или стеклом, быстро наклоняют до горизонтального положения. Через 10 минут после ссыпания почвы в цилиндр, прикрытый толстым плоским стеклом так, чтобы в нем не оставалось воздуха, быстро переворачивают вверх дном и держат в таком положении несколько секунд, пока главная масса отдельностей почвы не пройдет весь слой воды и не упадет вниз; затем цилиндр переворачивают обратно и опять ждут, пока почва не достигнет дна. Таких оборотов производят 10 в одну сторону и столько же в другую. Эту операцию производят для того, чтобы окончательно разрушить все непрочные агрегаты и чтобы глыбки (>10 мм), состоявшие из более мелких отдельностей, распались на составные части. После 10 полных оборотов цилиндр в закрытом виде быстро опрокидывают над набором сит, стоящих в воде в широкой цилиндрической ванне, и погружают горлышком в воду, которая должна стоять слоем в 5—6 см над бортом верхнего сита. Стекло, закрывающее цилиндр, быстро отнимают в воде, и масса почвы, проходя весь слой воды в цилиндре, падает на верхнее сито набора. Плавными движениями цилиндра, все время следя, чтобы в него не ворвался воздух, распределяют почву по поверхности сита, и по прошествии 40—50 секунд, когда все отдельности крупнее 0,25 мм упадут на сито, цилиндр опять закрывают в воде стеклом и отставляют. При таком перенесении почвы на сито не

все частицы меньше 0,25 мм попадают на сито, а только часть их, чем в значительной степени уменьшается возможность забивания сита в 0,25 мм. Забивание почти совершенно устраняется с применением более широких сит с низкими бортами. Рекомендуется набор из 5 сит диаметром в 20 см с высотой борта 3 см и с отверстиями в 0,25 мм, 1 мм, 2 мм и 3 мм. Набор сит, имеющий высоту в 15 см, скрепляют с боков металлическими пластинками или ремнями, пропущенными в скобки, которые припаяны к бортам сит. Скобки служат ручками и позволяют легко разбирать и собирать весь набор сит.

После перенесения почвы на сито приступают к просеиванию ее, для чего набор сит встряхивают, не вынимая его из воды. Встряхивание лучше производить следующим образом. Набор сит за ручки поднимают на 5—7 см, не обнажая из воды комков почвы на верхнем сите, и быстрым отрывистым движением спускают вниз на 3—4 см. В этом положении ждут 2—3 секунды, затем опять медленно поднимают на 3—4 см и быстро опускают на ту же глубину. При отрывистом движении сит вниз комки почвы по инерции поднимаются над поверхностями сеток, как бы подбрасываясь на некоторую высоту, с которой, падая обратно на сетку, просеиваются. Установлено, что два верхних сита (в 2 и 3 мм) освобождаются от более мелких комков после 10 таких встряхиваний, нижние сита требуют не меньше 15 встряхиваний. Поэтому после 10 встряхиваний 2 верхних сита снимают, не вынимая всего набора из воды, а нижние встряхивают дополнительно еще 5 раз.

Оставшиеся на ситах комки смывают струей воды из промывалки в большие фарфоровые или стеклянные чашки, откуда после удаления избытка воды декантацией переносят в маленькие, заранее взвешенные чашки. Избыток воды из этих чашек также удаляется декантацией, после чего чашки ставятся на водяную баню, комки высушиваются до воздушно-сухого состояния и взвешиваются. Умножив число граммов на 2, получаем процентное содержание соответствующих прочных комков почвы.

Параллельные определения показали, что при этом способе расхождение как в проценте прочных агрегатов одного и того же диаметра, так и в проценте общего количества прочных агрегатов достигает не более 3—4 , обычно же он равняется 2—3. Точность способа для практических целей более чем достаточная. На основании литературных данных и своих наблюдений Н. И. Саввинов приходит к выводу, что агрегатный анализ почв, насыщенных водой до капиллярной влажности, дает неправильное, повышенное

содержание прочных агрегатов почвы, и рекомендует поэтому работать с воздушно-сухими образцами почвы.

Метод Тюлина А. Ф. Взятую обычным путем среднюю пробу 50 г почвы перед анализом капиллярно насыщают водой в продолжение 30 минут. Это можно сделать, поместив навеску на фильтровальную бумагу, концы которой опущены в воду. Капиллярно насыщенную почву переносят на верхнее сито различного диаметра отверстий набора сит (1, 0,5, 0,25 мм), скрепленных вместе. В ведре или каком-либо ином большом сосуде с водою сита опускают и вынимают без толчков последовательно 30 раз, купают, и таким путем почва распределяется по ситам — разделяется на фракции. Последние переносят сначала в большие, а затем, после сливания избытка воды, в малые тарированные чашки, просушивают, взвешивают и выражают в процентах от навески почвы. Вычитая из величины процентного содержания той или иной фракции количество механических элементов (по данным механического анализа) той же фракции, находят количество «истинных» агрегатов.

М. С. Цыганов рекомендует купанье производить в воде определенной температуры (например 20° С), воду для точных анализов брать дестиллированную, а для менее точных работ по учету макроструктуры — простую речную, не содержащую щелочей.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Определение удельного веса почвы. Производится с помощью пикнометра. Из почвы отбирают предварительно ортштейновые зерна, журавчики, корни и т. п. Против подобной подготовки образца имеются возражения и предложения производить определения без удаления включений, а просто измельчать их. Результаты, полученные по этим вариантам, в отдельных случаях заметно расходятся.

Пикнометры емкостью 50—100 мл, лучше с капиллярной пробкой, наполняют дестиллированной водой до метки и кипятят до удаления всего воздуха. По охлаждении пикнометр доливают водой до метки, вытирают чисто фильтровальной бумагой и выдерживают при комнатной температуре около часа, после чего взвешивают на аналитических весах (вес *A*). После взвешивания воду из пикнометра выливают. Берут на аналитических весах навеску абсолютно-сухой почвы около 10 г (вес *B*) в фарфоровую чашку и осторожно смачивают водой, затем прибавляют избыток воды (20—25 мл) и кипятят 5 минут для удаления из почвы воздуха

После этого почву переносят в пикнометр, чашку несколько раз обмывают водой и пикнометр доливают прокипяченной дистиллированной водой до метки, охлаждают около часа до комнатной температуры и взвешивают (вес C). Первое взвешивание пикнометра с водой и второе с почвой и водой должны производиться при одинаковой температуре. Удельный вес почвы вычисляют по формуле:

$$\frac{B}{A+B-C}.$$

Удельный вес почв чаще всего колеблется в пределах 2,65—2,40.

Объемный вес почвы. Для определения объемного веса почвы с ненарушенным строением берут пробу специальным буром (Качинского, Гимерлинга — Сабанина, Бурмачевского и др.) и высушивают до постоянного веса при 100—105° С. Разделив полученный вес пробы на ее объем (объем патрона бура), получают величину объемного веса почвы. Объемный вес почвы всегда меньше удельного веса твердой фазы почвы, что видно из таблиц объемного веса пахотного горизонта различных почв.

Средний объемный вес пахотного горизонта различных почв (в граммах на 1 л почвы) (по данным А. Ф. Лебедева)

Подзолистые почвы			Серые лесостепные суглинистые и глинистые	Черноземы суглинистые и глинистые				Буроземы солонцеватые (светлокаштановые солонцеватые)
песчаные и супесчаные	суглинистые и глинистые	заболоченные торфянистые		деградированные	мощные и обыкновенные	южные	приазовские	
1 400	1 340	300—500	1 250	1 270	1 160	1 240	1 060	1 240 и выше

Скважность почвы. Может быть определена параллельно с определением удельного и объемного веса почвы вычислением по формуле:

$$x = \frac{A \cdot B - P}{B \cdot A} \cdot 100,$$

где A — взятый объем почвы, B — удельный вес почвы, P — вес взятого объема почвы.

Пример: A — 1 000 см³, B — 2,60, P —1 800 г.

$$x = \frac{1\,000 \cdot 2{,}60 - 1800}{1\,000 \cdot 2{,}60} \cdot 100 = 30{,}78\%.$$

Скважность почвы выражают в процентах к объему почвы.

Гигроскопическая вода. Навеску воздушно-сухой почвы около 5—7 г отвешивают в сушильном стаканчике с притертой крышкой и сушат в термостате при 100—105° сначала 3 часа и затем повторно по часу до постоянного веса. Чаще всего 4—5 часов высушивания вполне достаточно. Гигроскопическую воду вычисляют в процентах на абсолютно-сухую почву по формуле:

$$\frac{B-C}{C-A}\cdot 100,$$

где A — вес пустого стаканчика, B — вес стаканчика с почвой до высушивания почвы, C — вес стаканчика с почвой после высушивания почвы.

Влажность почвы в образцах с поля и других определяют, так же как и гигроскопическую воду, высушиванием в термостате при 100—105° до постоянного веса.

Гигроскопическая влага пахотного горизонта различных почв

(в процентах на абсолютно-сухую навеску)

Подзолистые почвы		Серые лесостепные суглинистые	Черноземы суглинистые и глинистые	Каштановые суглинистые и глинистые	Сероземы суглинистые
супесчаные	суглинистые				
0,4—0,8	1,2—2,0	2,5—3,0	4,8—8,0	около 4,5	около 2

Максимальная гигроскопичность. Наиболее распространен метод определения по Митчерлиху. Во взвешенный сушильный стаканчик низкой формы (размер — 70×35 или 80×30 мм) берут навеску почвы 10 г, предварительно пропущенной через сито в 1 мм. Стаканчик с открытой крышкой помещают в эксикатор над 10% серной кислотой и держат до тех пор, пока почва не станет прибавлять в весе. Насыщение почв происходит значительно быстрее, если из эксикатора выкачать воздух (до внутреннего давления 160 мм), для чего употребляют эксикатор с краном. Первое взвешивание производят через 3—4 дня после помещения стаканчика в эксикатор. Если насыщение ведут в эксикаторе с выкачанным воздухом, необходимо в таком случае прежде всего выравнять давление. Для этого кран эксикатора соединяют с двумя промывными склянками с крепкой серной кислотой, осторожно

(2—3 пузырька в минуту) открывают кран и пускают наружный воздух, который высушивается, проходя через склянки с серной кислотой. Затем стаканчики быстро закрывают крышками и взвешивают. В эксикаторе сменяют серную кислоту. После взвешивания стаканчики вновь помещают в эксикатор для насыщения при соблюдении тех же условий, что и при закладке опыта. Кислота больше не меняется. Последующие взвешивания стаканчика производят через 5—6 дней, и так до получения постоянного веса. По достижении постоянного веса стаканчики с открытыми крышками ставят в сушильный шкаф при 100—105° С и определяют влагу, аналогично описанному для гигроскопической влажности. Вычисление максимальной гигроскопичности производят по следующей формуле:

$$\frac{100\,(B-C)}{C-A},$$

где A — вес пустого стаканчика, B — вес стаканчика с почвой после насыщения, C — вес стаканчика с почвой после высушивания.

А. Николаев предлагает, как упрощение, определять максимальную гигроскопичность почвы в обычных эксикаторах над насыщенным раствором K_2SO_4 при нормальном атмосферном давлении. Результаты дают полную согласованность с методом Митчерлиха.

Очень важно брать широкие сушильные стаканы, так как опыт показал, что в них насыщение проходит быстрее (15 дней вместо 30).

Н. А. Качинский, напротив, для массовых определений рекомендует пользоваться обычными сушильными стаканчиками диаметром 28—29 мм, так как их можно больше загрузить в эксикатор. В таком случае повторность должна быть не меньше тройной. Время насыщения требуется большее, чем в больших стаканчиках.

Максимальная молекулярная влагоемкость. 5—10 г почвы смачивают водою до состояния густой грязи, помещают между листами фильтровальной бумаги под гидравлический или ручной пресс, где и высушивают (2 минуты — для суглинистой и глинистой почвы, 10 минут — для супесчаной и песчаной). После прессования почву быстро очищают соскабливанием от приставших волосков бумаги и в ней обычным путем определяют влажность высушиванием в сушильном шкафу при 100—105° до постоянного веса.

Средние величины максимальной молекулярной влагоемкости пахотного горизонта различных почв

(в процентах воды на абсолютно-сухую навеску)

(по данным А. Ф. Лебедева)

Подзолистые почвы			Серые лесостепные суглинистые и глинистые	Черноземы суглинистые и глинистые				Бурозем (светло-каштановые) солонцеватые
песчаные и супесчаные	суглинистые и глинистые	заболоченные		дегидрированные	мощные и обыкновенные	южные	приазовские	
1—3	6—9	до 20, для торфянистых до 40 и выше	14—20	19—23	25—30	22	22	12—14

Полная влагоемкость. Определяют в образцах с ненарушенной структурой путем полного насыщения их водой погружением цилиндра (патрона) с почвой в сосуд с водой, доводя уровень ее до уровня почвы в цилиндре. Цилиндр оставляют в таком положении на одни сутки, после чего вынимают, избыток воды отсачивается и цилиндр взвешивают. Этот прием насыщения повторяют несколько раз, пока взвешивание цилиндра с насыщенной водой почвой не будет давать близких данных. Полную влагоемкость выясняют по количеству удержанной почвой воды по формуле

$$\frac{a-b}{b}\cdot 100,$$

где a — вес почвы после насыщения, b — навеска почвы. Если навеска была из расчета на абсолютно-сухое вещество, то при вычислении по данной формуле влагоемкость будет рассчитана в процентах на абсолютно-сухую почву. Если b — навеска воздушно-сухой почвы, то и полная влагоемкость выразится в процентах на воздушно-сухую почву.

Нередко полную влагоемкость определяют в образцах с нарушенной структурой. В таком случае берут металлические цилиндры с сетчатым дном (высота — 15—20 см и диаметр —5—6 см) или стеклянные трубки, обвязанные с одного конца куском тонкой сетки или тонкого полотна. На дно цилиндра кладут плотны

кружок смоченной фильтровальной бумаги и взвешивают на технических весах (с точностью до 0,01 г). В случае стеклянных сосудов перед взвешиванием смачивают водою полотняную обвязку трубки. Цилиндр наполняют на $^3/_4$ воздушно-сухой почвой, которую вносят небольшими порциями, и каждый раз уплотняют осторожным постукиванием, после чего цилиндр с почвой взвешивают и остальное делают так же, как и для образцов со структурой ненарушенной.

Полная влагоемкость горизонта $A_{пах}$ различных почв

(в весовых процентах)

Подзолистые почвы		Серые лесостепные суглинистые	Черноземы суглинистые	Каштановые глинистые	Сероземы суглинистые
супесчаные	суглинистые				
21—28	33—40	Около 40	43—55	55 и выше	Около 35

Капиллярная влагоемкость. При пользовании капиллярной влагоемкостью в качестве характеристики необходимо соблюдать два условия: 1) образец почвы должен быть в непосредственном соприкосновении с зеркалом свободной воды, а не находиться на некоторое количество сантиметров выше его, 2) необходимо вести определение с почвенными столбиками определенной высоты, например с широко распространенными 8-сантиметровыми патронами буров для взятия проб с ненарушенным строением. Условия определения капиллярной влагоемкости необходимо всегда оговаривать (С. И. Долгов). Техника определения и расчеты не отличаются от определения полной влагоемкости кроме того, что здесь соприкасается с водою только низ почвенного столбика, в то время как при определении полной влагоемкости уровень воды почти совпадает с уровнем почвы в цилиндре. Насыщение кончается, когда вода поднимается до верха столбика, что видно по потемнению окраски. Отсачивания излишней влаги здесь не требуется.

Н. А. Качинский делает определение капиллярной влагоемкости не в сосудах с почвой (с нарушенной или ненарушенной структурой), а в почвенных монолитах. Для этого в деревянные, выкрашенные масляной краской, ящики берут вертикальные метровые монолиты исследуемых почв. В лаборатории с монолита снимают крышку и дно отвинчивают таким образом, чтобы оно отсто-

яло на 0,5 см от стенок ящика. Ящик с монолитом кладут дном вниз в ванну из оцинкованного железа, куда наливают дистиллированную воду так, чтобы она на 0,5 см покрыла почву снизу. Когда почва доверху смочится водою, выжидают еще день и берут влажность по горизонтам с помощью пробочного сверла диаметром 8—10 мм. Из каждого горизонта берут 3 контрольные пробы. Вычислив влажность, тем самым определяют величину капиллярной влагоемкости почвы в ненарушенном ее состоянии.

Полевая влагоемкость. По данным С. И. Долгова, наиболее устойчивые результаты при определении полевой влагоемкости обеспечиваются при величине опытной площадки не менее чем 6 м². Выделенную в поле площадку (круглую) обносят земляным валиком и заливают таким количеством воды, которая бы обеспечила промачивание почвы на желательную глубину. В среднем это — 30—40 ведер на каждый квадратный метр обвалованной площади при желательной глубине промачивания в 1 м. Перед заливом площадки водой на ней размечают небольшими колышками места заложения будущих скважин для определения влажности почвы. Скважины (в количестве 6) можно располагать на концентрической окружности, радиус которой составляет половину радиуса всей заливаемой площадки. Во избежании размыва воду при заливании площадки выливают не прямо на почву, а на фанерный щит или соломенный мат. Самый залив лучше производить без перерыва, во избежание образования в порах почвы воздушных пробок, которые могут затруднить дальнейшее впитывание влаги, а также снизить водоудерживающую способность почвы. Одновременно с заливанием площадки, вне ее, на расстоянии не менее 2—3 м от валика, берут образцы почвы с различной глубины для определения начальной влажности. По окончании впитывания воды площадку закрывают полуметровым слоем соломы или сена, а если ожидается дождь, то полезно покрыть и брезентом. Первое определение влажности по горизонтам делают через сутки после заливания, второе — через 3 суток и третье, если понадобится, — через 4—5 суток. Закладывающий скважину становится на широкие доски, положенные поверх соломы, во избежание втаптывания соломы и нарушения строения поверхности почвы. Почвенные образцы из скважин берут по генетическим горизонтам желобком на всю их мощность. Для характеристики горизонта (или слоя) берут среднюю влажность из трех скважин. Обычно на вторые-третьи сутки устанавливается постоянная влажность (что служит признаком окончания стекания воды), которую и принимают за величину водоудерживающей спосо

ности почвы. Запас воды, удерживаемый тем или иным горизонтом, выраженный в миллиметрах слоя, которым расположилась бы вода, выделенная из этого горизонта, рассчитывают по такой формуле:

$$W_h = 0{,}1P \cdot W \cdot h \text{ (мм)},$$

где W — процент средней влажности из трех скважин, h — мощность характеризуемого горизонта, P — объемный вес этого горизонта (килограммов в литре или граммов в куб. сантиметре).

Лабораторный метод определения полевой влагоемкости. Делают на длинных монолитах (1—2—2,5 м). Монолит заливают со всех четырех сторон, кроме верха и низа, в смолу. После заливания изучают скорость впитывания воды в почву, причем заведомо применяется такое количество воды, которое не может промочить почвенный монолит донизу. После 6-суточного стояния закрытого от испарения монолита его вскрывают и послойно определяют влажность.

Полевая влагоемкость, по Долгову, обычно меньше капиллярной влагоемкости и выше максимальной молекулярной влагоемкости.

(Подробнее о полевой влагоемкости почв см. в работе С. Долгова, «Труды ВИУАА», вып. 18, 1937 г.).

Водопроницаемость почвы. Определяют как в поле, так и в лаборатории. Из полевых методов определения укажем: метод С. А. Захарова при помощи дождевания, метод трубок Н. А. Качинского и метод заливания площадок.

Метод С. А. Захарова описан в трудах советской секции МАП «Физика почв», 1936 г. Заключается в применении искусственного дождя разной силы и позволяет измерять и учитывать количество воды, поступающей в почву, выражая ее толщиной слоя в миллиметрах. Сконструированный для этой цели прибор «дождеватель» состоит из двух металлических цилиндров: нижний, полый цилиндр врезается острым краем в почву, охватывая площадь 0,25 м², верхний цилиндр с основанием $^1/_{16}$ м² служит для наливания воды. Вода из верхнего цилиндра через вращающийся при помощи ручки вал с отверстиями, в виде дождя, равномерно орошает всю поверхность почвы внутри нижнего сосуда. Подачу воды регулируют таким образом, чтобы на поверхности орошаемой почвы не накоплялось воды слоем глубже 2 мм.

Метод позволяет дать для характеристики водопроницаемости почвы несколько показателей: 1) общую водопроницаемость поч-

венного профиля, 2) водопроницаемость отдельных горизонтов почвы, 3) водопроницаемость глубоких частей почвенного профиля, 4) скорость водопроницаемости, 5) динамику водопроницаемости, 6) динамику увлажнения почвы.

Н. А. Качинским предложен метод определения водопроницаемости почв по времени проникновения в почву столба воды, наливаемой в градуированные трубки с наружным диаметром в 3 см, вставленные в скважины в 6 см длины. Скважины делают специальным буром. Все оборудование: небольшой бур, набор трубок, пипетка, предохранители для вливания воды в трубки без размывания почвы, воронка — собрано в особый удобный для переноса футляр. Изучение водопроницаемости ведут в данном случае с контролем не менее 25 трубок. Этим методом можно изучать водопроницаемость и в лабораторной обстановке, устанавливая трубки в монолитных образцах почвы. Подробное описание прибора и техники определения дается в работе Н. А. Качинского «Изучение физических свойств почвы и корневых систем растений» (Москва, 1931 г.).

Метод заливания площадок. Принцип метода тот же, что и предложенный С. А. Захаровым. Е. И. Ципленкиным описывается следующий вариант метода, применявшийся для определения водопроницаемости в поле во время экспедиции в Заволжье, показавший хорошие результаты. На поверхности почвы устанавливают рамы в 0,5 м², которые тщательно врезывают в почву на глубину 10 см. Внутри рамы устанавливают линейку с делениями на миллиметры для учета количества просочившейся воды за 10-минутный интервал, и после каждого отсчета столб воды над почвой доводят снова до 10 см. Точность отсчета таким образом ± 1 мм водяного столба. Повторность опыта двукратная. Метод дает несколько преувеличенные результаты в силу наличия растекания, которое обусловлено малыми размерами рамы. Н. А. Качинский, специально изучавший вопрос о влиянии формы и величины заливаемых площадок на водопроницаемость почвы, делает такие выводы: 1) на тяжелых тонкопористых почвах с однородным сложением, лишенных некапиллярных ходов (солончак), растекание воды в стороны слабое и можно определять водопроницаемость методом малых заливных площадок (50×50 или 100×100 см²), не прибегая к их изоляции; 2) на почвах «нормальных» с выявленным иллювиальным горизонтом необходимо учетную площадку изолировать периферическим водным слоем или какими-либо механическими приспособлениями. Ширина изолирующего водного слоя должна быть не меньше 25 см; 3) на

сильно трещиноватых почвах метод малых площадок для определения водопроницаемости не применим («Почвоведение», 1936 г., № 1).

Фильтрационная способность почв. В стеклянную трубку, диаметром 3 см, обвязанную с нижней стороны тонким полотном, насыпают при встряхивании слой почвы высотой 18 см, осторожно наливают на ее поверхность из бюретки 5—7 мл воды и наблюдают ход просачивания и появление первой капли. Если почва увлажнилась полностью, то наливают 60 $см^3$ воды и фильтрующую способность почв определяют временем, в которое набирается 50 мл фильтрата.

Метод Саввинова Н. И. Автор называет его методом определения водопроницаемости почвы и использует как косвенный для суждения о прочности почвенной структуры. Точнее все же будет отнести его к методам определения фильтрационной способности почвы. Метод Саввинова и предложенный им прибор являются вариантами метода и прибора В. Р. Вильямса. В отличие от последнего, в методе Саввинова вода под постоянным малым давлением подается сверху, определение производят с образцами почв с ненарушенной структурой, взятыми в поле с помощью бура Некрасова. Прибор прост и недорог.

Методика определения, полученные результаты, подробное описание прибора и рисунок даны в статье Саввинова («Физика почв СССР», 1936 г., МАП).

Способность почвы испарять воду. Наиболее простой способ определения заключается в следующем. Берут цинковый квадратный ящик определенной площади в верхнем разрезе. В него вносят почву с ненарушенным сложением, предварительно смоченную до определенной влажности. Ящик с почвой взвешивают и помещают в яму на уровне с почвой. Прибор периодически взвешивают. По потере в весе судят о количестве испарившейся воды, которую выражают в миллиметрах столба воды на данной площади. Если опыт производят в лаборатории, то стенки ящика изолируют, помещая его в особые ящики (чехлы с опилками) для устранения нагревания с боков, оставляя открытой только поверхность почвы. Убыль воды можно вычислить как по отношению к весу воздушно-сухой почвы, так и по отношению к ее полной влагоемкости; последнее дает более интересные результаты.

Более усовершенствованно определение испарения воды с поверхности почвы производят психрометрическим методом, разработанным опытным полем Тимирязевской с.-х. академии. В основу метода положено определение количества испарившейся воды с

определенной изолированной площадки в поле, над которой пропускается с известной постоянной скоростью абсолютно-сухой воздух. Учет влажности этого воздуха после циркуляции над почвой производят по показаниям психрометра Ассмана. Для производства определения сконструирован особый аппарат. Аппарат (с рисунком и чертежом), методика определения и вычисление приводятся в книге А. Кудрявцевой «Лабораторные занятия по общему земледелию» (Сельхозгиз, 1936 г.).

Определение теплоты смачивания почвы в калориметре П. И. Андрианова. Наиболее простой и быстрый из существующих методов есть метод определения теплоты смачивания почвы в калориметре П. И. Андрианова (второй вариант с термометром Бекмана).

Принцип определения состоит в том, что определенные навески почвы и воды, будучи предварительно разделены, после того как установится известное равновесие между температурой воды и окружающей калориметр температурой, смешиваются. Выделившееся при этом смачивании тепло измеряется термометром Бекмана (до 0,01° с помощью лупы). (Описание метода Андрианова дается в книге А. Кудрявцевой «Лабораторные занятия по общему земледелию», Москва, Сельхозгиз, 1936 г.).

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Определение карбонатов в почве

Главную массу карбонатов в почве представляет углекислый кальций, второе место занимает углекислый магний и только в очень незначительных количествах может встречаться углекислый натрий (сода).

Определение карбонатов в почве делают путем разложения их и учета выделившейся при этом углекислоты. Для определения углекислоты можно рекомендовать два метода: весовой (Фрезениус—Классена) и объемный Шейблера или проще Голубева И.[1].

Первый из них более точен, но вместе с тем он достаточно длителен (3 часа). Поэтому при массовых анализах с практическими целями, где необходим быстрый ответ, более пригоден объемный метод.

Метод Фрезениус—Классена. Описание прибора. Прибор состоит из конической колбы на 200 мл, которая соеди-

[1] См. журнал «Почвоведение», 1937 г., № 10.

нена с вертикально стоящим шариковым холодильником. Через последний, почти до самого дна колбы, проходит тонкая трубка от капельной воронки с краном. К шарику капельной воронки присоединена промывная склянка, наполненная 30% раствором едкого натра для поглощения углекислоты воздуха. В верхней части холодильника имеется боковой отросток, который с помощью дважды изогнутой под прямым углом стеклянной трубки соединен с калиаппаратом с концентрированной серной кислотой для высушивания проходящей при работе углекислоты. За калиаппаратом следуют две U-образные трубочки с натронной известью и хлористым кальцием. Натронную известь насыпают в ближайшее к калиаппарату колено трубки и в нижнюю половину другого колена; остальную часть трубки наполняют хлористым кальцием. За двумя поглотительными трубками идет третья, тоже U-образная предохранительная трубка и тоже с натронной известью и хлористым кальцием. Колено третьей трубки, наполненное натронной известью, обращено (и присоединяют) к аспиратору для протягивания воздуха.

Готовый для анализа прибор должен быть вполне герметичен, т. е. не должен пропускать воздуха, что проверяют таким образом. Прибор собирают (не наливают лишь соляную кислоту в капельную воронку), кран у капельной воронки открывают, а входное отверстие для воздуха у промывной склянки закрывают каучуком с зажимом и из прибора начинают высасывать воздух, пустив в ход аспиратор. Если прибор хорошо собран, то через 2—3 минуты вода перестает течь из аспиратора, и в него начинают даже втягиваться пузырьки воздуха.

Перед анализом первые две U-образные трубки взвешивают (без каучуков), прибор собирают (только не присоединяют аспиратора и промывной склянки) и в капельную воронку наливают 20—25 мл 10% соляной кислоты (крепкую соляную кислоту разбавляют водой в отношении 1 : 3).

Ход анализа. Навеску воздушно-сухой почвы от 2 до 50 г (в зависимости от содержания углекислоты) помещают в колбу для разложения, обливают 15—20 мл горячей воды и не сильно кипятят 30 минут на сетке для удаления механически удерживаемой почвой углекислоты. После этого соединяют колбу с прибором и сначала, не присоединяя U-образных трубок, протягивают с помощью аспиратора воздух в течение 10 минут. Затем присоединяют две взвешенные U-образные трубки и приступают к разложению карбонатов почвы с помощью соляной кислоты (идет по уравнению: $CaCO_3+2HCl=CaCl_2+CO_2+H_2O$).

Для этого возможно медленно спускают в колбу из капельной воронки соляную кислоту, закрывают кран воронки и жидкость в колбе начинают постепенно подогревать до кипения. Подогревание регулируют так, что скорость выделения газа должна быть таковой, чтобы можно было отсчитать пузырьки его в калиаппарате. Кипятят до прекращения выделения газа (пузырьки газа перестают итти через калиаппарат). После этого капельную воронку соединяют с промывной склянкой, открывают у ней кран, присоединяют к противоположному концу прибора аспиратор, прекращают нагревание и начинают медленно протягивать воздух (нужно пропустить 3—4 л, что узнают по уменьшению воды в аспираторе). Окончив протягивание воздуха, снимают две первые (поглотительные) U-образные трубки, закрывают их каучуковыми колпачками и, по охлаждении в эксикаторе, взвешивают. При нормальном ходе анализа привес второй трубки очень незначителен (в миллиграммах). Разность в весе трубок до и после определения дает количество углекислоты. Углекислоту (в процентах на воздушно-сухую почву) вычисляют по формуле:

$$\frac{a}{n} \cdot 100,$$

где a — вес углекислоты, n — навеска почвы.

Для пересчета на $CaCo_3$ нужно умножить полученный процент углекислоты на 2,2727. Зная процент гигроскопической влаги в почве, легко сделать пересчет на абсолютно-сухую почву.

Метод Шейблера. Определение производят в специально сконструированном автором аппарате (кальциметр). Последний состоит из 2 широких (диаметром около 30 мм) стеклянных трубок, соединенных внизу изогнутой трубочкой и укрепленных на деревянном штативе. Правая трубка, градуированная до 0,05 мл, имеет объем 300 мл и наверху вытянута в узкую изогнутую трубочку, на которой сбоку находится небольшой специальный отросток с краном. Внизу эта узенькая трубочка соединяется каучуковой трубочкой с веретенообразно расширенной трубкой, назначение которой — задерживать углекислоту, чтобы исключить таким образом возможность поглощения его водой в градуированной трубке. К нижней части этой веретенообразной трубки с помощью каучуковой трубки присоединен сосуд для разложения карбонатов: стеклянная банка на 250—300 мл с широким горлом, плотно закрываемая каучуковой пробкой со вставленной в нее короткой стеклянной трубочкой.

Левая из двух трубок вверху открыта, и только от пыли закры-

вают ее ватной пробкой. От нижней части трубки отходит загнутая вверх стеклянная трубочка, соединенная каучуковой трубкой с зажимом с открытой банкой (на 700—800 мл) с тубусом. Каучуковая трубка должна быть такой длины, чтобы можно было эту банку свободно ставить на верхнюю полочку деревянного штатива у прибора.

Ход анализа. Навеску от 2 до 50 г воздушно-сухой почвы помещают в сосуд для разложения; туда же вставляют фарфоровый тигель с 20—25 мл 10% соляной кислоты (крепкую соляную кислоту разводят 1 : 3). Сосуд плотно закрывают каучуковой пробкой и присоединяют к аппарату. В банку с тубусом наливают 700 мл воды, насыщенной углекислотой, ставят ее на полку прибора. Открыв кран (сообщение с атмосферой) у правой трубки и регулируя зажимом на каучуковой трубке, наполняют водою из этой банки обе большие трубки так, чтобы нижний мениск ее в градуированной трубке был на 0. Закрывают кран и зажим, снимают банку с верхней полки и, открыв зажим, выпускают в нее около 250 мл воды из левой трубки. Когда таким образом аппарат приготовлен для анализа, сосуд для разложения карбонатов вместе с навеской почвы и соляной кислотой в тигле осторожно наклоняют. Тигель опрокидывают и все взбалтывают, осторожно вращая. Чтобы избежать разогревания, сосуд для разложения берут за горло только тремя пальцами, избегая прикосновения к нему ладони руки.

Выделяющаяся углекислота вытесняет из всех частей прибора воздух, который в свою очередь вытесняет часть воды из правой трубки с делениями. Взбалтывание продолжают несколько минут, затем сосуд оставляют в покое минут на 10 и ту же операцию повторяют снова — до тех пор, пока уровень жидкости в правой трубке больше понижаться не будет.

Когда выделение газа закончилось, сосуд с водой ставят на верхнюю полочку и, регулируя зажимом, приливают из него в левую трубку столько воды, чтобы уровень ее в обеих трубках был на одинаковой высоте. Когда определение закончено, отсчитывают объем углекислоты в правой градуированной трубке и, заметив температуру и давление, по специальным таблицам Финкенера находят (умножая на соответствующий коэфициент) CO_2 или $CaCo_3$ в граммах. Углекислоту CO_2 (в процентах на воздушно-сухую почву) вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot 100}{n},$$

где a — количество CO_2 в граммах в навеске, n—навеска.

Таблица Финкенера для перечисления миллилитров CO_2, найденных в аппарате Шейблера, в миллиграммы CO_2

(числа показывают вес 1 мл CO_2 в миллиграммах)

Температура °С	Высота барометра в миллиметрах														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28	1,778	1,784	1,791	1,797	1,804	1,810	1,817	1,823	1,828	1,833	1,837	1,842	1,847	1,852	1,856
27	1,784	1,790	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,834	1,839	1,843	1,848	1,853	1,858	1,863
26	1,791	1,797	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,840	1,845	1,849	1,854	1,859	1,864	1,869
25	1,797	1,803	1,810	1,816	1,823	1,829	1,836	1,842	1,847	1,852	1,856	1,861	1,866	1,871	1,876
24	1,803	1,809	1,816	1,822	1,829	1,835	1,842	1,848	1,853	1,858	1,862	1,867	1,872	1,877	1,882
23	1,809	1,815	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,859	1,864	1,868	1,873	1,878	1,883	1,888
22	1,815	1,821	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,865	1,870	1,875	1,880	1,885	1,890	1,895
21	1,822	1,828	1,835	1,841	1,848	1,854	1,861	1,867	1,872	1,877	1,882	1,887	1,892	1,897	1,902
20	1,828	1,834	1,841	1,847	1,854	1,860	1,867	1,873	1,878	1,883	1,888	1,893	1,898	1,903	1,908
19	1,834	1,840	1,847	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,884	1,889	1,894	1,899	1,904	1,909	1,914
18	1,840	1,846	1,853	1,859	1,866	1,872	1,879	1,885	1,890	1,895	1,900	1,905	1,910	1,915	1,920
17	1,846	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,886	1,892	1,897	1,902	1,907	1,912	1,917	1,922	1,927
16	1,853	1,860	1,866	1,873	1,879	1,886	1,892	1,898	1,903	1,908	1,913	1,918	1,923	1,928	1,933
15	1,859	1,866	1,872	1,879	1,886	1,892	1,899	1,905	1,910	1,915	1,920	1,925	1,930	1,935	1,940
14	1,865	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,917	1,922	1,927	1,927	1,937	1,942	1,947
13	1,872	1,878	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,924	1,929	1,934	1,939	1,944	1,949	1,954
12	1,879	1,885	1,892	1,899	1,906	1,912	1,919	1,925	1,930	1,935	1,940	1,945	1,950	1,955	1,960
11	1,885	1,892	1,899	1,906	1,913	1,919	1,926	1,932	1,937	1,942	1,947	1,952	1,957	1,962	1,967
10	1,892	1,899	1,906	1,913	1,920	1,926	1,933	1,939	1,944	1,949	1,954	1,959	1,964	1,969	1,974

Таблица Финкенера для перечисления миллилитров CO_2, найденных в аппарате Шейблера, в миллиграммы $CaCO_3$

(числа показывают вес $CaCO_3$ в миллиграммах, отвечающий 1 мл CO_2)

Температура °С	Высота барометра в миллиметрах														
	742	744,5	747	749	751	753,5	756	758	760	762,5	765	767	769	771	774
28	4,041	4,056	4,070	4,085	4,099	4,114	4,128	4,143	4,155	4,166	4,177	4,187	4,197	4,208	4,218
27	4,055	4,070	4,085	4,099	4,114	4,129	4,143	4,158	4,169	4,179	4,190	4,200	4,211	4,222	4,232
26	4,069	4,084	4,099	4,114	4,129	4,144	4,158	4,172	4,183	4,193	4,204	4,214	4,225	4,236	4,247
25	4,083	4,098	4,113	4,128	4,143	4,158	4,172	4,186	4,197	4,208	4,219	4,230	4,241	4,252	4,262
24	4,097	4,112	4,127	4,142	4,157	4,172	4,186	4,200	4,211	4,222	4,233	4,244	4,255	4,266	4,277
23	4,111	4,126	4,141	4,156	4,171	4,186	4,200	4,214	4,226	4,237	4,248	4,259	4,270	4,281	4,292
22	4,125	4,140	4,155	4,170	4,185	4,200	4,214	4,228	4,240	4,252	4,263	4,274	4,285	4,296	4,307
21	4,139	4,154	4,169	4,184	4,199	4,214	4,229	4,243	4,255	4,267	4,279	4,290	4,301	4,312	4,322
20	4,153	4,169	4,184	4,199	4,214	4,229	4,243	4,257	4,269	4,281	4,292	4,303	4,314	4,325	4,336
19	4,168	4,183	4,198	4,213	4,228	4,243	4,258	4,272	4,284	4,296	4,307	4,318	4,329	4,340	4,351
18	4,182	4,198	4,213	4,228	4,243	4,258	4,272	4,286	4,298	4,310	4,321	4,332	4,343	4,354	4,365
17	4,197	4,212	4,227	4,242	4,257	4,272	4,286	4,300	4,312	4,324	4,335	4,346	4,357	4,368	4,379
16	4,211	4,226	4,241	4,256	4,271	4,286	4,300	4,314	4,326	4,334	4,349	4,360	4,371	4,382	4,393
15	4,225	4,241	4,256	4,271	4,286	4,301	4,315	4,329	4,341	4,353	4,364	4,375	4,386	4,397	4,408
14	4,240	4,256	4,271	4,286	4,301	4,316	4,331	4,345	4,357	4,368	4,379	4,390	4,401	4,412	4,423
13	4,255	4,271	4,286	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,373	4,384	4,395	4,406	4,417	4,428	4,439
12	4,270	4,286	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,376	4,388	4,399	4,410	4,421	4,432	4,443	4,454
11	4,285	4,301	4,316	4,331	4,346	4,361	4,376	4,391	4,403	4,415	4,426	4,437	4,448	4,459	4,470
10	4,300	4,316	4,332	4,348	4,364	4,378	4,394	4,407	4,419	4,430	4,441	4,453	4,464	4,475	4,485

Пример. Навеска почвы — 2 г, температура 22°, давление — 758 мм, объем выделившейся CO_2 — 15,5 мл, или 15,5·1,86 (по таблице) = 28,83 мг = 0,0288 г.

$$CO_2 = \frac{0{,}0288 \cdot 100}{2} = 1{,}44\%.$$

Можно по таблице взять коэфициент для пересчета на $CaCO_3$. Он равен 4,228, тогда: 15,5·4,228=65,53 мг=0,0655 г.

$$CaCO_3 = \frac{0{,}0655 \cdot 100}{2} = 3{,}27\%.$$

Определение гумуса

Метод Кнопа. Почву обрабатывают при нагревании хромовым ангидридом в присутствии серной кислоты. Образующаяся при окислении органического вещества почвы углекислота улавливается натронной известью и взвешивается. Реакция окисления идет по уравнению:

$$4CrO_3 + 6H_2SO_4 + 3C = 3CO_2 + 2Cr_2(SO_4)_3 + 6H_2O.$$

Помножая найденный вес углекислоты на 0,273, получают количество углерода (С); или помножая на 0,471, получают количество гумуса (принимая, что в гумусе почвы в среднем содержится 58% углерода).

Прибор для определения гумуса — тот же самый, что и для определения углекислоты по методу Фрезениус—Классена со следующими дополнениями. Между холодильником и калиаппаратом с серной кислотой включается U-образная трубка со спиралью из тонкой, очищенной от ржавчины железной проволокой (для задержания хлористого и фтористого водорода). Другая U-образная трубка помещается между калиаппаратом с серной кислотой и первой поглотительной трубкой с натронной известью и хлористым кальцием. В этой второй трубке кладутся кусочки пемзы, пропитанные раствором медного купороса, а затем нагретые до обезвоживания (для поглощения иногда выделяющегося сероводорода).

Собранный прибор должен быть проверен на герметичность. Перед анализом обе поглотительные трубки взвешивают (без каучуков), однако в начале работы их не присоединяют.

Навеску воздушно-сухой почвы от 2 до 5 г (в зависимости от содержания гумуса) помещают в колбу для разложения, прили-

вают 20 мл воды и 30 мл крепкой серной кислоты и осторожно взбалтывают (для разложения карбонатов). Если почва содержит много карбонатов (больше 1%), серную кислоту берут более разведенную во избежание выпадения сернокислого кальция, мешающего полному окислению гумуса. Колбу присоединяют к прибору и, не присоединяя поглотительных U-образных трубок, протягивают с помощью аспиратора воздух в течение 1 часа для удаления из прибора углекислоты. Затем удаляют аспиратор, присоединяют к прибору U-образные трубки, наливают в капельную воронку 10 мл крепкой серной кислоты и осторожно по каплям спускают ее через кран в колбу. Далее через ту же воронку осторожно, медленно приливают 15—20 мл 50% хромового ангидрида, после чего кран закрывают. Вместо хромового ангидрида можно брать двухромовокислый калий в количестве 5—7 г на определение. Когда заметная реакция окисления прекратится, колбу постепенно и осторожно нагревают до кипения на очень слабом пламени и кипятят до прекращения выделения газа (пузырьки газа перестают итти через калиаппарат) и поднятия жидкости в трубке. Скорость газа во все время работы должна быть такова, чтобы можно было считать пузырьки его в калиаппарате.

Осторожно открывают кран капельной воронки, прекращают нагревание, присоединяют аспиратор и медленно протягивают воздух. Достаточно пропустить 2—3 л его. Затем снимают обе поглотительные трубки, закрывают каучуковыми предохранителями и по охлаждении в эксикаторе взвешивают. При нормальном ходе анализа привеса второй трубки быть не должно или он весьма незначителен (в миллиграммах). Привес первой и второй поглотительной трубок дает общее количество CO_2.

Гумус в процентах на воздушно-сухое вещество вычисляется по формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}471}{n} \cdot 100,$$

где a — вес CO_2, n — навеска почвы, 0,471 — коэфициент для пересчета CO_2 в гумус.

Чтобы вычислить содержание углерода (C) в почве, нужно в эту формулу вместо 0,471 подставить 0,273. Вычисление на углерод теоретически более правильно.

Метод точный, но длительный.

Метод Тюрина удобен для массовых определений гумуса. Навеску воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито 0,25 мм, от 0,1 до 0,5 г (в зависимости от содержания гумуса)

помещают в колбу Эрленмейера на 100 мл, сюда же приливают из бюретки 10 мл 0,4*N* раствора хромового ангидрида в серной кислоте (реактив 1) и вносят 0,2 г сернокислой окиси ртути в качестве катализатора. В горло колбы вставляют маленькую воронку, служащую холодильником, колбу ставят на электрическую плитку или асбестовую сетку, постепенно нагревают до кипения и осторожно кипятят 5 минут, не допуская выделения пара из воронки. Затем колбу охлаждают, содержимое ее выливают в стакан на 500 мл, куда предварительно наливают около 200 мл воды, обмывают 3—4 раза водой и объем жидкости в стакане доводят до 300—350 мл. Прибавляют 2—3 мл 85% H_3PO_4, 8 капель раствора дифениламина (реактив 3) и обратно титруют оставшуюся после окисления гумуса хромовую кислоту 0,2*N* раствором сернокислой закиси железа с аммонием — соль Мора (реактив 2). При этом бурая окраска переходит сначала в интенсивно синюю. С этого момента следует титровать осторожно, медленно спуская раствор по одной капле и тщательно перемешивая раствор. Конец титрования узнается по изменению синей окраски в зеленоватую.

1 мл 0,2*N* соли Мора=0,0010362 г гумуса.

Реактивы:

1) 0,4*N* хромовая кислота. 40 г измельченного $K_2Cr_2O_7$ или 32 г хромового ангидрида CrO_3 растворяют в 1 л воды и смешивают с 1 л крепкой серной кислоты (удельный вес 1,84).

2) 0,2*N* соль Мора. 160 г соли Мора растворяют в 2 л воды, содержащей 40 мл крепкой серной кислоты. Склянку с раствором присоединяют непосредственно к бюретке, в которую раствор нагнетается резиновой грушей, соединенной каучуковой трубкой со склянкой Тищенко, наполненной щелочным раствором пирогалола (реактив 4). Сверху бюретку закрывают пробкой со вставленной в нее предохранительной трубкой с $FeSO_4$, которое после пожелтения меняется. Титр соли Мора устанавливается с помощью 0,1*N* $KMnO_4$.

3) Дифениламин. 0,5 г дифениламина растворяют в 100 мл крепкой серной кислоты и 20 мл воды.

4) Пирогалол. 180 г КОН растворяют в 300 мл воды. 12 г пирогалола растворяют в 50 мл воды. Оба раствора смешивают.

Соотношение между раствором хромовой кислоты и соли Мора устанавливается путем титрования, как и при определении гумуса, но только без нагревания. Гумус (в процентах на воздушно-сухое вещество) вычисляется по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0,0010362}{n}\cdot 100,$$

где a — количество миллилитров соли Мора, отвечающее 10 мл (взятым для окисления гумуса) 0,4*N* раствора хромового ангидрида;

b — количество миллилитров того же раствора, пошедшего на обратное титрование после окисления гумуса;
n — навеска почвы в граммах.

Определение общего азота

Метод Кьельдаля. Для определения общего количества азота в почве, ввиду ничтожного содержания в ней минерального окисленного азота (нитраты), применяется метод Кьельдаля, учитывающий азот в восстановленной форме (белки, амиды и др.). Метод основан на том, что органические вещества при нагревании с крепкой серной кислотой окисляются, а азот органического вещества переходит в аммиак. Последний улавливается серной кислотой, и образуется сернокислый аммоний.

Раствор этой соли кипятят с избытком крепкой щелочи, причем выделяется аммиак:

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = 2NH_4OH + Na_2SO_4.$$

$2NH_4OH$ распадается на $2NH_3 + 2H_2O$.

Аммиак отгоняют в раствор титрованной серной (или соляной) кислоты, с которою он образует сернокислый аммоний. Избыток свободной кислоты обратно оттитровывают щелочью с индикатором метилоранж или метилрот:

$$H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O.$$

По количеству связанной с аммиаком серной кислоты вычисляют содержание азота.

Для определения берется на аналитических весах от 5 до 20 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито в 1 мм, и осторожно, не рассыпая по стенкам, всыпают ее в колбу Кьельдаля 250—500 мл. Почва в колбе обливается 20—25 мл крепкой серной кислоты удельного веса 1,84 так, чтобы она смыла приставшие на стенках почвы частицы почвы, и для ускорения сжигания прибавляют 2—3 капли ртути или 0,2—0,3 г $CuSO_4$. Дав некоторое время постоять, приступают к сжиганию, сначала на слабом пламени до прекращения вспучивания. В случае очень сильного вспучивания следует прибавить в колбу 0,5 г парафина. Иногда для ускорения реакции, после того как прекратится образование пены, добавляется 15 г кристаллического сернокислого калия. Кипятятся колбы до обесцвечивания жидкости. Затем колбе дают остыть, осторожно разбавляют водой и переносят содержимое в специальную колбу для отгона аммиака.

Колбу Кьельдаля несколько раз споласкивают водой, сливая промывные воды туда же. Приливают в остывшую отгоночную колбу осторожно по стенке 80—100 мл крепкого раствора едкого натра для вытеснения из сернокислого аммония аммиака. Приливать едкий натр нужно так, чтобы он образовал несмешивающий слой (нижний) в отгоночной колбе. Общий объем раствора должен быть около 250 мл. Затем, если была взята ртуть, вносят 1—2 г цинковой пыли для разрушения меркурамидных соединений; если сжигание велось с $CuSO_4$, то цинковой пыли прибавлять не нужно. Колба присоединяется к холодильнику и энергично встряхивается. Предварительно в приемник наливают 30—50 мл точной 0,1*N* серной кислоты с 2 каплями метилоранжа или метилрота. Дальнейший ход анализа — см. раздел «Анализ азотных удобрений». Азот (в процентах на воздушно-сухое вещество) вычисляется по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0{,}0014}{n}\cdot 100,$$

где a — количество миллилитров 0,1*N* H_2SO_4, взятое в приемник для поглощения аммиака;

b — количество миллилитров 0,1N KOH, пошедшее на титрование несвязанной аммиаком 0,1*N* кислоты;

n — навеска почвы.

Чтобы перевести содержание азота в выражение на абсолютно-сухое вещество, необходимо помножить еще на коэфициент $\frac{100}{100-A}$, где A — гигроскопическая вода в процентах. В отдельных случаях, когда количество нитратов в почвах значительно, определение общего азота производится по способу Кьельдаля в модификации Иодльбауэра. При этом методе нитратный азот почвы восстанавливается до аммиака, который связывается серной кислотой и определяется совместно с азотом органическим.

Метод Иодльбауэра. 5—20 г воздушно-сухой почвы смачивают в колбе для сжигания 25 мл фенолсерной кислоты, при этом происходит разогревание, поэтому колбу оставляют на некоторое время в покое (на ночь). После того как раствор совершенно остыл, встряхиванием тщательно перемешивают его и постепенно добавляют 2—3 г цинковой пыли, 2 капли металлической ртути и несколько миллилитров чистой серной кислоты. Полученную смесь сначала осторожно нагревают, а затем кипятят до полного обесцвечивания жидкости. После этого смесь охлаждают, осторожно добавляют к ней около 100 мл воды и количественно переносят

в колбу для отгона; приливают избыток едкого натра и 25 мл 4% раствора сернистого калия (можно 1—2 г цинковой пыли); отгоняют аммиак, улавливая его титрованной серной кислотой. После отгона несвязанную кислоту оттитровывают щелочью, как обычно в методе Кьельдаля.

Реактивы:

1) Феносерная кислота (40 г чистого фенола растворяют в концентрированной серной кислоте удельного веса 1,84 и доводят объем той же кислотой до 1 л); 2) цинковая пыль; 3) ртуть; 4) 40% раствор едкого натра; 5) титрованные растворы 0,1*N* NaOH и H_2SO_4; 6) индикатор метилоранж или метилрот.

Определение общей фосфорной кислоты в почве

Навеску воздушно-сухой почвы, около 30 г, помещают в колбу Кьельдаля на 500 мл, обливают 250 мл царской водки (150 мл HCl удельного веса 1,12+100 мл HNO_3 удельного веса 1,20) и нагревают на голом огне $1^1/_2$ часа.

По охлаждении содержимое колбы вместе с осадком переносится в мерную колбу на 500 мл, доводят водой до метки, тщательно перемешивают и отфильтровывают через сухой беззольный фильтр в сухую колбу.

Для определения берут 50 мл для молибденового метода Лоренца, 10 мл (с последующим разведением) — для колориметрического метода Дениже, 10 мл (с последующим разведением) — для нефелометрического метода Лебедянцева.

Взятые для анализа объемы вытяжки выпаривают в фарфоровой чашке на водяной бане под тягой досуха, дважды обрабатывают 10 мл разведенной (1 : 3) азотной кислоты и снова выпаривают. Наконец, остаток смачивают 20 мл той же кислоты, нагревают на водяной бане, отфильтровывают от SiO_2 и промывают несколько раз горячей водой (намывается примерно около 80—100 мл фильтрата). В случае метода Лоренца фильтрат непосредственно идет в анализ. При методе Дениже и Лебедянцева их собирают в мерную колбу на 100 мл, объем доводят до метки и отсюда только часть берут для анализа. Так как колориметрические методы весьма чувствительны, заранее нельзя указать необходимые объемы для анализа. Их можно установить только предварительной пробой, путем разведения, подгоняя испытуемые растворы по концентрации P_2O_5 к образцовому раствору.

Метод Лоренца. Фильтрат упаривают (сгущают) до объема в 25 мл в стакане на 150—200 мл и прибавляют 25 мл смеси азотной и серной кислот. Жидкость нагревается на сетке до появления

первых пузырьков (стеклянной палочки не применяют), снимают с огня, несколько секунд хорошо побалтывают, чтобы стенки стакана не были перегреты, и тотчас же приливают в средину жидкости мерным цилиндром 50 мл сульфатмолибденовой жидкости. Оставляют стоять, покрыв часовым стеклом, на 5 минут, после чего, когда выпадет главная масса осадка, энергично взбалтывают жидкость стеклянной палочкой в течение $^1/_2$ минуты. Стаканы стоят спокойно 15—18 часов (обычно ночь) и затем фильтруются через фарфоровый тигель Гуча.

Колориметрический метод Дениже в модификации Малюгина и Хреновой. Из фильтрата, доведенного в мерной колбе до объема 100 мл и содержащего 10 мл основной вытяжки, берется точной пипеткой 10 мл и вливается в мерную колбу на 100 мл, которая доводится затем дестиллированной водой до метки. К этим 10 мл испытуемого раствора приливают по 10 мл реактивов 1 и 2 или сразу 20 мл смеси равных их объемов и доводят содержимое колбы до черты. Перемешивают содержимое перевертыванием колбы, приливают в колбу необходимое количество капель восстановителя 3 и снова перемешивают содержимое, перевертывая несколько раз колбу.

Одновременно готовится таким же путем образцовый колориметрический раствор из образцового раствора фосфата 4 мл, 10 мл, 25 мл, 30 мл в колбах на 100 мл.

Испытуемый раствор сравнивается в колориметре с образцовым, наиболее близким к нему по окраске. Соотношение между концентрациями образцового и испытанного не должно быть выше 1 : 5 (крайний предел).

Поскольку трудно заранее установить степень разведения испытуемого, то вполне возможно, что взятых 10 мл из 100 мл окажется слишком много, что видно при сравнении с образцовым. В таком случае количество испытуемого необходимо изменить и данное определение рассматривают как ориентировочное.

Кроме того, метод требует, чтобы кислотность в колбах для определения была строго определенной. Поэтому в отдельном стаканчике необходимо протитровать 10 мл испытуемого раствора 0,1*N* NaOH с индикатором метилоранж. Необходимое количество щелочи, по расчету, нужно прибавить к испытуемому раствору перед прибавлением реактивов 1 и 2.

Реактивы.

1) Разбавленная серная кислота. 270 г H_2SO_4 разбавляют до 1 л водой, что при удельном весе серной кислоты в 1,84 составляет 150 мл ее на 1 л раствора. На определение берут 10 мл.

2) Раствор молибденовокислого аммония. 20 г соли растворяют в воде и разводят до 1 л. Желательно работать со свежим раствором. Если раствор стоял несколько недель, то отношение концентраций образцового и испытуемого растворов не должно быть шире 1 : 3.

3) 2 г металлического олова растворяют при нагревании на водяной бане в 30—40 мл концентрированной соляной кислоты. Для ускорения растворения прибавляют 2—4 капли 4% раствора медного купороса. По растворении жидкость переносят в фарфоровую чашку и выпаривают соляную кислоту на водяной бане. Выпаренное досуха хлористое олово растворяют в чашке в 10 мл реактива 1, раздавливая комки хлористого олова пестиком. Полученный 20% раствор (по олову) может сохраняться в склянке с притертой пробкой в течение 1—2 месяцев. Для употребления при колориметрии этот раствор разбавляется: к 1 мл его приливают 5 мл серной кислоты (1) и доводят водой до 20 мл; получается 1% раствор. Такой разбавленный раствор сохраняется всего лишь несколько дней. Признак порчи его — пожелтение или помутнение и ненормально медленное окрашивание фосфорно-молибденового аммония.

4) Образцовый раствор фосфата. 0,1917 г промытого спиртом и перекристаллизованного KH_2PO_4 растворяют в воде и разводят до 1 л. 20 мл этого раствора разбавляют до 1 л водой; полученный образцовый раствор содержит 0,002 мг P_2O_5 в 1 мл. Количество прибавленного восстановителя влияет на интенсивность окраски. Ориентировочно расчет при его добавлении такой: при содержании фосфорной кислоты в колбе от 0,004 до 0,1 мг на определение берется от 1 до 5 капель 1% раствора восстановителя; при 0,5 мг фосфорной кислоты — 2 капли 10% раствора; при 2 мг фосфорной кислоты — 7 капель 10% раствора. Обычно добавляется 5 капель 1% раствора.

Фосфорную кислоту P_2O_5 (в процентах на воздушно-сухое вещество) вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot h \cdot 100}{h_1 \cdot n},$$

где a—P_2O_5 в миллиграммах в колбочке с образцовым раствором;

h — высота столба жидкости образцового раствора (отсчет в колориметре);

h_1 — высота столба жидкости испытуемого раствора (отсчет в колориметре);

n — навеска почвы в миллиграммах, отвечающая взятому для анализа объему вытяжки.

Нефелометрический метод Лебедянцева. Фосфорную кислоту осаждают в кислой среде молибденово-алкалоидным раствором. При низких концентрациях P_2O_5 образуется муть, количество которой пропорционально содержанию P_2O_5.

Самое определение заключается в сравнении мути испытуемого раствора с таковой же образцового раствора. Последний имеет точно известную концентрацию и готовится из химически чистой соли.

Для определения берут объем вытяжки, установленный предварительной пробой, в мерную колбу на 100 мл, приливают 20 мл

азотной кислоты удельного веса 1,098 (реактив 4), доводят водой до 80 мл (на колбах должна быть соответствующая метка), прибавляют 4 мл молибденово-алкалоидного раствора, после чего содержимое перемешивают путем легкого взбалтывания.

Последний раствор готовят непосредственно перед определением смешением 5 частей молибденовой жидкости (реактив 2) с 1 частью алкалоида (реактив 3), для чего раствор алкалоида вливают в молибденовую жидкость и в случае выпадения мути ее отфильтровывают через беззольный фильтр.

Одновременно готовят и образцовую шкалу (3 параллельные), для чего берут по 20 мл второго образцового раствора (реактив 1), т. е. 0,06 мг P_2O_5, в мерные колбы на 100 мл и делают с ними все то же, что и с испытуемыми.

После внесения во все колбы (как с образцовыми, так и с испытуемыми растворами) молибденово-алкалоидного раствора доводят их содержимое водой до метки 100 мл, закрывают пробкой и осторожно перемешивают 4-кратным поворачиванием колбы вверх дном и обратно. Оставляют на 30 минут, считая с момента приливания молибденово-алкалоидного раствора в первую колбу, после чего приступают к просмотру в колориметре. Последнее может производиться не дольше 2 часов (выпадает осадок) и меньше, если растворы имеют густую муть.

Перед тем как наливать раствор из каждой колбы в стаканчик колориметра, необходимо еще раз перемешать ее содержимое 3-кратным перевертыванием.

Расчет P_2O_5 делается так же, как в методе Дениже.

Реактивы.

1) Образцовый фосфат. 0,2875 г KH_2PO_4, очищенного промывкой спиртом, перекристаллизацией из горячей воды и высушиванием в эксикаторе над серной кислотой, растворяют в мерной колбе на 1 л, доводят объем до черты и тщательно перемешивают. Раствор этот служит исходным.

30 мл исходного раствора разводят водой до 1,5 л; этот второй раствор содержит 0,003 мг P_2O_5 в 1 мл и служит непосредственно для приготовления образцовой шкалы. На определение берется по 20 мл этого раствора, т. е. 0,06 мг P_2O_5.

2) Молибденовая жидкость. 55 г молибденовокислого аммония растворяют при нагревании в 300 мл воды. Раствор этот по охлаждении вливают тонкой струей в 400 мл азотной кислоты удельного веса 1,2 и жидкость доливают водой до 1 л. Раствор можно употреблять до тех пор, пока не начнет выпадать на дно склянки желтый осадок.

3) Раствор алкалоида. 3 г цинхонина обливают 180 мл горячей воды и тщательно разбивают все комочки стеклянной палочкой. Затем в горячую жидкость при нагревании прибавляют, постоянно помешивая, по каплям 10% азотную кислоту (117 мл HNO_3 удельного веса 1,40 разбавляют водой до 1 л), растирая при этом комочки, до полного растворения алкалоида, на

что обычно идет 50—60 капель азотной кислоты. Охладившийся раствор переливают в мерную колбу на 200 мл, доливают до метки и тщательно перемешивают. Раствор может сохраняться без изменения долгое время (не меньше 80 дней). Чистый препарат цинхонина получается так: растворяют цинхонин в воде с этиловым спиртом и раствор осаждают 10% содой. Выпадающий осадок промывают водой сначала декантацией, а затем на фильтре, с отсасыванием. Соль высушивается между листами фильтровальной бумаги.

4) Азотная кислота удельного веса 1,098. Берут 477 мл азотной кислоты удельного веса 1,2 и разводят до 1 л.

Комбинированный метод Лебедянцева — Лоренца для определения общей P_2O_5 *в почве.* Метод в течение ряда лет применяется в лаборатории Научного института по удобрениям и может быть рекомендован для использования.

Ввиду того что навески почвы берут очень небольшие (0,3—0,5 г), подготовку почвы к анализу необходимо производить особенно тщательно. В пропущенной через сито в 1 мм почве тщательно отбираются корешки. Затем почву пропускают через сито в 0,5 мм и снова отбирают корешки. Наконец, после растирания пестиком в фарфоровой ступке пропускают через сито в 0,25 мм. Тщательно перемешав в банке подготовленную таким образом почву, высыпают ее на глянцевую бумагу и, разделив на квадраты, берут навеску.

Навеску почвы 0,3—0,5 г, в зависимости от содержания гумуса, помещают в фарфоровую чашку диаметром 10 см, смачивают 10 мл воды, прибавляют 10—15 мл 1,0*N* $KMnO_4$ и 20 мл азотной кислоты удельного веса 1,098. Чашка закрывается часовым стеклом и на кипящей водяной бане нагревается 1 час. Жидкость над почвой должна оставаться слабоокрашенной от перманганата. Если жидкость обесцвечивается, то это указывает на недостаток прибавленного перманганата и его добавляют еще кубиков 5—10 и продолжают нагревать. По окончании нагревания чашка снимается с бани и избыток перманганата уничтожается 1,0*N* щавелевой кислотой (из бюретки), которую прибавляют до тех пор, пока не произойдет полное растворение выпавшего MnO_2. Избыток щавелевой кислоты удаляется обратным титрованием перманганатом до очень слаборозового окрашивания раствора. Затем содержимое чашки выпаривается досуха на водяной бане и производится обработка крепкой азотной кислотой, приливая каждый раз (всего 2—3 раза) по 10 мл HNO_3 удельного веса 1,40 и выпаривая досуха, особенно последний раз. После последнего выпаривания к сухому остатку прибавляют 10—15 мл воды и выпаривают с целью удаления азотной кислоты. Далее в чашку приливают 20 мл азотной кислоты удельного веса 1,098, нагревают

некоторое время на водяной бане и фильтруют через небольшой обеззоленный фильтр, промывая чашку и затем почву на фильтре горячей водой. Общий объем фильтрата — примерно 100 мл. Упаривают (сгущают) его до 25 мл и производят осаждение P_2O_5 по Лоренцу.

Определение общего калия

Спекание с хлористым аммонием и углекислым кальцием по Смиту. Навеску тонко истертой воздушно-сухой почвы, около 2 г, тщательно смешивают и растирают в фарфоровой ступке с 2 г NH_4Cl и 8 г $CaCO_3$ (обе эти соли необходимо предварительно испытать на содержание калия). Смесь переносят в объемистый фарфоровый (или платиновый) тигель, а ступку и пестик «смывают» 0,5 г $CaCO_3$. Тигель вставляют в круглое отверстие асбестовой пластинки (картона) немного глубже уровня смеси, закрывают крышкой и осторожно нагревают на голом огне горелки 10—15 минут до исчезновения запаха аммиака (до прекращения выделения белых паров NH_4Cl), после чего огонь постепенно увеличивают, и, наконец, сильно прокаливают на полном пламени в течение 40—45 минут. По охлаждении содержимое тигля обычно легко отстает от стенок и с помощью фарфорового шпателя переносится в фарфоровую чашку. Остаток в тигле обрабатывают горячей водой и смывают туда же.

Если содержимое тигля отделяется нелегко, то его наполняют до $^2/_3$ водою и осторожно нагревают, благодаря чему масса рассыпается.

В чашку добавляют еще воды, чтобы общий объем был около 80 мл, и нагревают ее на водяной бане, пока все не распадется в тонкий порошок. Отдельные комочки растирают агатовым или фарфоровым пестиком. После 6—8-часового стояния фильтруют через быстро фильтрующий фильтр и 5—6 раз промывают горячей водой. Раствор собирают в мерную колбу на 200 мл, по охлаждении доводят до метки и тщательно перемешивают.

Чтобы убедиться в полноте разложения, остаток с фильтра переносят в чашку, где обрабатывают его разведенной (1 : 3) HCl. Он должен совершенно раствориться, кроме незначительных хлопьев SiO_2. В противном случае разложение считается неудовлетворительным и повторяется снова.

Определение K_2O. Для определения берут 100 мл вытяжки в фарфоровую чашку, прибавляют 4—5 мл крепкой HNO_3 и несколько капель крепкой H_2SO_4, выпаривают на водяной бане досуха и для разрушения органического вещества немного прокаливают на

голом огне. Остаток растворяют в 10—15 мл воды, подщелачивают несколькими каплями аммиака, прибавляют 8—10 капель насыщенного раствора щавелевокислого аммония (для осаждения кальция) снова выпаривают и прокаливают до полного удаления аммонийных солей (до прекращения выделения белых паров). Остаток растирают с 10—15 мл воды, фильтруют через плотный фильтр в маленький стаканчик и 4—5 раз промывают горячей водой. Раствор подкисляют 10 каплями уксусной кислоты, нагревают до кипения и осаждают калий кобальтнитритным методом.

Пример. Для приготовления вытяжки взята воздушно-сухая навеска чернозема — 2 г.

Вытяжка доведена до 200 мл, откуда взято для анализа 100 мл, что соответствует 1 г.

Взято для растворения осадка 0,1*N* $KMnO_4$ — 500 мл. Пошло на обратное титрование 0,1*N* $KMnO_4$ — 1,8 мл. Израсходовано 0,1*N* щавелевой кислоты 27,5 мл.

$$K_2O\% = \frac{(50+1{,}8-27{,}5)\cdot 0{,}000856\cdot 100}{1} = 2{,}08\%.$$

Определение поглощенных катионов в некарбонатных почвах

Для почв некарбонатных наиболее распространенным и лучшим методом нужно признать предложенное К. К. Гедройцем вытеснение с помощью 1,0*N* NH_4Cl и с помощью 0,05*N* HCl. Последний вариант более прост и дешев, поэтому ниже приводим его описание.

Для определения обменных оснований берут навеску воздушно-сухой почвы из расчета 20 г на абсолютно-сухую почву (навеска воздушно-сухой почвы в данном случае будет

$$\frac{(100+A)\cdot 20}{100},$$

где A — процент влаги на абсолютно-сухую почву). Навеску помещают в фарфоровую чашку или небольшой стакан, обливают 50—100 мл 0,05*N* соляной кислоты, перемешивают и начинают фильтровать через фильтр № 602 hart Schl и Schüll (не складчатый). Первое время жидкость сливается декантацией, затем почва полностью переносится на фильтр и промывается той же кислотой до полного вытеснения из почвы кальция. Пробу на полноту вытеснения производят, когда наберется примерно 400—500 мл фильтрата. Для этого, отставив колбу, куда идет фильтрование, подставляют большую пробирку, набирают кубиков 15

фильтрата, нейтрализуют аммиаком, подкисляют уксусной кислотой и добавляют 6—10 капель щавелевокислого аммония. Если после подогревания пробирки на горелке и некоторого стояния жидкость не мутнеет, то почва отмыта от кальция. В противном случае необходимо продолжить вытеснение.

Когда вытеснение окончено, жидкость нацело переносится в фарфоровую чашку, выпаривается с прибавлением нескольких миллилитров концентрированной азотной кислоты (для окисления органических веществ) и остаток просушивается на песчаной бане около 1 часа при 125°; остаток растворяют при нагревании в слабой соляной кислоте, примерно в 150 мл 1% HCl, добавляют 10 мл крепкой соляной кислоты, доводят до кипения и затем отфильтровывают SiO_2 через беззольный фильтр № 595 в мерную колбу на 250 мл, промывая все время 1% соляной кислотой. Содержимое доводят до черты и отсюда берут отдельные части жидкости для определения кальция, магния, калия и натрия.

Определение поглощенных кальция и магния. Из колбы в 250 мл берут пипеткой две пробы по 100 мл в стаканы на 150 мл. Так как обработкой 0,05N соляной кислотой из почвы извлекается некоторое количество полуторных окислов, то они предварительно должны быть удалены ацетатным методом.

К взятому для анализа объему жидкости прибавляют аммиак до полной нейтрализации минеральной кислоты (проба лакмусовой бумажкой). Нейтральную или слабощелочную жидкость подкисляют уксусной кислотой до яснокислой реакции (проба лакмусовой бумажкой). Подкислив жидкость, прибавляют 15—25 мл 10% раствора уксуснокислого аммония и на горелке доводят жидкость до кипения; кипячение продолжают минуты две, после чего приступают к фильтрованию. Фильтрование лучше производить через быстро фильтрующие воронки с длинной трубкой (наиболее удобны воронки диаметром 6 см, с фильтром из бумаги № 597 или 598). Фильтруемая жидкость должна быть все время в горячем состоянии, для чего покрытые стеклами стаканы с осадком полуторных окислов должны все время находиться на кипящей бане. По окончании фильтрации стакан и осадок на фильтре промываются горячей водой, содержащей немного уксуснокислого аммония.

Фильтрат после отделения полуторных окислов вместе с промывными водами сгущается до объема примерно 100 мл. Он должен иметь кислую реакцию от уксусной кислоты для предохранения от выпадения магния при осаждении кальция и, если нужно, подкисляется несколькими каплями уксусной кислоты. Затем

жидкость нагревается до кипения и к кипящему раствору добавляют 10 мл насыщенного (4%) раствора щавелевокислого аммония. Осаждение протекает согласно уравнению:

$$CaCl_2 + (NH_4)_2C_2O_4 = CaC_2O_4 + 2NH_4Cl.$$

Стакан с осадком ставят на горячую баню на 4 часа или оставляют на 12 часов (на ночь), лучше в теплом месте.

После этого срока стояния фильтруют через плотный беззольный фильтр, обязательно в горячем состоянии, держа стакан на водяной бане. Сначала фильтруют прозрачную жидкость, затем переносят на фильтр осадок. Стакан и осадок на фильтре промывают горячей водой, содержащей немного щавелевокислого аммония, до исчезновения реакции на хлор (проба азотнокислым серебром промывной воды, подкисленной азотной кислотой), затем только горячей водой (без щавелевокислого аммония) до полного удаления из осадка щавелевокислого аммония (проба азотнокислым серебром промывной воды без подкисления азотной кислотой).

После промывания осадка щавелевокислого кальция до полного удаления щавелевокислого аммония под воронку с осадком подставляют стакан, в котором производилось осаждение кальция, и растворяют осадок на фильтре горячей 1% серной кислотой; растворив осадок и промыв фильтр, прибавляют к раствору 5 мл 10% серной кислоты, подогревают стакан градусов до 80 и титруют установленным раствором марганцевокислого калия до появления неисчезающей в течение нескольких минут розовой окраски. Наиболее употребительным раствором перманганата является 0,05N, 1 мл которого соответствует 1 мг Ca или 1,4 мг CaO. Число куб. сантиметров израсходованного раствора марганцевокислого калия, помноженное на его титр, выраженный в граммах кальция, дает содержание кальция в 100 мл основного фильтрата или в 8 г абсолютно-сухой почвы.

Определение магния. Фильтрат от щавелевокислого кальция вместе с промывными водами (брать только промывные воды, полученные при удалении хлора, промывные воды от щавелевокислого аммония отбросить) сгущают до объема 100 мл. Реакция раствора должна быть кислой. Прибавив 5 мл нормального хлористого аммония и 10 мл 10% раствора фосфорно-аммонийной или фосфорно-натриевой соли, нагревают до кипения. К горячему раствору тотчас приливают 10% аммиака в количестве $^1/_3$ объема всей жидкости; через некоторое время фильтруют через гучевский фильтр или через бумажный плотный. Осадок на фильтре

промывают сначала $2^1/_2\%$ аммиаком до удаления хлоридов, а затем спиртом до удаления аммиака. После промывания и удаления спирта просушиванием при 50—60°С около $1^1/_2$ часов осадок с фильтром переносится в стакан; добавляется 10 мл титрованной 0,1*N* соляной кислоты, фильтр тщательно размельчают стеклянной палочкой и избыток кислоты оттитровывают 0,1*N* NaOH в присутствии индикатора метилрот. По разности находят количество кислоты, израсходованной на растворение осадка:

$$Mg(NH_4)PO_4 + 2HCl = MgCl_2 + (NH_4)H_2PO_4.$$

1 мл кислоты соответствует 2 мг MgO.

Вариант Гедройца с вытеснением поглощенных оснований 1,0*N* хлористым аммонием по методике почти не отличается от описанного выше. Для ряда почв вытесняемые при этом количества полуторных окислов настолько незначительны (или отсутствуют), что нет необходимости их отделения.

Определение поглощенных калия и натрия, поскольку их в обычных «нормальных» почвах очень мало, необходимо вести в специальных навесках и брать бо́льшие количества фильтрата, чем на определение кальция и магния (см. Гедройц, «Химический анализ почв», изд. 3-е, 1932 г.).

Определения эти сложны, длительны, мало пригодны для массовых анализов и в почвах несолонцеватых обычно их не делают или делают в случаях специальных, например при выяснении вопроса о количестве обменного калия в почве при длительном применении калийных удобрений. Даже в этих случаях можно удовлетвориться упрощенными методами, например описанным ниже методом проф. И. Ф. Голубева.

Определение обменного калия по методу И. Ф. Голубева. Приготовление вытяжки. 10 г почвы помещают в стакан или чашку подходящего объема и обливают 30—40 мл 10% раствора $NaNO_3$.

В течение $^1/_2$ — 1 часа содержимое стакана несколько раз перемешивают, после чего переносят на воронку при помощи того же реактива и промывают последним до тех пор, пока не наберется 100 мл фильтрата (удобно фильтровать прямо в мерный цилиндр или колбу на 100 мл).

Производство определения. После взбалтывания из фильтрата берут для определения калия 5 мл в пробирку, к этой пробе добавляют 4 мл 10% раствора $NaNO_3$ и 1 мл 0,1*N* $AgNO_3$, приготовленного не на воде, а на 10% $NaNO_3$. Содержимое пробирки взбалтывают и к нему добавляют 5 капель кобальт-

нитрита натрия [3 г $Na_3Co(NO_2)_6$ по Бильману растворяется в 10 мл 10% $NaNO_3$].

В присутствии калия образуется желтая муть, по интенсивности которой определяют содержание в пробе калия, сравнивая с образцовой шкалой.

$$Na_3Co(NO_2)_6+2KCl=2NaCl+K_2NaCo(NO_2)_6.$$

Приготовление образцовой шкалы. 0,2592 г KNO_3 растворяют в 1 л 10% раствора $NaNO_3$ (1 мл такого раствора содержит 0,0001 г калия). Из этого раствора берут в пробирку следующие количества: 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5, 0,75, 1,0, 2,0, 3,0, и 5,0 мл. Содержимое каждой пробирки доводят до 9 мл 10% раствором $NaNO_3$, после чего в каждую пробирку прибавляют по 1 мл 0,1*N* $AgNO_3$ и после встряхивания все пробирки помещаются на 15—30 минут в сосуд с водой при температуре желательно не выше 20° (с целью создания совершенно одинаковых условий). После этого в каждую пробирку добавляют по 5 капель кобальтнитритного реактива.

С этой шкалой сравнивают пробирки с испытуемым раствором, который тоже перед определением погружается в воду при той же температуре. Сравнение удобнее всего производить при падающем свете на темном фоне.

Для быстроты и удобства работ лучше всего заготовить заранее партию пробирок одинаковых размеров и нанести на них черточки соответственно объемам 5, 9 и 10 мл. В таком случае не нужно будет отмеривать каждый раз пробу и реактивы пипеткой.

Необходимо иметь в виду, что шкала непрочна и начинает изменяться через $1^1/_2$ часа после приготовления. Поэтому следует заготовить сначала все пробирки шкалы и все пробирки с испытуемыми растворами, погрузить их одновременно в воду и только перед самым определением добавить в каждую пробирку по 5 капель кобальтнитритного реактива. Раствор последнего также непрочен и сохраняется без изменения в течение 1 дня, ввиду чего следует каждый раз заготовлять его из расчета потребности только на данный день.

Вычисление содержания калия (в миллиграммах на 100 г почвы) делается следующим образом.

Количество калия в той или другой пробирке шкалы умножается на 20 (для приведения к 100 мл фильтрата) и еще раз на 10 (для пересчета на 100 г почвы). Можно пользоваться следующей таблицей:

Содержание калия в пробирках шкалы	Соответственное содержание калия на 100 г почвы	Содержание калия в пробирках шкалы	Соответственное содержание калия на 100 г почвы
0,1 мл 0,01 мг	2 мг	0,75 мл 0,075 мг	15 мг
0,2 » 0,02 »	4 »	1,0 » 0,10 »	20 »
0,3 » 0,03 »	6 »	2,0 » 0,20 »	40 »
0,4 » 0,04 »	8 »	3,0 » 0,30 »	60 »
0,5 » 0,05 »	10 »	5,0 » 0,50 »	100 »

Необходимые реактивы: 1) 10% раствор $NaNO_3$; 2) образцовый раствор KNO_3; 3) 0,1*N* $AgNO_3$ в 10% $NaNO_3$; 4) раствор 3 г $Na_3Co(NO_2)_6$ в 10 мл $NaNO_3$.

Приготовление $Na_3Co(NO_2)_6$ по Бильману. Растворяют 150 г азотистокислого натрия в 150 мл горячей воды и дают раствору охладиться приблизительно до 40°, причем выделяются кристаллы нитрита натрия. К этому раствору прибавляют 50 г кристаллического азотнокислого кобальта и прибавляют при постоянном помешивании небольшими порциями 50 мл 50% уксусной кислоты, после чего сильно взбалтывают. Теперь пропускают через жидкость в течение получаса быструю струю воздуха и оставляют на несколько часов или, что еще лучше, до следующего утра, причем выделяется более или менее значительный бурый осадок — кобальтнитрит калия и натрия (обязанный своим происхождением содержанию калия во взятом для этого азотистокислом натрии). Прозрачную жидкость (если жидкость оказалась непрозрачной, то ее отфильтровывают) сливают и к полученному объему ее, составляющему около 250 мл, постепенно приливают 208 мл 96% спирта, благодаря чему выпадает большая часть кобальтнитрита натрия. Спустя несколько часов промывают 4 раза спиртом, употребляя каждый раз по 25 мл последнего, и дважды таким же количеством эфира и сушат на воздухе. Полученная таким образом соль не совсем чиста, но в качестве реактива на калий ее можно считать вполне пригодной. Лучше, конечно, если эту соль подвергнуть еще очистке. Для этого соль снова растворяют, беря на каждые 10 г ее 15 мл воды, раствор осаждают 34 мл 96% спирта, дают несколько часов постоять, фильтруют, промывают и сушат, как выше описано. Полученная таким образом соль сохраняется в сухом состоянии неограниченно долгое время, в растворе же она постепенно разлагается, поэтому раствор ее лучше всего приготовлять непосредственно перед употреблением.

Чувствительность реакции весьма велика даже в присутствии большого количества натрия. Ее можно еще значительно повысить, если прибавить $AgNO_3$ — при этом образуется весьма трудно растворимая соль $K_2Ag[Co(NO_2)_6]$.

Специальный метод определения в почве обменного натрия по Гедройцу (степени солонцеватости почвы). Навеска почвы (в 10 г, если почва содержит выше 0,1% поглощенного натрия, и 10—100 г, если почва содержит меньше 0,1% поглощенного натрия) помещается в склянку; если исследуемая почва не содержит углекислого кальция или содержит его меньше 5%, то к почве в склянку прибавляют 10% от веса почвы химически чистого мела; прибавляют

100 мл воды; взбалтывают и пропускают через жидкость в склянке из кипповского аппарата или бомбы 2—3 часа сильный ток углекислоты; примерно через каждые 15 минут жидкость сильно взбалтывают; отфильтровывают; фильтрация идет очень быстро, вытяжки получаются бесцветные даже при почвах, очень богатых поглощенных натрием. В полученном фильтрате натрий определяют весовым или объемным методом.

О б ъ е м н ы й м е т о д более прост, но менее точен по сравнению с весовым. 100 мл или больше, если анализируемая почва очень бедна поглощенным натрием, вытяжки выпаривают досуха в платиновой чашке. Быстро растворяют в небольшом количестве хорошо прокипяченной и возможно более горячей воды, фильтруют, промывая чашку и фильтр раз 10—12 маленькими порциями такой же воды. Фильтрат опять выпаривают досуха и снова растворяют, так же как и в первый раз, водой. Эту операцию повторяют третий и иногда четвертый раз. Полученный фильтрат тотчас же после охлаждения титруют установленным раствором серной кислоты (0,01 или 0,02N) в присутствии метилоранжа. Число куб. сантиметров потраченной на титрование 0,01N серной кислоты, помноженное на 0,00023, дает содержание натрия во взятом объеме вытяжки, затем делается пересчет в миллиэквивалентах на 100 г почвы.

Объемный способ определения натрия не пригоден, если в почве имеется гипс.

Весовые методы определения натрия в виде тройных уксуснокислых солей уранила (цинк-уранила, магний-уранила) более точны, но требуют специальных реактивов, длительны. Бесспорно заслуживают применения в случаях, где определение поглощенного натрия представляет особый интерес. Методика подробно описана в руководстве К. К. Гедройца «Химический анализ почвы» (изд. 3-е, 1932 г., стр. 144—154).

Определение поглощенного аммиака по Коневу. В литровую бутыль вносится 20 г свежей почвы, приливается 600 мл хлористого натрия 0,05N и 0,5 мл толуола. Бутыль закрывается каучуковой пробкой и взбалтывается на ротаторе 1 час. В это время горячим раствором 0,05N хлористого натрия промывается складчатый фильтр (бумаги № 595), а для охлаждения пропускается холодный раствор. После взбалтывания суспензию фильтруют через промытый фильтр, причем первые мутные порции отбрасывают и собирают лишь совершенно прозрачный фильтрат. Если аммиака в почве много или раствор окрашен, то предпочтительнее дальнейшее определение вести с отгоном. Для этого берется 200—300 мл

фильтрата, доводится до щелочной реакции содой и отгоняется в приемник с дестиллированной водой или титрованной слабой кислотой (техника отгона и титрование та же, что и в методе определения азота по Кьельдалю). Для колориметрического определения аммиака необходимо прежде всего установить концентрацию испытуемого раствора; для этого к нескольким куб. сантиметрам фильтрата в пробирке прибавляют реактив Несслера. Если выпадает осадок или цвет красный, то раствор слишком крепок для непосредственного определения и должен быть разбавлен.

Для определения аммиака берут, на основании вышеописанного исследования, определенный объем испытуемого раствора, разводят до 45 мл, прибавляют 1 или 2 мл сегнетовой соли (50% раствор), взбалтывают, добавляют 2 мл реактива Несслера и водою доводят до 50 мл. Одновременно таким же образом готовят образцовый раствор и через 15 минут сравнивают эти растворы в колориметре. Вся работа производится с дестиллированной водой, лишенной аммиака.

Иногда количество солей кальция и магния в фильтрате таковы, что добавление сегнетовой соли недостаточно для получения прозрачных растворов для колориметрирования. В таком случае берут 100 мл фильтрата в стеклянный цилиндр с притертой пробкой (емкостью около 120 мл) и для осаждения солей кальция, магния и других приливают 1 мл осаждающей смеси. Жидкость хорошо взбалтывают и оставляют на 12 часов для осаждения.

Прозрачный раствор сливают сифоном прямо или через промытый фильтр (можно аккуратно взять пипеткой и без сифона) в мерную колбу на 50 мл. Отбирают обратно 2 мл, прибавив вместо них 2 мл реактива Несслера. Взбалтывают и сравнивают в колориметре с образцовым раствором.

Реактивы.

1) Вода без аммиака получается вторичной перегонкой лабораторной дестиллированной воды, слабо подкисленной серной кислотой. Быстрее воду можно приготовить, прибавив соду к лабораторной дестиллированной воде до слабощелочной реакции и выпарив около $^1/_4$ объема.

2) Раствор соды — прокипяченный насыщенный раствор.

3) Реактив Несслера. Раствор хлорной ртути (17 г в 300 мл воды) вливают в раствор иодистого калия (35 г в 100 мл), пока красный осадок иодистой ртути не перестанет растворяться; тогда раствор доводят до 1 л 20% раствором едкого натра и опять прибавляют раствор хлорной ртути, пока не появится неисчезающий осадок; раствор оставляют стоять до полного просветления и хранят в плотно закрывающейся скляике; цвет его должен быть светложелтый; если же он бесцветен, то нужно еще прибавить хлорной ртути. Время от времени нужно проверять чувствительность реактива посредством сильно разбавленного раствора хлористого аммония.

4) Образцовый раствор. Растворяют в воде 0,7405 г чистого хлористого аммония и доводят до 1 л. 10 мл этого крепкого раствора разбавляют водой до 500 мл, этот образцовый раствор содержит 0,005 мг NH_4 (или 0,0047 NH_3) в 1 мл.

5) Осаждающая смесь. 50 г едкого натра и 50 г соды растворяют в 600 мл воды. Раствору дают выкипеть, для удаления аммиака, до 500 мл.

Примечание. Рядом исследователей установлено, что наиболее полное вытеснение поглощенного аммония из почвы достигается обработкой почвы с помощью хлористого калия.

Розов предлагает 20 г почвы декантировать (без всякого наставления) 3—4 раза двойным количеством 1% раствора хлористого калия (с прибавлением толуола), затем переносить на фильтр и здесь промывать 5—6 раз этим раствором. Если получается окрашенная вытяжка, то ее обесцвечивают прибавлением гидрата окиси алюминия. Для колориметрирования брать от 20 до 40 мл вытяжки и разводить до 50 мл. Дальнейшее определение ведется с прибавлением 1—2 мл насыщенного раствора сегнетовой соли.

Определение поглощенного водорода. Как и прочие катионы, поглощенный водород может быть вытеснен из почвы любым другим катионом. Гедройц рекомендует это вытеснение вести барием, промывая почву 1,0*N* $BaCl_2$ до тех пор, пока фильтрующаяся жидкость не станет совершенно нейтральной. Фильтрат титруется щелочью, и вычисляется количество поглощенного водородного иона. В лабораторной практике несравненно чаще для определения поглощенного Н-иона используются многочисленные методы единовременного воздействия раствора солей на почву (не промывание). Растворы солей слабокислой или нейтральной реакции дают при этом значительно меньшие количества (слабее вытесняют из почвы) водородного иона, чем соли щелочные или слабощелочные. Ниже даем два метода количественного учета поглощенного водородного иона в почве.

Метод Каппена — определение гидролитической кислотности. 100 г воздушно-сухой почвы в течение часа взбалтывается на вращающемся аппарате с 250 мл 1,0*N* раствора уксусного натрия или кальция. 125 мл фильтрата титруют 0,1*N* раствором щелочи, применяя фенолфталеин как индикатор[1].

Таким путем (единовременного воздействия) вытесняется из почвы не весь поглощенный Н-ион и при вычислении вводится поэтому эмпирический коэфициент 1,75 на неполноту вытеснения.

[1] В практике чаще берут 40 г почвы, 100 мл раствора уксуснокислого натрия и 50 мл для титрования.

Пример вычислений поглощенного Н-иона по данным определениям гидролитической кислотности:

На титрование 125 мл фильтрата пошло 15 мл точного 0,1*N* NaOH; на титрование 250 мл фильтрата, или 100 г почвы, пойдет 30 мл точного 0,1*N* NaOH.

Вводя поправочный коэфициент на неполноту вытеснения, имеем: 30·1,75=52,50 мл 0,1*N* NaOH.

Поскольку 1 мл 0,1*N* раствора соответствует 0,1 м.-экв., следовательно 52,5 мл соответствуют 5,25 м.-экв. поглощенного водородного иона на 100 г почвы.

Реактивы.

1) Нормальный раствор $CH_3COONa \cdot 3H_2O$. Отвешивают на технических весах 136 г соли, которые растворяют примерно в 0,5 л, и доводят объем до 1 л. Раствор должен давать слаборозовое окрашивание при прибавлении к 10 мл его 1—2 капель фенолфталеина. Если раствор остается бесцветным, то необходимо добавить едкого натра до слаборозового окрашивания; если окраска яркокрасная, то добавить соляной кислоты до требуемой окраски.

2) Титрованные растворы 0,1*N* щелочи и кислоты.

3) Индикатор — спиртовой раствор фенолфталеина.

Метод Н. П. Ремезова. При вытеснении поглощенного водородного иона из почвы без удаления продуктов взаимодействия (как в методе Каппена и подобных ему) скоро устанавливается известное равновесие между почвой и раствором, не позволяющее полностью вытеснить поглощенный Н-ион. Чтобы сдвинуть это равновесие и вытеснить из почвы большее количество водородного иона, необходимо нейтрализовать образовавшуюся в растворе кислоту. В методе Ремезова вытеснение ведется с помощью $CaCl_2$, а нейтрализация кислоты (связывание Н-иона) — одновременно прибавляемой титрованной щелочью.

В ряд колбочек отвешивают по 10 г воздушно-сухой почвы, приливают в каждую колбочку по 25 мл 1,0*N* хлористого кальция и затем прибавляют возрастающие количества титрованного 0,04*N* $Ca(OH)_2$. Для почв подзолистых можно начинать с 5,0 или даже с 7,5 мл щелочи, для почв черноземных — с 2,5 мл, увеличивая количество прибавляемой щелочи в каждую последующую колбу на 2,5 мл. Колбочки закрывают каучуковыми пробками, встряхивают и оставляют на 24 часа. По истечении этого срока в суспензии определяют pH хингидронным методом.

Количество кальция, пошедшее на доведение солевой суспензии почвы до реакции pH=7,0, выраженное в миллиэквивалентах на 100 г высушенной при 105° почвы, принимается за эквивалентное количество находящегося в почве и вытесненного при pH=7,0 поглощенного водорода. Вычисление удобно вести,

построив кривую титрования: на оси абсцисс — миллилитры приливаемой щелочи, на оси ординат — pH соответствующей суспензии через 24 часа взаимодействия. Пересечение кривой титрования с горизонтальной линией соответствует pH=7,0, дает количество щелочи (в миллилитрах), необходимое для нейтрализации вытесняемого из почвы водородного иона при данном pH.

Реактивы.

1) Титрованный раствор 0,04*N* $Ca(OH)_2$. 25 г химически чистого CaO обливают в фарфоровой чашке равным по весу количеством дистиллированной, лишенной CO_2 воды; закрывают сверху стеклянным кристаллизатором и оставляют в таком виде стоять (до охлаждения). Принявший комнатную температуру раствор переносят вместе с осадком в стеклянную бутыль емкостью в 5 л, разбавляют дистиллированной, лишенной CO_2 водой и, закрыв пробкой с сифоном, оставляют стоять. По прошествии месяца получается насыщенный раствор $Ca(OH)_2$. Для работы этот раствор при помощи имеющегося сифона переносят в соединенную с бюреткой склянку, через которую перед этим в течение 2 часов протягивался воздух, предварительно прошедший через склянки с 50% едким кали для освобождения от углекислоты. В случае нужды приготовленный раствор разбавляют дистиллированной водой без углекислоты. Титр раствора устанавливают по щавелевой кислоте.

2) Раствор 1,0*N* хлористого кальция. Растворяют в дистиллированной воде, лишенной углекислоты кипячением, 109,55 г химически чистой соли $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ и доводят до 1 л.

Качественно-количественный метод определения обменного водорода. Навеску 20 г почвы в конической колбе Эрленмейера, емкостью 100 мл, обливают 50 мл 1,0*N* раствора хлористого калия (pH=5,4—5,6), закрывают каучуковой пробкой, взбалтывают и оставляют на 24 часа. После суток стояния определяют pH в суспензии (электрометрически) или в фильтрате (колориметрически). В последнем случае можно не фильтровать, если взять аккуратно пипеткой отстоявшуюся жидкость над почвой.

Определение поглощенных оснований в карбонатных почвах

Вполне надежного метода для определения поглощенных кальция и магния в карбонатных почвах, можно сказать, нет. Из ряда имеющихся методов приводим метод Геринга для определения обменного кальция и метод Хиссинка для суммы кальция и магния.

Метод Хиссинка в модификации Аскинази. Берут навеску почвы 10 г, обливают горячим раствором 1,0*N* хлористого натрия и оставляют стоять до следующего дня. Приготовляют мерный

литровый цилиндр или мерную колбу на 1 л и воронку с плотным фильтром (менделеевским). Отстоявшуюся жидкость в стаканчиках сливают через фильтры декантацией, по возможности не перенося почву. Затем наливают в стаканчик новую порцию раствора хлористого натрия и снова декантацией сливают. Декантировать следует возможно дольше, приливая по 30—40 мл. Потом почву переносят на воронки и продолжают отмывать до наполнения мерной колбы или цилиндра до метки в 1 000 мл. Раствор в колбе тщательно перемешивают и из него берут две пробы по 100 мл для определения в них кальция и магния и две пробы по 25 мл для определения карбонатов, перешедших в раствор. Пробы по 25 мл оттитровывают 0,02*N* раствором соляной или серной кислоты с индикатором метилрот или метилоранж. По числу пошедших на титрование миллилитров кислоты высчитывают содержание карбонатов в миллиэквивалентах на 100 г почвы.

Вычисление. Предположим, пошло на титрование 3,2 мл кислоты. Поправка на титр кислоты — 0,985. Тогда 1 мл= =0,0197 м.-экв. кислоты (0,985·0,02) и разрушает такое же количество миллиэквивалентов карбонатов. Отсюда:

0,0197·3,2=0,063 м.-экв. в 25 мл;

0,063·40=2,52 м.-экв. в 1 000 мл, или в 10 г почвы;

2,52 10=25,2 м.-экв. в 100 г почвы.

В пробах на 100 мл определяют кальций и магний объемным методом. Из суммы кальция и магния, выраженных в миллиэквивалентах на 100 г почвы, вычитается количество карбонатов, полученное описанным выше методом титрования. Метод для карбонатов почв все же мало удовлетворительный.

Метод Геринга является, на основании проверочных данных Булучевского, одним из наиболее надежных для определения поглощенного кальция карбонатных, а также известкованных почв. Метод позволяет определять поглощенный кальций в присутствии углекислого и сернокислого кальция, так как он основан на нерастворимости последних солей в спиртовом растворе Na_2SO_4. Поэтому вытесненный из поглощенного состояния кальций переходит в $CaSO_4$, связываясь с SO_4 спиртового раствора. Уменьшение титра SO_4 в спиртовом растворе определяет количество поглощенного кальция.

Ход анализа. К навеске почвы от 5 до 20 г (в зависимости от количества обменного кальция) прибавляют 100 мл спиртового раствора (спирт не ниже 50%) сернокислого натра (в 100 мл — 0,25 г Na_2SO_4). Смесь встряхивают на болтушке

$^1/_2$—1 час и оставляют в покое до следующего дня (около 18 часов). После этого фильтруют через плотный фильтр (при фильтровании воронка и все колбы необходимо держать прикрытыми часовыми стеклами во избежание испарения спирта). Из фильтрата берут точно 50 мл и определяют SO_4, предварительно удалив спирт выпариванием. Определение SO_4 можно делать осаждением с помощью хлористого бария по Тредвеллю или по способу Рашига (см. определение серной кислоты в водных вытяжках). Полученные результаты перечисляют в миллиэквиваленты на 100 г почвы.

Пример вычисления. Пусть в 100 мл первоначального раствора содержалось 0,25 г Na_2SO_4, что соответствует 0,41 г сернокислого бария, а в 50 мл фильтрата получено 0,1215 г сернокислого бария, следовательно в 100 мл будет 0,1215 · 2=0,2430 г сернокислого бария. Вычитая эту величину из первоначальной, находим количество сернокислого бария, соответствующее поглощенному кальцию:

$$0{,}4100-0{,}2430=0{,}166 \text{ г } BaSO_4$$

или

$$\frac{0{,}166 \cdot 1\,000}{116{,}7 \text{ (экв. вес } BaSO_4)}=1{,}422 \text{ м.-экв. на навеску,}$$

а отсюда легко вычислить на 100 г сухой почвы. (С. И. Булучевский. «Труды ленинградской лаборатории Института агропочвоведения», вып. 14, 1931 г.).

Упрощенный метод определения суммы поглощенных оснований по Каппену. Сумму поглощенных оснований (S) вычисляют путем суммирования определенных описанными ранее методами поглощенных кальция, магния, аммония, калия, натрия при выражении количества каждого из них в миллиэквивалентах. Упрощенно, быстро, но менее точно можно сумму оснований для некарбонатных почв определить по методу Каппена, особенно в целях известкования. 50 г воздушно-сухой почвы взбалтывается в течение 1 часа с 250 мл точно 0,1N соляной кислоты и оставляется стоять на 24 часа. После 24 часов жидкость фильтруется и 125 мл фильтрата, после кипячения в течение нескольких минут, титруется 0,1N NaOH в присутствии фенолфталеина. Определяется кислота, оставшаяся свободной. Вычитая из 125 мл взятой HCl количество свободной кислоты, находят количество связанной основаниями 0,1N HCl. Удобнее вести работу, сохраняя данное Каппеном отношение почва : кислота = 1 : 5, но брать навеску почвы 20 г соответственно 100 мл 0,1N HCl и 50 мл для титрования.

Количество миллилитров связанной 0,1N HCl в пересчете на 100 г почвы, деленное на 10, дает сумму поглощенных оснований в миллиэквивалентах на 10 г почвы.

Емкость поглощения (*T*). Вычисляется по сумме всех поглощенных катионов. Из непосредственных методов определения емкости поглощения приводим описание метода Бобко—Аскинази, наиболее часто применяемого с этой целью в наших лабораториях. 10 г почвы (взятые из расчета на абсолютно-сухую навеску) обрабатывают в фарфоровой чашке небольшим количеством 1,0*N* раствора хлористого бария (122,2 г в 1 л воды), жидкость переносят на фильтр из плотной бумаги.

Почву на воронке прикрывают кружком бумаги, на которой во избежание его всплывания положены кусочки хорошо промытого стекла.

Промывают почву раствором бария до исчезновения реакции на кальций (после осаждения бария раствором хромовокислого аммония). В почвах кислых промывание ведется до тех пор, пока реакция вытекающего из почвы раствора не перестанет заметно отличаться по реакции от исходного хлористого бария — проба с цветным индикатором. Закончив эту обработку, почву отмывают водой от избытка хлористого бария (проба на хлор с $AgNO_3$). После этого почву обрабатывают на фильтре 0,05*N* соляной кислотой до вытеснения поглощенного бария, который затем определяют в фильтрате количественно в виде $BaSO_4$ (по Тредвеллу). Фильтрат упаривают примерно до 100 мл, нагревают до кипения и прибавляют кубиков 20—25 серной кислоты (10%). Оставляют стакан на водяной бане, чтобы дать осадку осесть. Делают пробу на полноту осаждения бария, взяв около 25 мл отстоявшейся жидкости над осадком и прибавив в нагретый раствор несколько кубиков кипящей разведенной серной кислоты. Осадок переносят на плотный фильтр (лучше № 602 extra hart), сначала сливая жидкость над осадком, потом промывая его в стакане 4 раза 50 мл воды, к которой добавлено несколько капель серной кислоты. Осадок промывают затем на фильтре чистой горячей водой до исчезновения реакции на серную кислоту. Несколько подсушенный осадок с фильтром сжигают в тигле, умеренно прокаливают (не на паяльной горелке) и взвешивают.

Перечислив полученные данные на 100 г почвы и выразив их в миллиэквивалентах, получаем емкость поглощения данной почвы.

Вычисление емкости. Емкость поглощения в процентах кальция:

$$\frac{b \cdot 0{,}172}{a} \cdot 100,$$

где a — навеска почвы,
b — вес осадка сернокислого бария за вычетом золы фильтра,
0,172 — переводный коэфициент на кальций, равный

$$\frac{Ca}{BaSO_4} = \frac{40}{233,5} = 0,172.$$

Для выражения емкости в миллиэквивалентах нужно полученный процент кальция умножить на 1 000 и разделить на 20.

Реактивы.
1) 1,0N раствор хлористого бария (122,2 г соли $BaCl_2 \cdot 4H_2O$ растворяют в воде и доводят до 1 л), 2) 1% раствор $AgNO_3$, 3) 10% серная кислота, 4) раствор хромовокислого аммония, 5) индикатор — метилрот, фенолрот.

Для определения емкости поглощения карбонатных почв Д. Л. Аскинази предложен вариант вышеописанного метода. 10 г почвы обрабатываются 1,0N раствором $CaCl_2$. После удаления избытка хлористого кальция поглощенный кальций вытесняет 1,0N хлористым натрием. Поправка на растворимость $CaCO_3$ в растворе хлористого натрия вносится на основании титрования фильтрата 0,1N соляной кислотой в присутствии метилоранжа (см. метод определения поглощенных оснований в карбонатных почвах по Хиссинку — Аскинази).

Метод Бобко — Аскинази довольно длительный. С. Н. Алешин предложил видоизменение, значительно ускоряющее время определения емкости поглощения почвы.

Метод Алешина С. Н. 10 г почвы обрабатываются 1,0N раствором хлористого бария до полного насыщения почвы барием. Насыщенную барием почву, без предварительного отмывания бария водою, вместе с фильтром переносят в колбу для взбалтывания; в колбу приливают 500 мл точно 0,05N серной кислоты, взбалтывают 5 минут, фильтруют через складчатый фильтр № 602 extra hart, берут определенный объем фильтрата и титруют 0,1N щелочью в присутствии фенолфталеина. По разности титров первоначальной серной кислоты и фильтрата определяют в миллиэквивалентах количество бария, вытесненного водородом кислоты из поглощенного комплекса.

В этом варианте при расчетах принимается во внимание количество жидкости, удерживаемое сырой почвой с фильтром. Поправка на воду определяется так: 10 г почвы обливаются на воронке точно отмеренным количеством раствора хлористого бария или дестиллированной воды; стекающую жидкость собирают в мерный цилиндр и таким образом определяют количество воды, задерживаемое почвой.

$$\text{Емкость поглощения} = \frac{(T_к - T_р)\cdot(500 + a)\cdot 100}{50\cdot м},$$

где $T_к$ — титр кислоты, $T_р$ — титр фильтрата } в миллилитрах 1,0N раствора,
a — поправка на увлажнение почвы,
$м$ — навеска в граммах абсолютно-сухой почвы.
50 мл — берут для титрования,
500 мл — объем фильтрата.

Метод дает результаты несколько выше по сравнению с методом Бобко — Аскинази. Исключение составляет краснозем, где показания методов резко расходятся.

Степень насыщенности основаниями. Вычисляется на основании данных определения суммы поглощенных оснований и поглощенного водородного иона по формуле:

$$V = \frac{S}{S+H}\cdot 100,$$

где V — насыщенность основаниями в процентах;
S — сумма поглощенных оснований, определенных вычислением по сумме отдельных катионов или упрощенным методом Каппена (в миллиэквивалентах);
H — поглощенный водородный ион (в миллиэквивалентах);
$S+H$ — общая емкость поглощения катионов, выраженная в миллиэквивалентах на 100 г почвы (T).

Определение реакции почвы (pH)

Методы определения реакции почвы (pH) разделяются на электрометрические и колориметрические.

Электрометрические методы позволяют определять pH в мутных, окрашенных растворах и непосредственно в почвенной суспензии. Кроме того, они более точны и объективны, если соблюдены необходимые условия определения. В этом их преимущество перед колориметрическими методами. Вместе с тем они требуют более дорогого специального оборудования, стационарной установки и достаточно высокой квалификации работника, способного разобраться в нередко имеющих место затруднениях при определении (аппарат «капризничает»).

Теоретические основы методов электрометрического определения реакции подробно изложены в целом ряде имеющихся

на русском языке работ. Укажем: 1) Леман Г., «Измерение концентрации водородных ионов», 1929 г.; 2) Ремезов Н. П., «Физико-химические методы исследования почвы», 1931 г.; 3) Мисловицер Е., «Определение концентрации водородных ионов в жидкостях», 1932 г.

Приводим некоторые практические указания определения реакции электрометрическим методом.

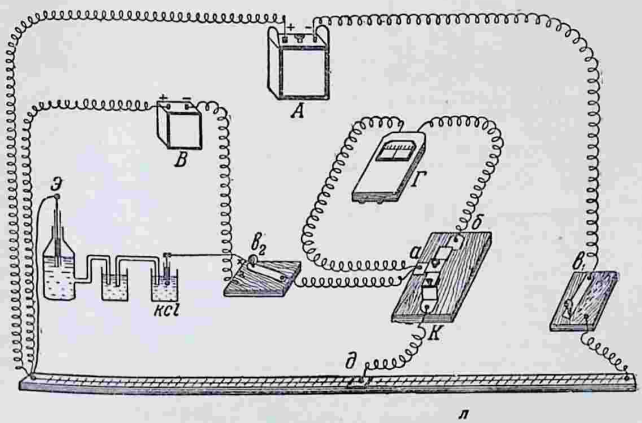


Рис. 1. Прибор для электрометрического определения pH (схема).

Монтировка электрометрического прибора. Для монтировки прибора надлежит избрать устойчивый стол, расположенный ближе к окну. На стол аккуратно подогнать лист или два стекла, на котором и располагать части прибора. С краю стола по длине его помещают линейку с измерительной проволокой (*л*). Напротив линейки, возможно дальше от прочих частей прибора (к стене, если стол приставлен к ней) — аккумулятор (*А*). Аккумулятор ставят таким образом, чтобы его положительный полюс был обращен налево, а отрицательный — направо. Полюсы аккумулятора соединяют с концами измерительной проволоки (клеммами линейки) при помощи звонкового провода. В правое соединение включают небольшой выключатель ($в_1$); когда прибор не работает, аккумулятор должен быть выключен.

В качестве нулевого инструмента употребляют капиллярэлектрометр или, что удобнее и в настоящее время вполне доступно, чувствительный гальванометр. Гальванометр кладется перед линейкой, несколько ближе к правому концу ее (*Г*).

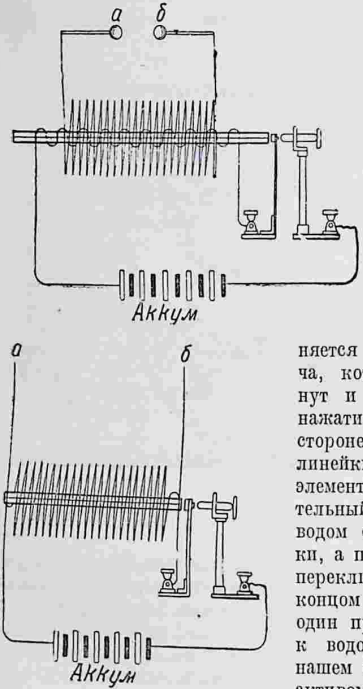


Рис. 2. Схемы включения при определении электропроводности.

Схема электрометрического прибора для определения pH *(по длине).* Оба полюса гальванометра соединяются с ключом (*К*). К ключу же присоединяются еще два провода: один — идущий к переключателю и другой — к подвижному контакту (*д*) мостика (линейки). Этот последний провод присоединяется к тому контакту ключа, который обычно разомкнут и замыкается лишь при нажатии ключа. Несколько в стороне, ближе к левому концу линейки, ставится нормальный элемент Вестона; его положительный полюс соединен проводом с левым концом линейки, а правый (—) с контактом переключателя ($в_2$). С левым концом линейки соединен еще один провод, третий, идущий к водородному электроду (в нашем случае — к сосуду с реактивом Вейбеля *э*). Электрод, опускаемый в испытуемый раствор, соединен проводом со вторым контактом переключателя ($в_2$). Электродный сосуд соединен с испытуемым раствором через стаканчик с KCl и агар-агаровую трубку (KCl).

Расположение частей прибора и порядок соединения их дается на схеме.

Части прибора. 1) Измерительная линейка с туго натянутой платиновой проволокой длиной 100 см и скользящим по ней подвижным контактом (ползушкой).

2) Аккумулятор. Наиболее распространен системы бр. Тюдор. После зарядки имеет напряжение 2,7 вольта, которое быстро падает до 2,18 вольта и затем довольно долго остается постоянным, постепенно опускаясь до 1,85 вольта. Ниже этого предела аккумулятор разряжать не следует. Им можно пользоваться при напряжении 2,2—1,85 вольта. Зарядка аккумулятора должна производиться ежемесячно, даже если он не был в работе.

3) Нормальный элемент Вестона. Имеет напряжение 1,0189 вольта. Отличается большим постоянством. Легко может быть изготовлен в лаборатории по литературным указаниям. Требует весьма бережного обращения; нужно избегать толчков, перевертываний, большого расходования тока единовременно. С течением времени нормальный элемент «отдыхает» и его электродвижущая сила восстанавливается.

4) Гальванометр, как нулевой инструмент, с чувствительностью не меньше 10^{-6} ампер. Это значит, что электрический ток в 10^{-6} ампер вызывает отклонения на шкале инструмента на 1°. Когда работа не производится, гальванометр должен быть закрыт (арретирован) — так, чтобы его стрелка оставалась неподвижной. Переносить и передвигать гальванометр можно только в арретированном состоянии.

5) Электроды: электрод сравнения и испытуемый. Наиболее распространенным является метод определения pH с хингидронно-хингидронной цепью. Хингидронный электрод состоит из электродного сосудика (довольно различной формы) и из металлического платинового электрода, приготовленного из блестящей (нечерненной платины). Сам электрод имеет форму пластинки (0,25×0,5 см), прямой проволочки или проволочки, согнутой в виде спирали (поверхность не менее 5—13 мм²). Такую же форму имеет электрод, опускаемый в испытуемый раствор. Проволочка или пластинка одним концом соединена (впаяна) в стеклянную узкую трубку в которую наливается ртуть. В процессе определения эти трубочки со ртутью служат контактами между электродами и концами соединительных проволочек согласно схеме соединений. Связь между электродом сравнения и испытуемым электродом осуществляется при помощи 3,5-молярного раствора хлористого калия: в этот раствор опускается конец боковой трубки сосуда электрода сравнения и конец агар-агаровой трубки; другой конец агар-агаровой трубки опускается в испытуемый раствор.

6) Агар-агаровые трубки и их приготовление. Берут стеклянные трубки диаметром около 5 мм и придают им дугообразную (U-образную) форму, так чтобы длина каждого плечика была равна 5—6 см. Трубки хорошо промывают хромовой смесью, затем водопроводной и, наконец, дестиллированной водой. Для наполнения трубок 5 г размельченного агар-агара растворяют в 100 мл 3,5-молярного хлористого калия. Растворение идет очень медленно, поэтому лучше вести его путем длительного нагревания на водяной бане с обратным холодильником.

Когда агар-агар растворен, приступают к заполнению трубок. На один конец U-образной трубки одевают отрезок каучуковой трубки, который зажимают моровским зажимом, другой конец опускают в раствор агар-агара. Приоткрыв зажим, натягивают агар-агар в трубку и, закрыв зажим, не вынимая трубку из стакана, дают застыть находящемуся в ней агар-агару. Когда агар-агар застынет, трубку вынимают из стакана и снимают каучук. Трубки должны быть заполнены от края до края без всяких промежутков. Одновременно заполняется ряд трубок, которые хранятся в 3,5-молярном растворе хло-

ристого калия; перед употреблением трубки споласкивают дистиллированной водой.

7) Два переключателя.
8) Тонкая изолированная медная проволока.
9) Более толстая изолированная проволока (звонковая).
10) Штатив для электрода сравнения (сосудик с раствором Вейбеля).
11) Ключ (телеграфный).

Поверка точности работы прибора. Тщательно собрав прибор по схеме, делают проверку точности его показаний. Это необходимо производить каждый раз перед началом определений. Для проверки пользуются буферным раствором, обладающим способностью сохранять устойчивое значение pH. Обычно употребляют ацетатную смесь, имеющую при комнатной температуре pH=4,62.

Проверку производят следующим образом:

1) Включают аккумулятор (выключатель $в_1$) минут за 10—15 до начала работы.

2) Выключают нормальный элемент (Вестон), пользуясь выключателем $в_2$.

3) Поставив подвижной контакт на линейке на деление около 50 см, передвигают его на 1—2 мм, одновременно коротко нажимая на ключ $К$. Находят точку, где при замыкании ключа стрелка гальванометра остается неподвижной на нуле, тока в цепи нет, т. е. отрезок измерительной проволоки от левого конца линейки до подвижного контакта будет компенсировать разность потенциалов между аккумулятором и нормальным элементом. Этот отсчет должен быть около 51—52, не превышая 53 см (в противном случае прибор неисправен: разряжен аккумулятор, недостаточно хороши контакты соединений, неверный нормальный элемент; все это должно быть проверено и исправлено, пока не получатся нужные отсчеты). Рекомендуется иметь запасный аккумулятор, заряженный не ниже 2 вольт и второй элемент Вестона.

4) Чувствительность прибора проверяется по быстроте и силе отклонения стрелки гальванометра, при передвижении подвижного контакта в ту или другую сторону на 1 мм при нажатии ключа.

5) Отсчет на линейке (например 50,5, 51,2 и т. п.) записывают как показания Вестона и в дальнейшем используют для вычисления pH.

6) Выключив нормальный элемент, пользуясь тем же переключателем $в_2$, включают концентрационную цепь: электрод сравнения и испытуемый раствор.

Передвигают подвижной контакт несколько влево (в зависимости от ожидаемой величины pH) и нажатием ключа находят такое положение, при котором стрелка гальванометра не изменяет своего положения, т. е. в цепи отсутствует ток. Отсчет записывают, измеряют температуру раствора и приступают к вычислению результата.

7) Для составления концентрационной цепи:

а) наполняют раствором Вейбеля электродный сосудик, прибавляют на кончике ножа хингидрон и закрывают сосудик пробкой со вставленным в нее электродом; конец боковой трубочки электродного сосудика опускается в стаканчик с 3,5-молярным раствором хлористого калия так, чтобы в трубочке не было пузырька воздуха;

б) 20—25 мл ацетатной смеси наливают в стаканчик (можно сушильный), прибавляют на кончик ножа хингидрон и опускают в стаканчик электрод. С помощью агар-агаровой трубки стаканчик с ацетатной смесью соединен со стаканчиком с хлористым калием, куда опущен конец трубки электродного сосудика. Электрод сосуда Вейбеля соединяется с левым концом линейки, электрод испытуемой жидкости, в данном случае ацетатной смеси, — с переключателем $в_2$.

При правильной работе прибора вычисление должно дать pH ацетатной смеси равной 4,62. Только тогда прибор годен для работы.

В случае иных результатов требуется проверка правильности соединений, надежности контактов и, наконец, правильности приготовления самой ацетатной смеси и всех употребляющихся при определении реактивов.

Особое внимание нужно уделять контактам. Недостаточно хороший контакт (не зачищены места соединений, непрочно зажаты клеммами и т. д.) может доставить массу огорчений. Требуется спокойная, терпеливая проверка, иногда многократная, каждой отдельной части.

Вычисление pH делают по формуле:

$$\text{pH} = 2{,}03 + \frac{ЭДС}{0{,}0001984 \cdot T},$$

где 2,03 — pH стандартного электрода (реактив Вейбеля),

T — абсолютная температура $= -273° + t°$ раствора во время работы,

ЭДС — электродвижущая сила газовой цепи.

Величина электродвижущей силы вычисляется по формуле:

$$ЭДС = \frac{1,0184 \cdot a}{b},$$

где a — отсчет на линейке с концентрационной цепью (исследуемой),

b — отсчет на линейке с нормальным элементом,

1,0184 —электродвижущая сила нормального элемента.

Величина $0,0001984 \cdot T$ при вычислении pH берется из следующей таблицы:

t°	$0,0001984 \cdot T$	t°	$0,0001984 \cdot T$	t°	$0,0001984 \cdot T$
0	0,054	20	0,058	30	0,060
5	0,055	22	0,059	32	0,061
10	0,056	24	0,059	34	0,061
15	0,057	25	0,059	36	0,061
18	0,058	28	0,060	38	0,062

Вычисления pH делаются с точностью до второго десятичного знака.

Реактивы для электрометрического определения pH:

1) Реактив Вейбеля. В колбу емкостью 1 л помещают 90 мл 1,0*N* хлористого калия (абсолютно чистого) и 100 мл 0,1*N* соляной кислоты и доливают раствор до метки. pH такого раствора = 2,03.

2) 3,5-молярный раствор хлористого калия — 260,96 г чистого хлористого калия растворяют в воде и объем доводят до 1 л.

3) Ацетатная смесь (буферный раствор) — получается смешением 50 мл 1,0*N* NaOH со 100 мл нормальной уксусной кислоты и 350 мл дистиллированной воды.

4) Хингидрон. Приготовление хингидрона по Бильману. 100 г железо-аммиачных квасцов (окисных) растворяют в 300 мл дистиллированной воды, нагретой до 65° С. 25 г гидрохинона растворяют в 300 мл дистиллированной воды и по растворении вливают в раствор квасцов. Хингидрон осаждается в виде тонких темных блестящих игл. Смесь охлаждают на льду, фильтруют при отсасывании через воронку Бюхнера и промывают раз пять холодной дистиллированной водой. Затем полученный хингидрон сушится между листами фильтровальной бумаги. При описанном способе выход хингидрона получается около 15 г. Хранить хингидрон следует в банке оранжевого стекла с притертой пробкой.

Электрометрическое определение актуальной реакции почвы хингидронным методом. 1) Определение рекомендуется вести в почвенной суспензии, лучше в свежих образцах или быстро высушенных (в комнате или на солнце), избегая длительного хранения.

2) Отношение почвы к воде для получения суспензии 1 : 2,5.

3) Время взаимодействия почвы с водою (вода дестиллированная, 10 г почвы и 25 мл воды) для установления равновесия H-иона в растворе, для данного метода достаточно нескольких минут.

4) Для определения pH налаживают и проверяют прибор, записывают показания с нормальным элементом.

5) Приготовляют электродный сосуд с Вейбелем, стаканчик с раствором хлористого калия, агар-агаровую трубку, хингидрон.

6) В тот же стаканчик с почвенной суспензией (или отлив из него необходимое количество взболтанной суспензии в другой стаканчик) прибавляют на кончике ножа хингидрон (примерно 0,1 г), взбалтывают, погружают электрод в суспензию, так, чтобы платиновая пластинка или проволочка погрузилась в осадок почвы, включают концентрационную цепь, выключив нормальный элемент.

7) Примерно минуту спустя после прибавления хингидрона к суспензии делается отсчет на линейке, как описано для ацетатной смеси. Записывается.

8) В стакан с суспензией ставят термометр и записывают температуру.

9) Отсчет на линейке с нормальным элементом, отсчет с испытуемой цепью, определение температуры суспензии дают все данные для вычисления pH по формуле:

$$\text{pH} = 2{,}03 + \frac{ЭДС}{0{,}0001984 \cdot T}$$

(см. вычисление pH).

Определение обменной кислотности почвы. Навеска воздушносухой почвы 20 г помещается в колбу Эрленмейера на 100 мл. Добавляется 50 мл 1,0*N* хлористого калия, колба закрывается пробкой, взбалтывается и оставляется стоять на 24 часа. После этого определяется pH суспензии хингидронным методом, как описано выше.

Моменты, ограничивающие точность и применение хингидронного метода. 1) Хингидронным методом можно определить в суспензии pH не выше 8,5 и не ниже 2,03.

2) Мешает работе присутствие железа и марганца в растворе.

3) Мешает наличие высокой концентрации солей. Рекомендуется при работе с новыми почвами предварительно проверить пригодность хингидронного определения pH их суспензии.

Для этого после первого отсчета на линейке, сразу после прибавления хингидрона, делают еще отсчеты через 10, 30 и 60 секунд. Если в промежуток между 10 и 60 секундами pH изме-

нится не больше чем на 0,2 pH, то это показывает, что данная почва не содержит соединений, препятствующих определению pH хингидронным методом.

Колориметрические методы определения pH. Детально описаны в ряде работ. Укажем: 1) М. Домонтович, «Колориметрическое определение реакции», 1924 г.; 2) Н. П. Ремезов, «Колориметрическое определение pH при почвенных исследованиях», 1930 г.; 3) К. К. Гедройц, «Химический анализ почвы», 1932 г. и целый ряд других пособий.

Колориметрическое определение pH основано на свойстве индикаторов изменять свою окраску в связи с изменением pH раствора. К стандартной шкале с постепенно возрастающей величиной pH и окрашенной соответствующими индикаторами приравнивается испытуемый раствор, окрашенный теми же индикаторами. Величина pH испытуемого раствора будет находиться между величинами pH тех двух соседних стандартных растворов, между которыми по окраске можно поместить испытуемый раствор. Существуют два вида методов колориметрического определения pH: с буферными смесями и без них.

Метод Сёренсена—Кларка с буферными смесями

1) Индикаторы для данного метода:

Химическое название	Обиходное название	Концентрация применяемого раствора в %	Окраска при переходе кислоты в щелочь	pH, для которой применим индикатор
Тимосульфофталеин	Тимолбляу	0,04	Красная—желтая	1,2—2,8
Тетрабромфенолсульфофталеин	Бромфенолбляу	0,04	Желтая—синяя	3,0—4,6
О-карбоксибензолазодиметиланилин	Метилрот	0,02	Красная—желтая	4,4—6,0
Дибром-О-крезолсульфофталеин	Бромкрезолпурпур	0,04	Желтая—пурпурная	5,2—6,8
Дибромтимолсульфофталеин	Бромтимолбляу	0,04	Желтая—красная	6,0—7,6
Фенолсульфофталеин	Фенолрот	0,02	Желтая—красная	6,8—8,4
О-крезолсульфофталеин	Крезолрот	0,02	Желтая—красная	7,2—8,8
Тимолсульфофталеин	Тимолбляу	0,04	Желтая—синяя	8,0—9,6
О-крезолфталеин	Крезолфталеин	0,02	Бесцветная—красная	8,2—9,8

Для приготовления растворов этих индикаторов отвешивают на аналитических весах 0,1 г их солей, помещают в агатовую ступку и приливают следующее количество 0,05*N* NaOH:

Тимолбляу	4,3 мл	Бромтимолбляу	3,2 мл
Бромфенолбляу	3,0 »	Феолрот	5,7 »
Метилрот	7,4 »	Крезолрот	5,3 »
Бромкрезолпурпур	3,7 »		

Индикатор растирают со щелочью и по растворении переносят с дестиллированной водой в колбу на 25 мл, где и доводят до черты. Это — запасный раствор (0,4%). Для употребления из них берут по нескольку кубиков и разводят водою до указанных в таблице концентраций (0,04 и 0,02). Индикаторы хранят в склянке с притертой пробкой (лучше оранжевого стекла) в темном месте.

2) Буферные смеси (из книги Н. П. Ремезова):

а) Цитратные смеси Сёренсена. Для приготовления нужны следующие растворы: 1) лимонная кислота, 2) 1,0*N* NaOH и 3) 0,1*N* HCl. Едкий натр должен быть свободен от соды. Титры соляной кислоты и щелочи должны быть точными, без поправок. Лимонная кислота не должна содержать хлоридов, сульфатов и должна полностью растворяться в воде.

Смеси готовятся сливанием растворов 0,1*N* вторичного цитрата натрия и 0,1*N* HCl. Для приготовления вторичного цитрата натрия 21,008 г кристаллической лимонной кислоты растворяют в 200 мл 1,0*N* раствора NaOH и доводят по растворении водой до 1 л. Затем смешивают приготовленный раствор с 0,1*N* раствором соляной кислоты в следующих пропорциях:

Цитрат мл . .	100	95	90	80	70	60	55	50	47,5	45	40
HCl мл . . .	0	5	10	20	30	40	45	50	52,5	55	60
pH смеси . . .	4,96	4,89	4,83	4,65	4,45	4,16	3,95	3,69	3,53	3,36	2,97

б) Фосфатные смеси Сёренсена готовятся смешением первичного фосфата калия (KH_2PO_4) со вторичным фосфатом натрия ($Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$). Для приготовления смесей готовятся $^1/_{15}$-молярные растворы этих солей. С этой целью отвешивают 11,871 г возможно чистых $Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ и 9,078 г KH_2PO_4 и каждую из навесок растворяют в 1 л воды. Растворы смешивают в следующих пропорциях:

$Na_2HPO_4 \cdot 2H_2O$ мл .	97,5	95	90	80	70	60	50
KH_2PO_4 мл	2,5	5	10	20	30	40	50
pH смеси	8,34	8,04	7,73	7,38	7,17	6,98	6,81

$Na_2PO_4 \cdot 2H_2O$ мл . .	40	30	20	10	5	2,5
KH_2PO_4 мл	60	70	80	90	95	97,5
pH смеси	6,64	6,47	6,24	5,91	5,59	5,29

в) Боратные смеси Кларка и Лебса. Для приготовления этих смесей требуется $^1/_5$-молярный раствор борной кислоты в $^1/_5$-молярном растворе KCl и $^1/_5$-молярный раствор NaOH.

Борную кислоту перекристаллизовывают, сушат тонким слоем в эксикаторе над хлористым кальцием. Для приготовления бората в 1 л $^1/_5$-молярного KCl растворяют 12,4 г H_3BO_3. Для получения буферных смесей смешивают с $^1/_5$-молярным раствором NaOH по следующей таблице:

Борат мл . . .	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
NaOH мл . . .	5,90	8,50	12,00	16,30	21,30	26,70	32,00	36,85	40,80	43,90
Водой до мл .	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
pH смеси . . .	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0

Все буферные смеси должны быть проверены электрометрически. Все они устойчивы при хранении, кроме цитратной, поэтому к последней необходимо добавлять антисептик (несколько капель на склянку спиртового раствора тимола). Для приготовления буферных смесей требуются особо чистые препараты и вода двойной перегонки и лишенная угольной кислоты.

Производство определения. В ряд пробирок бесцветного стекла и одинакового диаметра приливают по 10 мл одной из буферных смесей в убывающей концентрации H-ионов. В каждую пробирку прибавляют по 4 капли индикатора, имеющего действие в данном интервале pH. Для определения pH испытуемого раствора берут в пробирку 10 мл и добавляют 4 капли того же индикатора. Сравнивают окраску испытуемого раствора с окраской шкалы и выбирают из шкалы ту окраску, которая близка с окраской исследуемого раствора. Одинаково окрашенные растворы будут иметь и одинаковый pH. Сравнение окрасок удобно вести на белом фоне или брать вместо пробирок небольшие фарфоровые чашки.

Определение pH *без буферных смесей по Михаэлису.* Приготовляется шкала окрасок, могущая сохраняться без изменения цвета в течение нескольких месяцев. Употребляются следующие растворы индикаторов:

m-нитрофенол	0,300 г на 100 мл воды
p-нитрофенол	0,100 » » 100 » »
γ-динитрофенол	0,100 » » 400 » »
α-динитрофенол	0,100 » » 200 » »

Эти основные растворы разводятся ровно в 10 раз (2 мл индикатора + 18 мл воды), и для приготовления постоянной шкалы

берут разведенные растворы. В бесцветные пробирки одинакового диаметра наливают указанные в приводимой ниже таблице количества индикатора и 0,1*N* раствором углекислого натрия доводят объем в каждой пробирке до 7 мл. Верх пробирки заливают парафином или, лучше, запаивают. На пробирке делают этикетку с обозначением pH.

К 6 мл испытуемого раствора прибавляют 1 мл индикатора и сравнивают с образцовой шкалой, подбирая индикатор и шкалу так, чтобы окраска испытуемого совпала с окраской одной из пробирок образцовой или была близка к ней.

Шкала окрасок по Михаэлису

I ряд — *m*-нитрофенол

Пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Миллилитров индикатора	5,2	4,2	3,0	2,3	1,5	1,0	0,66	0,43	0,27
pH этикетки	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8

II ряд — *p*-нитрофенол

Пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Миллилитров индикатора	4,05	3,0	2,0	1,4	0,94	0,63	0,40	0,25	0,16
pH этикетки	7,0	6,8	6,6	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4

III ряд — γ-динитрофенол

Пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Миллилитров индикатора	6,6	5,5	4,5	3,4	2,4	1,65	1,10	0,78	—
pH этикетки	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	—

IV ряд — α-динитрофенол

Пробирки	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Миллилитров индикатора	6,7	5,7	4,6	3,4	2,5	1,74	1,20	0,78	0,51
pH этикетки	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8

V ряд — β-динитрофенол

Пробирки	1	2	3	4	5	—	—	—	—
Миллилитров индикатора	2,44	1,68	1,15	0,76	0,49	—	—	—	—
pH этикетки	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	—	—	—	—

Нередко при колориметрическом определении pH приходится иметь дело с не совсем прозрачными вытяжками. Тогда прибегают к прибору Volpol'я. Слабомутный раствор наливают в две пробирки, в одну из которых прибавляют нужное количество капель индикатора, в другую индикатора не прибавляют. Пробирки помещают в компаратор таким образом, что перед пробиркой со стандартным раствором ставят пробирку с мутным раствором без индикатора, перед пробиркой с мутным раство-

ром и индикатором помещают пробирку с водой. Тот же прием можно применить при определении pH в слабо окрашенных растворах.

Колориметрическое определение актуальной и обменной кислотности почв

Для определения актуальной реакции отвешивают 20 г почвы, помещают в коническую колбу на 100 мл, приливают 50 мл дестиллированной воды, лишенной CO_2. Колбу закрывают пробкой, взбалтывают в течение нескольких минут и оставляют стоять до следующего дня. Для предохранения от загнивания прибавляют 1—2 капли антисептика (тимол). Через 18—24 часа отфильтровывают содержимое, лучше через фильтры, промытые дестиллированной горячей водой и затем подсушенные в термостате. В фильтрате определяют pH одним из описанных выше колориметрических методов.

Для определения обменной кислотности 20 г почвы помещают в коническую колбу на 100 мл, приливают 50 мл 1,0*N* хлористого калия, закрывают каучуковой пробкой и оставляют на сутки, взбалтывая время от времени рукой. Через сутки суспензию отфильтровывают и в фильтрате определяют pH колориметрически. Можно и не фильтровать, а, дав осесть почве, взять пипеткой осторожно необходимый объем прозрачного раствора. Последний прием предпочтительнее.

Определение буферности почвы

Метод Аррениуса. Берут 11 навесок воздушно-сухой почвы по 10 г каждая и помещают в конические колбы емкостью по 100 мл. В колбу прибавляют воду, кислоту и щелочь в следующем порядке и количествах.

	№ колб										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
H_2O мл	20	19	18	17	16	15	19	18	17	16	15
HCl мл 0,1*N* . . .	0	1	2	3	4	5	0	0	0	0	0
NaOH мл 0,1*N* . .	0	0	0	0	0	0	1	2	3	4	5

Общий объем приливаемой в колбу жидкости равен 20 мл. Через 24 часа стояния в закрытых каучуковыми пробками колбах, причем колбы за этот период несколько раз встряхиваются, определяют pH в фильтрате колориметрически или электро-

метрически. По Аррениусу буферность выражается в числах pH, и строится кривая по этим числам. Каппен считает подобный прием совершенно непригодным. По его мнению, выражение буферности (и построение кривых) нужно делать не в числах pH, а в действительной концентрации водородных ионов (см. общую часть — глава о поглотительной способности почв).

Метод Товборг—Иенсена. Для каждого почвенного образца берут 11 навесок по 10 г воздушно-сухой почвы и помещают в эрленмейеровские колбы емкостью 200—250 мл. Как и в методе Аррениуса, почву обрабатывают постепенно увеличивающимися количествами 0,1*N* HCl или щелочи, причем здесь берут в качестве таковой $Ca(OH)_2$. Крепость раствора $Ca(OH)_2$ должна быть такова, чтобы 3 мл его соответствовали 1 мл 0,1*N* HCl. Мы получили удовлетворительные результаты для построения кривых буферности, беря HCl 2, 4, 6, 8 и 10 мл и точного раствора $Ca(OH)_2$, соответственно, 6, 12, 18, 24, 30 мл. В случае неточного соотношения (1 : 3) между HCl и щелочью она приводится к точному вычислением. Одна из колб имеет только воду и почву для определения pH в водной суспензии. Соответствующие количества кислоты или щелочи приливают из бюретки в мерные колбы на 100 мл, которые доливают затем до черты дестиллированной водой, лишенной CO_2 (протягиванием через дестиллированную воду воздуха без CO_2 или кипячением ее в течение 8—10 минут в колбах Шотт или Пирекс).

Содержимое мерных колб переливают в эрленмейеровские колбы с навесками. Колбы закрывают пробкой, встряхивают и оставляют стоять на сутки. За этот период времени их встряхивают от руки еще несколько раз. По истечении суток измеряют pH в кислых образцах (электрометрически в суспензиях), щелочные подвергают дальнейшей обработке для связывания излишка $Ca(OH)_2$ углекислотой. Для этого колбы затыкают пробками с двумя отверстиями со вставленными в них стеклянными трубками, согнутыми под прямым углом: одна — почти доходящая до дна, другая — оканчивающаяся под пробкой (удобно брать склянки Дрекселя). Колбы соединяют последовательно между собой (через трубки с короткими концами, обращенными к насосу) и затем с одной стороны — с газометром с CO_2 (бомба с углекислотой), с другой — с насосом (с водоструйным или иным). Между последней колбой и насосом помещают контрольную колбу с раствором $Ca(OH)_2$, содержащим на 100 мл столько щелочи, сколько ее прилито в наибольшем количестве к одной из наших проб, т. е. 30 мл точного раствора $Ca(OH)_2$.

Сюда в качестве индикатора прибавляют фенолрот. Газометр (бомбу с CO_2) соединяют с первой колбой через тройник, к одному концу которого присоединена промывная склянка с дестиллированной водой. Склянка дает возможность при помощи зажимов регулировать ток газа из газометра и поглощает аммиак, когда протягивают воздух. Соединение с газометром производится только после того, как отрегулируют ток воздуха через промывную склянку. Углекислоту пропускают до тех пор, пока жидкость в контрольной колбе не пожелтеет (колбы время от времени встряхивают). Затем газометр закрывают, излишек CO_2 вытесняют током воздуха, проходящим через промывную склянку, до установления равновесия с окружающей атмосферой, о чем судят по обратному покраснению контрольного раствора. Вся операция продолжается около часа. Затем кран насоса закрывают, установка разнимается, начиная с колб, обращенных к газометру, во избежание обратного тока и порчи опыта.

За неимением газометра (бомбы с CO_2) анализ можно производить и без него, протягивая через установку только воздух. В таких случаях вместо фенолрота берут фенолфталеин в контрольную колбу и продолжительность операции увеличивается. Воздух через колбы протягивают еще $^1/_2$ часа после того, как обесцветится окрашенный фенолфталеином раствор $Ca(OH)_2$. В обработанных таким образом щелочных суспензиях определяют pH электрометрически. На основании полученных величин pH кислой и щелочной стороны строят кривые титрования: на оси ординат откладывается pH, на оси абсцисс — количество кубиков 0,1*N* кислоты (правая часть кривой) и 0,1*N* щелочи (левая часть кривой). Средняя точка (нолевая) — для воды. Это — так называемые эмпирические кривые титрования. На тех же координатах и в том же масштабе строят основную кривую, полученную при обработке таким же способом морского песка, промытого HCl, и затем дестиллированной водой — без CO_2, т. е. не имеющего (теоретически) буферности. Между основной кривой и эмпирической образуются две поверхности — для кислой и щелочной стороны. Площадь этих поверхностей (отдельно для кислой и щелочной стороны) измеряется с помощью планиметра (или иным каким-либо способом). Это и будет буферная поверхность по Товборг — Иенсену, выраженная в кв. сантиметрах площади. В построении кривых в системе координат удобен такой масштаб: 1) 10 мм по оси ординат соответствуют одной единице pH; 2) 5 мм по оси абсцисс — 1 мл 0,1*N* кислоты или щелочи [3 мл точной $Ca(OH)_2$].

Основную кривую по Товборг — Иенсену можно построить, исходя из таких данных pH для наших количеств кислоты и щелочи и с протягиванием углекислоты для удаления избытка последней:

	0,1*N* $Ca(OH)_2$					H_2O	0,1*N* HCl				
Миллилитры	10	8	6	4	2	—	2	4	6	8	10
pH	8,4	8,4	8,4	8,3	8,2	4,0	2,65	2,30	2,15	2,10	2,0

В кислой стороне кривая эмпирическая будет лежать выше основной, но тем ближе к ней, чем менее буферна почва. В щелочной стороне эмпирическая кривая будет лежать ниже основной и тем ближе к ней, чем буфернее почва, чем меньше ее потребность в извести. Почвы, не требующие извести, будут иметь большую буферную поверхность в кислой стороне и малую в щелочной. Почвы кислые — наоборот.

Водные вытяжки

Водные вытяжки не дают представления о концентрации почвенного раствора. Концентрация последнего должна быть выше, чем концентрация вытяжки с предельно узким отношением почвы к воде. Только для почв засоленных или вообще для легко растворимых солей водные вытяжки могут дать более или менее верное представление об истинной концентрации солей в растворе. Условно также время воздействия воды с почвой, так как оно резко меняет количество трудно растворимых веществ, переходящих в вытяжку. Отсюда отношение воды к почве и время взаимодействия почвы с водой могут быть весьма различны, в зависимости от задач исследования. Для определения легко растворимых солей в почве наиболее подходящими для громадного большинства почв будут следующие нормы: 100 г почвы, пятерное количество воды, трехминутное встряхивание, после которого сейчас же производится фильтрация (К. Гедройц). При фильтровании брать складчатые фильтры и переносить неотстоявшуюся суспензию, чтобы поры фильтра не забивались и вытяжка шла прозрачнее. Первые 15 мл фильтрата отбросить. Водные вытяжки быстро загнивают. Необходимо анализ производить возможно быстрее, доводя определения до такой стадии, где они

пе могут испортиться, в противном случае результаты будут неверными.

Анализ водной вытяжки. В водной вытяжке определяют: 1) сухой остаток, 2) прокаленный остаток, 3) кальций (иногда и магний), 4) серную кислоту, 5) хлор, 6) нитраты, 7) нитриты, 8) аммиак, 9) фосфорную кислоту, 10) водорастворимое органическое вещество и ряд других водорастворимых соединений, а также щелочность и кислотность.

Ясно, что чаще всего не делают весь набор перечисленных определений, а ограничиваются интересующим в связи с задачами исследования почвы. Кроме того, ряд компонентов (хлор, серная кислота), если они даже интересуют исследователя, могут быть качественными пробами фильтрата проверены, чтобы не затрачивать напрасно время, на количественное определение ввиду весьма вероятного отсутствия их для ряда почв.

Сухой остаток. 200 мл фильтрата, что соответствует 40 г почвы, выпариваются на водяной бане во взвешенной фарфоровой чашке. Остаток сушится в термостате при 100—105°, взвешивается. Вес остатка выражается в процентах на 100 г почвы (умножением на $2^1/_2$).

Прокаленный остаток, или сумма водорастворимых минеральных веществ. Чашка с сухим остатком осторожно прокаливается — сначала на слабом огне, затем сильнее, но не доводя до красного каления. Лучше всего работать с платиновыми чашками. Иногда, когда органическое вещество трудно сгорает, чашку охлаждают, прибавляют несколько капель воды, воду выпаривают и вновь прокаливают осадок. После сжигания органического вещества чашку охлаждают в эксикаторе, взвешивают и осадок вычисляют в процентах на 100 г почвы.

Определение кальция и магния. Прокаленный остаток смачивается соляной кислотой, выпаривается, просушивается 1 час при 125—150° С для перевода SiO_2 в нерастворимое состояние, растворяется разведенной HCl и фильтруется. Фильтрат нейтрализуют аммиаком. Если при этом появляются хлопья полуторных окислов, то последние нужно удалить. Нейтрализованный аммиаком фильтрат подкисляют несколькими каплями уксусной кислоты, доводят до кипения и осаждают 5—10 мл кипящего щавелевокислого аммония. Дальнейший ход анализа по определению кальция, определение в фильтрате после осаждения кальция — магния, а также освобождение раствора от полуторных окислов описаны в разделе поглощенных оснований (стр. 266).

Определение SO_4 весовым методом в виде сернокислого бария или объемным — с хлористым бензидином по Рашигу. К нейтральной или слабокислой водной вытяжке прибавляют 10 мл 1% раствора хлористо-водородного гидроксиламина для восстановления солей окиси железа в закисные, а затем раствора хлоргидрата бензидина (на каждые 0,1 г серной кислоты берется около 40 мл реактива). Сильно перемешивают, дают осадку осесть и отфильтровывают сернокислый бензидин через гучевский тигель с кружком фильтровальной бумаги (Schl и Schüll № 589) и с сетчатой пластинкой; промывают два раза холодной водой, применяя отсасывание. Переносят осадок сернокислого бензидина в стакан, в котором осаждали, приливают воды, нагревают до кипения и титруют установленными NaOH (0,1—0,05*N*) в присутствии фенолфталеина. При этом оттитровывается вся серная кислота сернокислого бензидина как соли слабого основания.

1 мл 0,1*N* NaOH соответствует 0,0048 г SO_4
1 » 0,05*N* NaOH » 0,0024 » SO_4

1 мл хлоргидрата бензидина, приготовленного по вышеописанному, соответствует 0,0025 г SO_4.

Приготовление реактива. Раствор хлористого бензидина готовится следующим образом: 8 г бензидина растирают в агатовой ступке вместе с небольшим количеством воды; смывают затем водой в литровую колбу, приливают 10 мл концентрированной соляной кислоты (удельного веса 1,19) и дополняют до черты водой. Если нужно, отфильтровывают.

Определение хлор-иона. 5—50 мл фильтрата (в зависимости от показания качественной пробы) водной вытяжки помещают в стаканчик или в фарфоровую чашку. Если вытяжка кисла или щелочна, то ее нейтрализуют. Прибавляют 1 мл 10% раствора хромовокислого калия (K_2CrO_4) и титруют 0,01 или 0,02*N* раствором $AgNO_3$ до появления красноватой окраски. Помножая (при титровании 0,01*N* $AgNO_3$) израсходованный объем азотнокислого серебра на 0,00035, получаем содержание хлора во взятом количестве вытяжки (в граммах). Пересчитав на 100 г почвы, находят процент хлора в почве. Если вытяжка содержит меньше 0,004% хлора, то перед определением необходимо сгустить вытяжку выпариванием.

Определение нитратов колориметрически по Грандваль—Ляжу. Непосредственно после получения фильтрата 50 мл вытяжки или другой объем, смотря по количеству нитратов, выпа-

ривают досуха на водяной бане в фарфоровой чашке. К сухому остатку прибавляют 1 мл дисульфофеноловой кислоты, тщательно растирают стеклянной палочкой с закругленным концом и дают стоять 10 минут.

После 10 минут стояния приливают 15 мл воды и нейтрализуют аммиаком до щелочной реакции (проба лакмусовой бумажкой). Раствор переносят в мерную колбу на 100 мл доводят до метки и сравнивают в колориметре с образцовым колориметрическим раствором. Если он много крепче образцового (окраска интенсивнее), то берут определенную часть его и разводят до известного объема. Образцовый раствор для колориметрирования готовят одновременно с испытуемым, выпаривая 10, 25, 40 мл рабочего образцового раствора и обрабатывая затем так же, как испытуемый.

Если присутствуют хлористые соли в значительном количестве, то хлор удаляют прибавлением сернокислого серебра, не содержащего азотной кислоты.

Реактивы.

1) Дисульфофенолевая кислота. К 3 кг чистого кристаллического фенола прибавляют 37 г (20,1 мл) серной кислоты (удельного веса 1,84) и нагревают 6 часов при 100° С, помещая в колбу иенского стекла, закрытую пробкой со вставленной в нее стеклянной трубкой 50 см длины. Нагревание производится, опуская колбу в кипящую водяную баню, соблюдая предосторожность. Готовят обычно сразу 0,25 или 0,5 л дисульфофеноловой кислоты.

2) Аммиак для нейтрализации — 10 или 25% или едкую щелочь (KOH или NaOH 20%).

3) Образцовый раствор нитрата. 0,1631 г химически чистого сухого KNO_3 растворяют в воде и разводят до 1 л; берут 100 мл этого крепкого раствора и доводят водою до 1 л; последний раствор является рабочим образцовым и содержит 0,01 мг NO_3 в 1 мл или 10 мг в 1 л.

Расчет нитратов делают чаще всего в миллиграммах NO_3 на 1 кг почвы, по формуле:

$$C_0 \cdot \frac{h}{h_1} \cdot A \cdot \frac{b}{n} = \frac{C \cdot h \cdot A}{h_1} \cdot \frac{b}{n},$$

где C — концентрация образцового раствора в мг/л,

$\frac{h}{h_1}$ — среднее отношения высот в колориметре образцового (h) и испытуемого (h_1),

A — разведение испытуемого,

$\frac{b}{h}$ — отношение воды к почве.

Пример. Вытяжка: 100 г почвы — 500 мл воды.

Для определения нитратов взяли 50 мл, обработали и перенесли в колбу на 100 мл, т. е. развели в 2 раза. Образцового раствора брали 25 мл и

после обработки перенесли в колбу на 100 мл, т. е. уменьшили его концентрацию в 4 раза.

Высота образцового в колориметре — 40.

Средняя высота испытуемого — 30.

Тогда по формуле количество нитратов:

$$\frac{2,5 \cdot 40 \cdot 2}{30} \cdot 5 = \frac{2,5 \cdot 40}{3} = \frac{100}{3} = 33,3 \text{ мг } NO_3 \text{ на 1 кг почвы.}$$

Расчет можно вести и не по концентрациям, а по абсолютному содержанию NO_3 (или N) в колбах. Так, для того же примера имеем: 25 мл образцового содержат:

$$0,01 \text{ мг} \cdot 25 = 0,25 \text{ мг } NO_3;$$

50 мл испытуемого будут содержать $\left(0,25 \cdot \frac{40}{30}\right)$ NO_3;

50 мл испытуемого при отношении почвы и воды = 1:5 будут соответствовать 10 г почвы.

Значит в 1 кг почвы нитратов будет:

$$\frac{0,25 \cdot 40 \cdot 100}{30} = 33,3 \text{ мг } NO_3.$$

Определение аммиака посредством реактива Несслера. 45 мл фильтрата вливают в мерную колбу на 50 мл, добавляют 0,5 мл раствора сегнетовой соли, 2 мл реактива Несслера, доводят до метки и сравнивают в колориметре с образцовым раствором (стр. 271).

Расчеты делаются так же, как и для нитратов. Определение делать в день получения вытяжки, не позже.

Определение нитритов по Гриссу производится в день получения водной вытяжки. К 40 мл вытяжки, налитым в мерную колбу на 50 мл, прибавляют 8 мл нитратного реактива и доводят водою до черты. Одновременно готовят образцовый раствор; после 15-минутного стояния сравнивают интенсивность окраски этих растворов в колориметре.

Реактивы:

1) Раствор сульфаниловой кислоты. 0,5 г химически чистой сульфаниловой кислоты растворяют в 100 мл уксусной кислоты удельного веса 1,04.

2) Уксуснокислый раствор α-нафтиламина. 0,1 г α-нафтиламина кипятят с 20 мл воды и процеживают в 180 мл уксусной кислоты удельного веса 1,04 через хорошо промытую хлопчатобумажную ткань.

3) Нитритный реактив. Смешивают равные объемы первого и второго растворов; смесь заготовляется в небольших количествах. Если она приобретает красную окраску, то это укажет на присутствие азотной кислоты; тогда раствор взбалтывают с цинковой пылью и отфильтровывают.

4) Образцовый раствор азотистокислого натрия. 0,0836 г химически чистого $AgNO_2$ растворяют в воде, к раствору прибавляют хлористый натрий до прекращения выпадения AgCl; раствор доводят до 250 мл, сильно встряхивают и оставляют в темноте, пока осадок не осядет; 10 мл раство-

ряют до 100 мл водой, не содержащей нитратов; раствор сохраняют в плотно закупоренной склянке в темноте; 1 мл его содержит 0,01 мг NO_2.

Чистое азотистокислое серебро приготовляется прибавлением к концентрированному горячему раствору азотнокислого серебра (16 частей) концентрированного горячего раствора азотистокислого калия (10 частей). Маточный раствор отделяют фильтрацией с помощью насоса; азотистокислое серебро снова растворяют в возможно меньшем количестве горячей воды, дают раствору охладиться и кристаллическую массу отделяют отжиманием; немедленно высушивают на водяной бане и хранят в плотно закрытой склянке в темноте.

5) Образцовый колориметрический раствор. 10 мл образцового раствора (4) разводят приблизительно до 80 мл, прибавляют 16 мл реактива (3) и доводят до 100 мл. Раствор содержит 1 часть NO_2 на миллион.

Определение воднорастворимой P_2O_5. Нефелометрический метод Лебедянцева. Определения производятся после удаления из водной вытяжки растворимого органического вещества путем окисления. 50 мл водной вытяжки помещают в эрленмейеровскую колбу на 100 мл. Приливают туда же 20 мл азотной кислоты удельного веса 1,098 и 10 мл 0,05*N* марганцевокислого калия. Колбу ставят в нагретый шкаф и держат в нем 1 час при температуре 95—98° С. Еще лучше, если нагревание ведется в автоклаве с кипящей водой при температуре 100°, так как в этом случае жидкость в колбах не уменьшается. Горячую жидкость титруют 0,05*N* раствором щавелевой кислоты до полного обесцвечивания и растворения осадка MnO_2. Избыток щавелевой кислоты удаляется тем же раствором марганцевокислого калия до слаборозовой окраски, которая, в свою очередь, уничтожается добавлением капли щавелевой кислоты. Содержимое колбы затем фильтруют, если это необходимо, в мерную колбу на 100 мл, доводят до объема 80 мл водою. Прибавляют 4 мл молибденово-алкалоидного раствора, перемешивают легким взбалтыванием и доводят до 100 мл (дальше см. стр. 261).

Колориметрический метод определения P_2O_5 по Малюгину и Хреновой. 50 мл водной вытяжки вливают в мерную колбу на 100 мл. Добавляют по 10 мл реактивов 1 и 2 и доводят содержимое до черты. Перемешивают перевертыванием колбы и приливают необходимое количество капель восстановителя (см. стр. 260).

Качественное определение в водной вытяжке закисного и окисного железа. Для определения закисного железа к 10 мл водной вытяжки в пробирке прибавляют немного 5% раствора железо-цианистого калия (красная кровяная соль).

Появление синего окрашивания и осадка покажет присутствие закиси железа.

Для определения окисного железа к 5 мл вытяжки, подкисленной 10% соляной кислотой, прибавляют немного 5% раствора роданистого калия. Красно-розовое окрашивание покажет присутствие окиси железа.

Определение воднорастворимого гумуса в почве по Кубель — Тиману. Производится окислением 50 мл свеже приготовленной водной вытяжки с помощью марганцевокислого калия. Расчет делается в куб. сантиметрах марганцевокислого калия, необходимых для окисления всей вытяжки из 100 г почвы. Определение воднорастворимого гумуса по Кубель—Тиману, хотя и широко принятое в лабораторной практике, мало надежное. Проф. Тюрин предлагает для этой цели использовать его метод (стр. 255), уменьшив концентрации соли Мора до 0,1*N* и CrO_3 — до 0,2*N*.

Определение делается непосредственно после отфильтрования вытяжки.

Метод Кубель—Тимана: к 50 мл водной вытяжки, в конических колбах на 150 мл, прибавляют пипеткой 10 мл 10% раствора серной кислоты и из бюретки — 10 мл точного раствора 0,05*N* марганцевокислого калия. Кипятят 10 минут, считая с появления первого пузырька. Если при кипячении жидкость обесцветится, то прибавляют еще определенное количество того же марганцевокислого калия и снова кипятят 10 минут. К горячей окрашенной жидкости прибавляют из бюретки 0,05*N* раствора щавелевой кислоты в количестве большем, чем нужно для полного обесцвечивания перманганата. Избыток щавелевой кислоты обратно титруют 0,05*N* раствором марганцевокислого калия.

Складывая количество кубиков израсходованного марганцевокислого калия (10 мл вначале + обратное титрование щавелевой) и вычитая из полученной суммы количество кубиков прибавленного раствора 0,05*N* щавелевой кислоты, находят количество кубиков 0,05*N* перманганата, затраченное на окисление воднорастворимого гумуса в 50 мл вытяжки. Делают пересчет на 100 г почвы. Если употреблявшиеся при анализе растворы не были точно 0,05*N* концентрации, то при вычислении вводят соответствующие поправки.

Когда водные вытяжки содержат заметные количества хлора, то описанный способ не дает удовлетворительных результатов. Рекомендуется в таком случае перед прибавлением к вытяжке серной кислоты внести сернокислое серебро в количестве, точно соответствующем содержанию в вытяжке хлора (количество хлора помножают на 4,3985).

При определении рекомендуется вести холостой опыт с окислением 50 мл воды, употребляемой для водной вытяжки, и теми же реактивами (серная, перманганат, щавелевая). Данные по окислению воды вводятся как поправка к данным по окислению вытяжки (вычитаются).

Определение общей щелочности водной вытяжки. Щелочность водных вытяжек из почвы обусловливается присутствием в них главным образом карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов, а также щелочных солей кремневой и органических кислот.

К 25—50 мл вытяжки прибавляют 2 капли метилоранжа и титруют 0,01 или 0,02*N* серной или соляной кислоты до изменения окраски (появления слаборозового оттенка). Количество затраченных на титрование вытяжки миллилитров кислоты и перечисление на 100 г почвы дает щелочность в кубиках. Можно от кубиков перейти к количеству граммов OH-иона, зная что 1 мл 0,01*N* кислоты (или щелочи) соответствует 0,00017 г OH-иона, или дать выражение общей щелочности в HCO_3.

Определение общей кислотности водной вытяжки. Кислотность водных вытяжек обусловливается наличием в них свободной углекислоты, свободных или не вполне насыщенных органических кислот.

К 50—100 мл водной вытяжки прибавляют каплю фенолфталеина и титруют 0,01*N* раствором едкого бария до появления красной неисчезающей окраски. Общая кислотность водной вытяжки выражается в миллилитрах соответствующей щелочи, пошедшей на титрование, по перечислению на 100 г почвы или в эквивалентном количестве кислоты.

Почвенный раствор

Удовлетворительного метода получения почвенного раствора в настоящее время нет. Занимаются этим вопросом в последнее время вообще мало, хотя изучение почвенного раствора имеет большое значение, поскольку водные вытяжки не дают должного представления о количестве растворимых, кроме весьма легко растворимых, соединений в почве, об их концентрации.

Из методов выделения почвенного раствора наиболее известны: 1) вытеснение водой (Шлезинга), 2) вытеснение спиртом (Ищерекова), 3) эмульсионно-масляный метод (Шмук), 4) выжимание под большим давлением (150 и больше атмосфер).

Метод Шлезинга. Почва помещается в цилиндр с сетчатым дном, покрытым фильтровальной бумагой. Почва с поверхности

медленно орошается искусственным дождем, вытекающая жидкость собирается и поступает в анализ.

Метод Ищерекова. В стеклянную трубку, нижний конец которой перевязан плотным полотном, помещается почва желательной влажности. Почвенный раствор вытесняется винным спиртом (95—96°), который приливается небольшими порциями. Вытеснение ведут до появления первых мутных капель фильтрата (эмульсия — вода + спирт). Метод имеет преимущество перед методом Шлезинга.

Эмульсионный метод Шмука имеет несомненное преимущество перед двумя первыми методами. Навеска почвы весом около 1 кг в большой фарфоровой чашке обливается постепенно порциями (в 20—40 мл) вазелинового масла. Каждый раз почву хорошо перемешивают деревянным пестиком. Масло добавляется, пока почва не омаслится. Лучше производить операцию смешивания, охлаждая чашку снегом. Омасленная почва оставляется минут на 15—20, переносится в чистый полотняный фильтр (прокипяченный в дестиллированной воде), помещается в ручной пресс и отжимается, постепенно усиливая давление. Эмульсия собирается в чашку, переносится в центрифугу, где почвенный раствор отделяется от масла и твердых почвенных частиц. Окончательно раствор отделяется от масла фильтрованием через бумажный фильтр, смоченный почвенным раствором.

Количество получаемого раствора зависит от влажности почвы и от количества взятой почвы. Нижний предел влажности, при которой уже не может быть получен таким образом почвенный раствор, примерно равен двойной-тройной максимальной гигроскопичности почв (для почв глинистых — 15—16%, для песка — около 4%).

Исследование почвенного раствора. Для исследования почвенного раствора пригодны те же методы, какие существуют для водных вытяжек, но здесь жидкости берут меньше, так как она более концентрирована (1—2 мл вместо 50 мл). Почвенный раствор не может сохраняться, и анализировать нужно немедленно по получении его.

Концентрацию электролитов в почвенном растворе можно вычислить по электропроводности. По данным Кольрауша, умножая удельную электропроводность E на 10^6 и 0,75, получают концентрацию электролитов в растворе в миллиграммах на 1 л (чаще выражают концентрацию не в миллиграммах, а в граммах на 1 л). По окончании определения раствор из сосудика выливают и его можно использовать для других определений.

Определение осмотического давления почвенного раствора. Осмотическое давление зависит от числа молекул, находящихся в растворе, а не от величины самой молекулы. Определяется по температуре замерзания раствора криоскопическим методом в приборе Бекмана.

Между температурой замерзания раствора и его осмотическим давлением существует определенная зависимость: понижение температуры замерзания на 1°С соответствует осмотическому давлению в 12,03 атм.

Определив температуру замерзания данного раствора, легко высчитать его осмотическое давление, исходя из указанного соотношения.

Определение ведется следующим образом. Во внутреннюю пробирку прибора наливают исследуемый раствор и вставляют на пробке термометр и мешалку. Наливаемый раствор должен покрыть шарик термометра. Термометр с делениями 0,01°. Внутренняя пробирка на пробке вставляется в другую, широкую пробирку, служащую воздушной ванной. Пробирку вставляют в крышку прибора, которая надевается на сосуд с охладительной смесью (смешение снега и соли, так, чтобы температура смеси была около —5° С). Очень низкая температура неудобна для определения. Для контроля с температурой смеси в крышку вставляют обычный термометр. Смеси приготовляют полный сосуд. Для равномерного распределения она перемешивается вставленной в сосуд мешалкой. Для удобства перемешивания в охлаждающую смесь прибавляют воды и доводят смесь до состояния легко перемешивающейся кашицы.

Помещенный в смесь раствор постепенно охлаждается, и ртуть термометра падает. Раствору дают сначала переохладиться до —1, —2°, а затем помешивают мешалкой, что вызывает кристаллизацию. Ртуть в связи с этим быстро поднимается; где она остановится, точно отмечают с помощью лупы. Когда раствор начинает переохлаждаться, необходимо, чтобы он был в полном покое: мешать его, а также и охлаждающую смесь, нельзя.

После определения точки замерзания раствора пробирку из сосуда вынимают, отогревают ее в руке и снова замораживают раствор. Параллельные определения обычно совпадают. Если раствор долго не замерзает, рекомендуется в отдельной пробирке заморозить немного того же раствора или дестиллированной воды и кристаллик бросить через боковой отросток в пробирку с исследуемым раствором.

По окончании работы пробирка с замерзшим раствором выни-

мается из сосуда, отогревается в руках и только тогда из нее осторожно вынимают термометр (чтобы не поломать его). Термометр обмывают дестиллированной водой, вытирают фильтровальной бумагой и хранят в футляре. Перед употреблением термометр должен быть проверен. Надо заморозить дестиллированную воду и определить, где фактически по шкале находится нуль. Если обнаружится несовпадение в показаниях шкалы, то при каждом отсчете нужно делать соответствующую поправку, прибавляя ее (если фактически 0 выше 0 шкалы) или отнимая (если ниже) от отсчета по шкале.

Раствор после анализа может быть употреблен для других определений.

Запись можно вести по форме:

Температура замерзания — 1-е определение	— 0,18° С
» » 2-е »	— 0,18° С
» » среднее »	— 0,18° С
Температура замерзания воды	+ 0,04° С
Действительное понижение температуры	— 0,22° С
Осмотическое давление в атмосферах (коэфициент равен 12,03)	2,65 атм.

Для вычисления давления коэфициент 12,03 умножают на температуру замерзания.

Определение электропроводности почвенного раствора. Электропроводность растворов зависит от наличия в них свободных ионов и от подвижности последних. Определение имеет значение: 1) для суждения о количестве электролитов в почве, 2) о засоленности почв, 3) о влиянии различных манипуляций, например промывания, на растворимость почвенных соединений, 4) для наблюдения динамики изменения растворимых соединений, 5) в целом ряде лабораторных анализов, при так называемых кондуктометрических методах определения (хлор, SO_4 и др.).

Монтаж прибора. Прибор устанавливается на устойчивом столе, в той части лаборатории, где нет шума. Вся установка, особенно в момент определений, должна быть предохраняема от каких-либо сотрясений, так как это вызывает ошибку в несколько процентов.

Измерительную линейку с натянутой платиновой или из манганина проволокой в 100 см помещают с краю стола, обращенному к аналитику. Концы измерительной проволоки *а* и *в* соединяют с небольшой индукционной катушкой Румкорфа или, лучше, Зуммера, а первичную обмотку последней — с аккумулятором. От конца мостика *в* идет провод к сосуду для определения электро-

проводности x, от конца a — к магазину сопротивления R. От другого конца магазина сопротивления один провод идет к сосуду с исследуемой жидкостью, а другой, проходя через телефон, соединяется с подвижным контактом на измерительной проволоке. Индукционный ток, идущий от индукционной катушки, разветвляется в точках a и $в$. Если сопротивления R и X не уравновешены, то в телефоне слышен звук. Изменяя сопротивление R и передвигая подвижной контакт C, можно добиться прекращения слышимости телефона или замирания звука. Схема соединений приведена на рисунке.

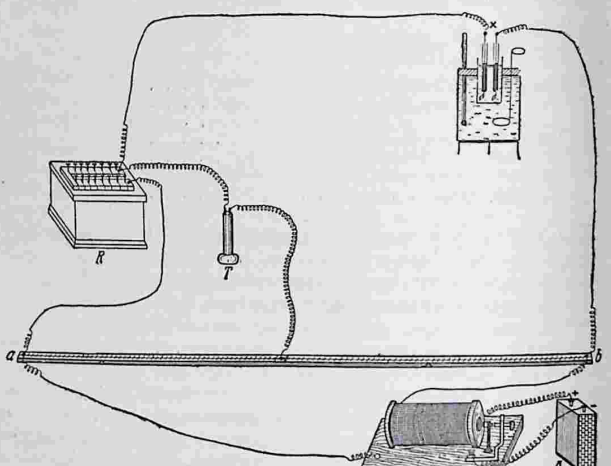


Рис. 3. Прибор для определения электропроводности (схема).

Части прибора: 1) Измерительная линейка с туго натянутой проволокой, что и у прибора для определения pH. 2) Реостат сопротивления на 10 000 ом — штепсельный. 3) Аккумулятор с напряжением 4 вольта. 4) Индукционная катушка Румкорфа небольшого размера, монтируемая, для приглушения звука, в деревянном ящичке. 5) Телефон, обладающий небольшим сопротивлением (от 10 до 30 ом). 6) Термостат Оствальда с терморегулятором и мешалкой. Для простоты может быть заменен металлическим цилиндром, стенки которого покрыты войлоком и поверх него жестью, т. е. цилиндр с двойными стенками с прокладкой между ними войлока. Объем примерно полведра. В сосуд наливают воду, температуру которой поддерживают постоянной в 25°С или в 18°С. Подо-

гревание и регулирование температуры достигают разбавлением горячей водой и перемешиванием воды в цилиндре мешалкой (лучше с лопастями) от руки. 7) Термометр. 8) Звонковый провод. 9) Сосуды для определения электропроводности с платиновыми электродами. Сосуды бывают различной формы. Необходимо пользоваться всегда одним сосудом и брать одинаковый объем раствора. Площадь каждого электрода должна равняться 1 см^2, расстояние между электродами должно быть 1 см. Это не всегда соблюдается точно, поэтому взятые сосуды с электродами сравнивают с нормальным электродом в отношении показаний электропроводности. Электроды должны быть покрыты электролитически осажденной платиной (платиновой чернью).

Производство определения. Устанавливают температуру цилиндра, добавлением горячей или холодной воды при постоянном помешивании, точно 25° С (или 18° С), что контролируют все время опущенным в воду термометром. Затем из сосудика с электродами выливают дестиллированную воду, он тщательно 2—3 раза обмывается испытуемым раствором и наливается этим раствором так, чтобы электроды были покрыты раствором в достаточном избытке. После этого сосудик вставляют в цилиндр с водою для выравнивания температуры минут на 10—15. При массовых определениях можно доводить испытуемые растворы примерно до нужной температуры предварительно, например в ванне с водой, чтобы они могли затем быстрее выравнять свою температуру с температурой воды в цилиндре. В это время включают ток и, регулируя расстояние молоточка от якоря катушки, добиваются высокого, чистого звука. Включив испытуемый раствор в цепь, вводят ожидаемое сопротивление, для чего вынимают из магазина штепселя на надлежащее количество ом. Перемещают подвижной контакт по линейке до тех пор, пока не найдут такое положение его, когда звук в телефоне совсем пропадает или затухает. Желательно точку затухания звука найти около средины линейки, чего легко можно достигнуть подбором величины сопротивления в реостате. Если в телефоне не получается отчетливого затухания звука, что бывает при работе со слабыми электролитами, то находят точки с одинаковой силой звука, отстоящие на 3 мм, и среднее положение принимают за искомую точку. Записывают один отсчет. Изменяя сопротивления реостата, делают еще два отсчета так, чтобы можно было проконтролировать себя и получить среднее. Делать определение нужно быстро, не давая жидкости сосудика нагреваться от проходящего тока.

Переходя к следующему определению, электродный сосуд тщательно споласкивают дестиллированной водой, а затем испытуемым раствором.

Вычисления. Если обозначить через a — отсчет на линейке (одно плечо), 1 000 мм — длина линейки, то длина другого плеча линейки — $1\,000 - a$. R — включенное сопротивление реостата. W — сопротивление испытуемого раствора. Тогда:

$$R \cdot (1\,000 - a) = W \cdot a,$$

откуда:

$$W = \frac{R \cdot (1\,000 - a)}{a} \text{ ом.}$$

Так как электропроводность E есть величина обратная сопротивлению, то $E = \frac{a}{R\,(1\,000 - a)}$ обратных ом. Поскольку электропроводность зависит от величины и формы электродов, расстояния между ними, количества взятого на определение раствора, то необходимо вычислить удельную электропроводность, вводя поправку на емкость сосуда.

Электроемкость сосуда определяется с 0,02N раствором хлористого калия. С этим раствором, наливая в сосудик точно столько же, сколько брали испытуемого, проводят определение электропроводности описанным выше путем. Вычислив результаты определения, получают, допустим, что для 0,02N KCl при 25° С $E = 0{,}007487$ обратных ом. По таблице находят удельную электропроводность такого раствора с нормальными электродами: она равна при 25° С 0,002758. Следовательно, поправка для сосуда (C) будет:

$$C = \frac{0{,}002758}{0{,}007487} = 0{,}3697.$$

На эту поправку следует множить результаты определений для пересчета их на удельную электропроводность.

$$K_1 = C \cdot \frac{a}{(1\,000 - a) \cdot R},$$

где C — поправка, a — отсчет на линейке в миллиметрах, R — включенное сопротивление в омах.

Электропроводность сосуда следует время от времени проверять.

После работы ток выключается, раствор из сосудика выливают, сосуд несколько раз обмывают дестиллированной водой и налитый водой оставляют до следующего определения.

Приложения:

1) Электропроводность растворов хлористого калия

t°	V — 1 л	V — 10 л	V — 50 л	V — 100 л
0	0,0654	0,00716	0,001522	0,000776
10	0,0832	0,00934	0,001996	0,001019
18	0,0968	0,01120	0,002399	0,001224
25	0,1118	0,01289	0,002768	0,001412

$t°$ — температура в градусах Цельсия.

V—число литров, содержащих 1 грамм-эквивалент (74,57 г) хлористого калия.

2) Платинирование электродов. Перед платинированием электроды должны быть тщательно вымыты концентрированной серной кислотой, затем горячей хромовой смесью и, наконец, тщательно отмыты водою простой, а потом дестиллированной.

Платинирование электродов делают электрометрически. Для этого требуется: 1) раствор хлорной платины и 2) постоянный ток напряжения в 4 вольта.

Готовят 10% раствор хлорной платины, содержащий несколько кристалликов уксуснокислого свинца. Это — запасный раствор, и из него разведением в 3—4 приема получают рабочий раствор для платинирования. Необходим постоянный ток напряжения в 4 вольта. Он может быть получен последовательным соединением двух 2-вольтовых аккумуляторов.

Платинирование можно вести в химическом стакане емкостью около 50 мл или в специальном приборе. Подлежащий платинированию электрод, опущенный в платинирующую жидкость, соединяют с отрицательным полюсом аккумулятора. Анодом служит другая платиновая пластинка, соединенная с положительным полюсом и погруженная в ту же платинирующую жидкость. Оба электрода соединяются с аккумулятором при помощи звонкового провода. Новые электроды следует платинировать в течение 5 минут, бывшие в употреблении — 2—3 минуты.

Отплатинированный электрод споласкивают дестиллированной водой и погружают в 5—10% раствор серной кислоты, в нее же погружают платиновый электрод, служивший анодом, после чего пропускают (в том же направлении, что и при платинировании) ток в течение 10—15 минут. Выделяющийся при этом на катоде водород дает с хлором платино-хлористо-водородной кислоты соляную кислоту, которая удаляется последующим промыванием электрода дестиллированной водой. Если ошибочно пропустить ток в неуказанном направлении, то электрод будет испорчен. Отплатинированные электроды должны храниться погруженными в дестиллированную воду.

Методы определения подвижных, доступных растениям питательных веществ в почве

Определение подвижного азота по Тюрину и Кононовой. Ход анализа. 20 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1 мм, тщательно взбалтывают в течение 3 минут с 100 мл 0,5N серной кислоты и оставляют стоять на ночь (16—18 часов). По истечении этого времени почва переносится на сухой фильтр. 50 мл полученного фильтрата берут в коническую колбу на 100—120 мл, прибавляют 0,5 г смеси цинковой пыли с восстановленным железом (9Zn : 1Fe) и нагревают на этернитовой плитке до кипения и полного растворения прибавленной смеси; колбочку во время реакции закрывают воронкой во избежание разбрызгивания, а самое нагревание ведут осторожно, чтобы не произошло выбрасывание жидкости из колбы. Дав затем жидкости осесть, прибавляют 5 мл серной кислоты удельного веса 1,84 и выпаривают жидкость на этернитовой плитке или слабом газе до появления паров SO_2 и побурения остатка. Затем в остатке

определяют общий азот микрохромовым методом по Тюрину. Для этого к жидкости прибавляют 2 мл 20% раствора хромовой кислоты, колбочку закрывают маленькой воронкой и кипятят энергично в течение 10 минут после появления в колбе густых белых паров (до полного позеленения жидкости). Колбе дают охладиться и переносят ее содержимое в другую коническую колбу на 200—250 мл, ополаскивая первую колбу дестиллированной водой. Общее количество жидкости должно быть 100—120 мл. К жидкости прибавляют 20 мл 50% едкого натра, опускают кусочек цинка для равномерности кипения и аммиак отгоняют в приемник с 10—15 мл 0,02*N* серной кислоты. Длительность отгонки — около 20 минут, объем дестиллята должен составлять около 50 мл. Остаток насыщенной кислоты оттитровывают 0,02*N* едким натром. 1 мл 0,02*N* серной кислоты соответствует 0,28 мг азота (N). Титрование щелочью производится в присутствии 5 капель метилрота. Перед титрованием дестиллят необходимо прокипятить для удаления углекислоты.

Результаты вычисляют в миллиграммах азота, перешедшего в раствор при гидролизе 0,5*N* серной кислотой, на 1 кг воздушно-сухой почвы. Необходимо вводить поправку на холостое определение.

На основании сопоставления цифр гидролизуемого азота с урожайными данными авторы составили такую таблицу, характеризующую потребность в азотных удобрениях:

Количество гидролизуемого азота в мг на 1 кг почвы	Отзывчивость на азотные удобрения
$<$ 40—45	сильная
от 40—45 до 60	средняя
$>$ 60	слабая

Метод Ваксмана. Состоит в определении нитрифицирующей способности почвы, поставленной в оптимальные условия температуры и влажности. Если и при этих условиях почва показывает слабую нитрифицирующую способность, то причиной может служить отсутствие самого материала для нитрифицирующих бактерий или неблагоприятные условия реакции среды. Для расчлененного выяснения этих причин в почву вносят сернокислый аммоний, органические вещества и $CaCO_3$. Таким образом опыт складывается из 4 проб: 1) естественная почва, 2) почва с добавлением сернокислого аммония, 3) почва

с добавлением органического вещества и 4) почва с добавлением сернокислого аммония и извести.

Навески почвы по 100 г помещают в кристаллизаторы или стаканы. В первую контрольную пробу вносится только вода из расчета 50—60% от полной влагоемкоети почвы, во вторую прибавляется 0,15 г сернокислого аммония (соль прибавляется с водою), в третью — люпиновая или кровяная мука и т. п. из расчета 30 мг азота, и в четвертую — 0,15 г сернокислого аммония и около 200 мг извести. Органическое вещество и углекислый кальций вносятся в сухом виде, хорошо перемешиваются с почвой, и последняя смачивается необходимым количеством воды.

Почвы накрывают стеклом, взвешивают и ставят в термостат на 15 дней при 25—28°.

Время от времени проводят взвешивание и подливают воду, поддерживая все время вес почвы + воды, определенный при закладке опыта.

По истечении 15 дней в почве определяют нитраты, нитриты, аммиак и pH. Содержание нитратов и pH в исходных почвах должно быть известно.

Сопоставление данных анализа позволяет сделать заключение о формах азота в почве и скорости их превращения в нитратный азот, а в случае замедленного хода процесса указывает на причину подобного явления.

Метод Гоффера для качественного определения обеспеченности почвы доступным растениям азотом и калием. Гоффер предложил для кукурузы следующий простой метод для определения потребности в азоте и калии.

Пробу на азот делают в период хорошего развития початка. Для этого стебель между междоузлиями разрезают по длине и на свежий срез наносят из капельницы 1—2 капли дефиниламина (1% раствор дефиниламина в 75% серной кислоте). Если появляется голубая или синяя окраска, то это говорит за присутствие нитратов и достаточную обеспеченность растения азотом.

При недостатке калия наблюдается покраснение кончиков листьев кукурузы, преждевременное созревание; в стеблях кукурузы накапливается значительное количество соединений железа. Гоффер предложил воспользоваться этим для определения недостатка в почве доступного калия. На свежий разрез узла стебля кукурузы дают несколько капель 10% раствора роданистого калия и несколько капель 30% соляной кислоты. Появление темнокрасной окраски от присутствия ионов окисного

железа говорит за недостаток калия. Метод получил широкое применение в кукурузных районах США.

Попытки применения метода Гоффера для диагностики азотного питания хлопчатника были сделаны Давтяном.

Для картофеля, сахарной свеклы, пшеницы и ржи совершенно аналогичный метод предложен Möller-Arnold'ом.

Методы определения доступной растениям P_2O_5 *в почве*

Метод Кирсанова. Метод основан на определении фосфорной кислоты, переходящей в 0,2*N* солянокислую вытяжку из почвы. Выделенная фосфорная кислота определяется окрашиванием раствора при добавлении молибденовокислого аммония и помешивании оловянной палочкой (реакция Дениже).

Реактивы: 1) 0,2*N* соляная кислота.

2) Реактив А. 10 г химически чистого молибденовокислого аммония растворяют при нагревании (отнюдь не доводя до кипения) в 100 мл воды; раствор фильтруют горячим; по остывании прибавляют к нему при перемешивании 200 мл крепкой соляной кислоты (36%) и 100 мл воды с тем, чтобы получить 5,0*N* соляную кислоту. Раствор сохранять в темноте.

3) Реактив Б. К 1 объему реактива А прибавляют 4 объема дестиллированной воды.

4) Оловянная палочка должна быть приготовлена из химически чистого олова и впаяна в стеклянную трубочку; длина —5 см, диаметр— 4—5 мм. Палочка может быть заменена оловянной пластинкой такой же длины, в $^1/_4$ мм толщины и 4—5 мм ширины.

5) Раствор химически чистого $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$. Для приготовления стандартных растворов 242 мг химически чистого $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ растворяют в 1 л 0,2*N* соляной кислоты. В 1 л раствора содержится при этом 100 мг P_2O_5.

6) Стандартные растворы готовятся из раствора $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$, содержащего 100 мг P_2O_5 в 1 л. Из этого раствора берут 2,5, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 мл, содержащих соответственно 0,25, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 4,0, 5,0 мг P_2O_5, в мерные колбочки на 100 мл, доливают 0,1*N* соляной кислоты до метки и тщательно перемешивают. Иногда удобнее брать и меньшие интервалы между колбами в пределах до 30 мл образцового раствора (15 мг P_2O_5 на 100 г почвы), вводя еще колбы с 3,5, 7,5, 12,5 мл образцового. Все реактивы, а также фильтровальная бумага должны быть свободны от фосфорной кислоты и мышьяка.

Ход исследования. 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 1 мм, встряхивают 10 раз в течение 1 минуты с 25 мл 0,2*N* соляной кислоты. Удобно встряхивать одну за другой 5 колб, на что тратится 5 минут. Еще удобнее производить эту операцию на аппарате для горизонтального встряхивания.

После встряхивания колбы оставляют стоять на 15 минут и затем фильтруют через складчатые небольшие фильтры. Из филь-

тратов берут по 5 мл в пробирки, прибавляют по 5 мл реактива Б и жидкость обрабатывают оловянной палочкой, опуская ее на полную глубину и поднимая вверх. Обработка палочкой продолжается до получения постоянной, не увеличивающейся при обработке, синей окраски. Для больших концентраций это наступает быстро, а для слабых требуется до 5 минут. Концентрация соляной кислоты в пробирке должна быть не ниже 0,5*N* и не выше 0,7*N*, поэтому подбор реактивов должен быть согласован со степенью насыщенности почв основаниями.

Одновременно приготовляют образцовые растворы. Из каждой колбы со стандартным раствором берут в пробирки по 5 мл, добавляют 5 мл реактива Б и обрабатывают оловянной палочкой.

Обработанные указанным способом испытуемые и стандартные растворы в пробирках сравнивают между собой и результаты записывают. Сравнение удобно вести в компараторе. Пересчет P_2O_5 на 100 г почвы приведен в таблице.

Таблица для пересчета P_2O_5 в миллиграммах на 100 г почвы и в килограммах на 1 га

№ образцового раствора	P_2O_5 в 100 мл образцового (мг)	P_2O_5 в 5 мл испытуемого или в 1 г почвы (мг)	P_2O_5 на 100 г почвы (мг)	P_2O_5 на 1 га (кг)
1	0,25	0,0125	1,25	31,7
2	0,50	0,0250	2,50	62,5
3	1,00	0,0500	5,00	125,0
4	1,50	0,0750	7,50	187,5
5	2,00	0,1000	10,00	250,0
6	3,00	0,1500	15,00	375,0
7	4,00	0,2000	20,00	500,0
8	5,00	0,2500	25,00	625,0

При получении в фильтрате окраски более сильной, чем последний образец стандарта, необходимо разбавить фильтрат раствором 0,2*N* соляной кислоты (например 1 мл довести до объема 5 мл).

Почвы, имеющие по данным определениям:

$>$ 20 мг P_2O_5 на 100 г почвы не реагируют на внесение P_2O_5,
от 8 до 20 » » » 100 » » средне нуждаются,
$<$ 7 » » » 100 » » сильно нуждаются в P_2O_5.

Одной из причин расхождения показаний метода с полевым опытом, по мнению автора, может являться высокая поглотительная способность почв по отношению к P_2O_5; чтобы установить эту поглотительную способность, он рекомендует одну и ту же

пробу почвы обрабатывать два раза: а) обычным способом, б) с внесением от 5 до 25 мг P_2O_5 в виде KH_2PO_4 на 100 г почвы.

Метод прост, дешев и достаточно точен для массовой работы. Всесоюзным методическим совещанием при ВИУАА в 1935 г. рекомендован для подзолистых почв наравне с методом Аррениуса. Для почв черноземных, по данным ВИУАА, этот метод, повидимому, более пригоден, чем метод Аррениуса.

Метод Аррениуса (вариация ВИУАА). Сущность метода. Лимоннорастворимая фосфорная кислота определяется колориметрическим сравнением интенсивности голубого окрашивания, получаемого при прибавлении молибденовокислого аммония и восстановителя испытуемым и стандартным растворам.

Получение лимоннокислой вытяжки. Из каждого почвенного образца, пропущенного через сито с отверстиями в 1 мм, на технических весах (с точностью до 0,01 г) отвешиваются 2 навески по 5 г.

Навески для взбалтывания переносят в бутыли емкостью на 250—300 мл и приливают по 50 мл 1% лимонной кислоты. Взбалтывают на ротаторе в течение 2 часов, оставляют стоять на 20 часов, затем взбалтывают еще 2 часа и фильтруют через складчатый фильтр диаметром в 11 см. При этом вся почва переносится на фильтр. Первые порции фильтрата отбрасываются.

Описанный способ приготовления вытяжки можно заменить другим вариантом, который дает очень небольшое расхождение с вышеприведенным способом. Вытяжки взбалтываются 4 часа на ротаторе и затем отстаиваются в течение 20 часов. Из отстоявшегося раствора осторожно, чтобы не взмутить почву, пипеткой отбирают нужное для анализа количество жидкости.

Определение фосфорной кислоты. Подбирается партия пробирок в 40—50 штук таким образом, чтобы отмеренные в них 10 мл жидкости находились на одном уровне. Уровень жидкости в 10 мл отмечается на пробирке лаком, или восковым карандашом (тонкой чертой), или напильником.

В каждую пробирку градуированной пипеткой на 2 или 5 мл отмеривают 2 мл вытяжки и доливают дестиллированной водой приблизительно до 5 мл.

Испытуемые растворы не должны быть интенсивно окрашенными. В случае интенсивной окраски следует уменьшить количество испытуемого раствора—вместо 2 мл вытяжки, например, брать 1 мл.

Затем в пробирку наливают 1 мл сульфатмолибденового аммония, хорошо перемешивают и прибавляют 2 капли сернистокислого натрия и 2 капли гидрохинона.

Жидкость в пробирке доводится дестиллированной водой до метки, т. е. до 10 мл, и тщательно перемешивается.

Одновременно с испытуемыми пробирками готовится стандартная шкала из образцового раствора.

В качестве образцового берется раствор однозамещенного фосфата калия KH_2PO_4, содержащий в 1 мл 0,03 мг P_2O_5; раствор наливается в ряд пробирок в количествах, указанных в таблице.

Образцовый раствор отмеривается предварительно проверенной градуированной пипеткой на 1 мл или микробюреткой.

Пробирки с образцовой шкалой, так же как и испытуемые, доводятся дестиллированной водой до 5 мл, затем в них прибавляется по 1 мл сульфатмолибденового аммония и, после тщательного перемешивания, тотчас же по 2 капли сернистокислого натрия и по 2 капли гидрохинона.

Жидкость доводится водой до метки и перемешивается. Вся серия приготовленных таким образом пробирок (т. е. образцовые и испытуемые) ставится в термостат в деревянных штативах или стаканах на 6 часов при температуре 50—55° С.

Температуру нужно выдерживать совершенно точно в 50—55°С, так как отклонение в сторону увеличения или уменьшения неблагоприятно сказывается на результатах анализов.

Определение фосфорной кислоты производится сравнением окраски, получившейся в пробирках испытуемых растворов с окраской стандартных растворов шкалы.

Приготовление образцовой шкалы и результаты сравнения

№ пробирок	Количество куб. сантиметров образцового раствора	Содержание P_2O_5 в пробирках, в миллиграммах	Миллиграммов P_2O_5 на 100 г почвы, если взять для анализа 2 мл вытяжки	Миллиграммов P_2O_5 на 100 г почвы, если взять для анализа 1 мл вытяжки
1	0,10	0,003	1,5	3
2	0,20	0,006	3,0	6
3	0,30	0,009	4,5	9
4	0,40	0,012	6,0	12
5	0,50	0,015	7,5	15
6	0,60	0,018	9,0	18
7	0,70	0,021	10,5	21
8	0,90	0,027	13,5	27
9	1,10	0,033	16,5	33
10	1,30	0,039	19,5	39
11	1,50	0,045	22,5	45
12	1,70	0,051	25,5	51

Пробирки шкалы в последовательном порядке устанавливаются в деревянном штативе, задняя стенка которого заклеена листом белой бумаги. К испытуемой пробирке подбирается соответствующая ей по окраске пробирка с образцовым раствором. Показания выписываются сразу в миллиграммах P_2O_5 на 100 г почвы.

Окрашенные вытяжки и шкала сохраняют свою окраску не дольше 48 часов (2 суток). Поэтому рекомендуется вести определение сразу после 6-часового нагревания или не позднее следующего дня.

Приготовление реактивов.

1) Сульфатмолибденовый реактив. Растворяют 25 г молибденовокислого аммония в 825 мл дестиллированной воды. К раствору, по охлаждении, осторожно приливают 175 мл концентрированной серной кислоты удельного веса 1,84. Реактив хранится в темной склянке.

2) Раствор гидрохинона. Растворяют 0,25 г гидрохинона в 100 мл дестиллированной воды и добавляют 1 каплю концентрированной H_2SO_4 (удельного веса 1,84). Раствор хранить в темноте.

Реактив после растворения необходимо профильтровать через плотный фильтр, не содержащий P_2O_5, так как обычно соль бывает загрязнена.

Раствор гидрохинона очень быстро портится, поэтому его нужно чаще готовить. Пользоваться для определения сильно окрашенным раствором гидрохинона (при стоянии окрашивается) нельзя.

3) Раствор сульфита натрия Na_2SO_3. 20 г сернистокислого натрия растворяют в 80 мл дестиллированной воды и фильтруют.

4) Раствор фосфата для образцовой шкалы. Однозамещенный фосфат калия KH_2PO_4 перекристаллизовывают, сушат, берут навеску в 0,0575 г безводной соли и растворяют в мерной колбе на 1 л. Навеску следует брать на аналитических весах. Для удобства можно приготовить сначала более концентрированный раствор и потом развести его. Например, взять навеску фосфата в 5,750 г, растворить его в мерной колбе на 1 л. Из этого концентрированного раствора берут проверенной пипеткой 10 мл и еще раз разводят до 1 л. Тогда полученный раствор будет иметь нужную концентрацию — 1 мл = 0,03 мг P_2O_5.

5) Раствор 1% лимонной кислоты. 10 г кристаллической лимонной кислоты растворяют в 1 л воды.

Метод Труога. Автором для извлечения доступной P_2O_5 из почвы предложена обработка слабым раствором забуференной серной кислоты. Равновесие между почвой и предлагаемым автором реактивом наступает через полчаса.

Ход анализа. 2 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито в 1 мм, помещают в колбу Эрленмейера на 750 мл, взбалтывают в течение 30 минут с 400 мл реактива А. Фильтруют через беззольный фильтр, не содержащий фосфорной кислоты; первые порции фильтрата отбрасывают до тех пор, пока он не станет совершенно прозрачным. 50 мл фильтрата вливают в мер-

ную колбу на 100 мл, доводят до 95 мл, взбалтывают, прибавляют 4 мл реактива Б, встряхивают, вносят 6 капель реактива В, снова встряхивают и по истечении короткого времени быстро производят сравнение окраски с окраской образцовых растворов.

Для приготовления образцовых растворов 0,2195 г перекристаллизованного KH_2PO_4 растворяют в 1 л воды; после тщательного взбалтывания 50 мл этого основного раствора доводят дестиллированной водой до 500 мл и снова взбалтывают. Полученный рабочий раствор, содержащий 5 частей фосфора на миллион, применяется для приготовления образцовых растворов; для этой цели 5 мл рабочего раствора разбавляют в мерной на 100 мл колбочке дестиллированной водой до 95 мл, перемешивают, прибавляют 4 мл реактива Б, встряхивают, вносят 6 капель реактива В, снова встряхивают, доводят дестиллированной водой до метки и по истечении короткого времени колориметрируют. Окраска растворов после стояния в течение 10—12 минут ослабевает, но может быть снова восстановлена прибавлением одной капли реактива В, после чего окраска сохраняется еще в течение 10—12 минут. Полученный образцовый раствор содержит 0,25 части фосфора на миллион.

Разбавление испытуемых или образцовых растворов водой, после появления окраски, не допускается. Определение окраски можно вести и без помощи колориметра, сравнивая со шкалой стандартных растворов.

Приготовление стандартных растворов. Нумеруют 20—25 колб на 100 мл. В каждую колбу наливают стандартного раствора фосфата (см. образцовый раствор): в первую колбу — 0,5 мл, во вторую — 1 мл, в третью — 1,5 мл и т. д., увеличивая дозу раствора фосфата в каждой последующей колбе на 0,5 мл. Добавляют в каждую колбу воды до 95 мл, а затем, в той же последовательности, все необходимые реактивы (своевременно и тщательно перемешивать).

При большом количестве определений (40—60) весь анализ следует вести так. Наполняют все колбочки шкалы и колбочки с испытуемыми растворами; доливают до 95 мл водой (обязательно перемешать); прибавляют, начиная со стандартных растворов, раствор молибденовокислого аммония и тотчас после приливания перемешивают. Добавляют во все колбочки стандартной шкалы и половину колбочек с испытуемыми растворами $SnCl_2$, и все эти колбочки снова перемешивают. Колбочки доливают до метки водой и определяют фосфорную кислоту. Определение занимает 10—12 минут. Окончив, приступают к окрашиванию

и сравнению второй половины колбочек с испытуемыми растворами. Перед тем как сравнивать их со стандартной шкалой, во все колбочки шкалы прибавляют еще по капле реактива $SnCl_2$, чтобы возобновить успевшие несколько обесцветиться растворы. При соблюдении всех условий размера и количества по инструкции расчет анализа прост. Порядковый номер колбочки стандарта, умноженный на 2, дает количество миллиграммов P_2O_5 на 100 г почвы.

Реактив А. Приготовляют 0,1*N* раствор серной кислоты, определяют его титр и разводят водой до получения точно 0,002*N* раствора. Для доведения реакции раствора до pH = 3,0 прибавляют на 1 л 0,002*N* H_2SO_4 и 3 г $(NH_4)_2SO_4$.

Реактив Б. 25 г молибденовокислого аммония растворяют в 200 мл воды, нагретой предварительно до 60°, и фильтруют. 280 г концентрированной серной кислоты (примерно 36*N*) разбавляют водой до 800 мл. После остывания обоих растворов серную кислоту медленно приливают в молибденовокислый аммоний при помешивании; после вторичного остывания общий объем доводят водой точно до 1 л.

Реактив В. 25 г $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ растворяют в 1 л 10% соляной кислоты (по объему). Для защиты от действия воздуха на поверхность раствора наливают 5-миллилитровый слой белого машинного масла.

Примечание. Вода, фильтровальная бумага и все реактивы должны быть свободны от загрязнений мышьяком и фосфорной кислотой; посуда предварительно должна быть выдержана сутки с теплой хромовой смесью. Метод наиболее применим для черноземных почв.

Метод С. Дас (Das) для карбонатных почв. Подвижная фосфорная кислота извлекается с помощью 1% раствора K_2CO_3. В раствор поступают из почвы: а) фосфорная кислота дифосфата кальция и других легко растворимых и гидролизуемых минеральных фосфатов; б) фосфорная кислота органических соединений, растворимых в K_2CO_3. Раствор щелочи должен извлекать, кроме того, и поглощенную фосфорную кислоту, вытесняя ее в раствор гидроксильными ионами. По исследованиям автора (в Индии), метод оказался особенно пригодным для щелочных и известковых почв.

Ход анализа. 100 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито в 2 мм, взбалтывают 24 часа на ротаторе с 1 л 1% раствора K_2CO_3. Вытяжка отсасывается и нейтрализуется почти полностью азотной кислотой, после чего добавляется соляная кислота до нейтральной реакции. В нейтрализованном фильтрате фосфорная кислота определяется весовым методом — осаждается молибденовокислым аммонием.

Жориковым А. Е. описан метод определения подвижной P_2O_5 карбонатных почв с помощью извлечения углекислым аммонием.

Ход анализа. В коническую колбу на 200—250 мл 5 г почвы, просеянной через сито в 1 мм, смешивают с 100 мл 1% углекислого аммония, взбалтывают 2—3 минуты и оставляют стоять до следующего дня. Через 22—24 часа вытяжки еще раз взбалтывают и фильтруют через складчатый беззольный фильтр.

Для подготовки к колориметрическому анализу окрашенные органическим веществом вытяжки должны быть обесцвечены. С этой целью 5—20 мл вытяжки, в зависимости от концентрации в них фосфатов, помещают в коническую колбочку, добавляют к ним 2 мл разбавленной серной кислоты, 4 мл полунормального раствора перманганата и кипятят 2 минуты. Избыток перманганата обесцвечивают посредством добавления к горячему еще раствору 1 мл 10% глюкозы и раствор охлаждают. Затем избыток кислоты нейтрализуют 10% раствором соды в присутствии 3 капель насыщенного водного раствора β-динитрофенола до появления светложелтой окраски. Если вытяжки не окрашены, то производят только нейтрализацию углекислого аммония 10—20% раствором серной кислоты до слабожелтого окрашивания с β-динитрофенолом.

Нейтральные вытяжки переносят в мерные колбочки на 50 мл, смешивают с 2 мл молибденового реактива и разбавляют водой до черты. Параллельно с вытяжкой готовят образцовый раствор. Для этого к 5 мл разбавленного раствора фосфата калия добавляют 3 капли β-динитрофенола и 1% серной кислоты до слабого желтого окрашивания; затем приливают 2 мл молибденового реактива и жидкость разбавляют водой до 50 мл.

К испытуемым и образцовым растворам добавляют по 0,5 мл раствора хлористого олова, колбочки многократно взбалтывают и оставляют стоять перед колориметрированием на 5 минут. При наличии фосфора вытяжки окрашиваются в голубой цвет.

Окраска испытуемых растворов измеряется в колориметре посредством сравнения с образцовым раствором. При сравнении нужно следить, чтобы верхние цилиндры все время находились в жидкости, а под дном у них не было пузырьков воздуха.

Если окажется, что испытуемый раствор более чем в 2 раза отличается от образцового, то необходимо будет приготовить новый испытуемый раствор, соответственно изменив в нем концентрацию фосфора посредством изменения первоначального объема вытяжки для анализа. При смене колориметрируемых растворов стаканчики и цилиндры колориметра ополаскивают дестиллированной водой и затем последующим просматриваемым раствором.

Колориметрирование одновременно окрашенной партии растворов должно продолжаться не более 30—40 минут, так как со временем окраска изменяется, а в слабых растворах возможно помутнение. При массовых анализах следует одновременно окрашивать не более 12—14 испытуемых; в зависимости от навыка аналитика эта цифра может быть несколько увеличена.

Для контроля на чистоту реактивов с каждой партией анализов производится холостое определение. С этой целью 100 мл 1% раствора углекислого аммония фильтруют одновременно с вытяжками и затем 100 мл этого раствора колориметрируют точно так же, как и вытяжки из почв. Содержание фосфора в почве, в мг P_2O_5 на 1 кг, вычисляется по формуле:

$$\left(\frac{a \cdot b \cdot m \cdot 20}{n}\right) - P,$$

где a — количество миллиграммов P_2O_5 в 1 л образцового раствора,

b — отношение отсчета образцового раствора к отсчету испытуемого раствора в колориметре,

m — величина разбавления вытяжки,

n — величина разбавления образцового раствора,

20 — отношение объема раствора углекислого аммония к навеске почвы при приготовлении вытяжки,

P — поправка на холостое определение.

Приготовление молибденового реактива. В фарфоровую чашку помещают 75 мл серной кислоты удельного веса 1,785 и прибавляют к ней 3,762 г MoO_3 (или 4,232 г H_2MoO_4). Слабо кипятят, перемешивая содержимое до полного растворения, и переливают тонкой струей в 300 мл дестиллированной воды, при взбалтывании последней, охлаждают и доводят водой до 500 мл; сохраняют в темном месте.

Хлористое олово. 0,0612 г хлористого олова ($SnCl_2$) растворяют в 12 мл дестиллированной воды, или 0,1 г мелко раздробленного металлического олова растворяют при нагревании в 5 мл крепкой соляной кислоты и после охлаждения разводят водой до 10 мл. Раствор готовят непосредственно перед использованием и сохраняют не более 1 дня.

Образцовый раствор фосфата. 1,9167 г химически чистого, свеже перекристаллизованного кислого фосфорнокислого калия (KH_2PO_4) растворяют в 1000 мл воды, 50 мл полученного раствора разводят водой до 1000 мл, а затем 100 мл последнего раствора разбавляют водой в мерной колбе до 1 л. Последний раствор употребляется для приготовления образцового раствора при колориметровании и содержит 5 мг P_2O_5 в 1 000 мл.

Примерно то же дается Масловой А. и Кирилловой М. в работе «Метод Дас для определения подвижной P_2O_5 почв Армении».

Метод проростков по Нейбауэру является промежуточным

между методами химическим и вегетационным. В качестве растворителя доступных питательных веществ здесь используется растение. Для того чтобы извлечь из почвы в короткий срок возможно большее количество усвояемых питательных веществ, по Нейбауэру, большое количество растений высаживают на сравнительно малый объем почвы. В качестве опытного растения употребляют рожь, 100 зерен которой высаживают на 100 г почвы, смешанной с 300 г чистого кварцевого песка. Через 17 дней после посева растения убирают, причем в каждой чашке должно быть не меньше 94 нормально развитых растений. Урожай — проростки и корни — осторожно сжигают, золу обрабатывают HCl и, после отделения SiO_2, определяют в растворе фосфорную кислоту и калий. Фосфорную кислоту определяют по Лоренцу, калий — по хлорплатинатному методу. Результаты выражают в миллиграммах на 100 г абсолютно-сухой почвы.

По Нейбауэру, почва считается достаточно обеспеченной питательными веществами, если проростки ржи извлекли из нее 24 мг K_2O и 8 мг P_2O_5. Для проведения опытов по методу Нейбауэра необходимо иметь:

1) Тонкий кварцевый песок, промытый соляной кислотой, потом простой водой и, наконец, дестиллированной водой и высушенный при 150°.

2) Семена ржи, совершенно целые, всхожестью не ниже 94—96% и весом 1 000 зерен около 40 г. Перед опытом они протравливаются 0,1% раствором фенолхлорной ртути (к 1 г фенолхлорной ртути прибавляется 7 мл 0,1*N* едкого натра). Семена выдерживаются в этом растворе $1^1/_2$ часа, просушиваются фильтровальной бумагой и неделю лежат на воздухе тонким слоем.

3) Стеклянные кристаллизаторы с плоским дном диаметром 11—11,5 см и высотой 6 см, предварительно промытые 5% содой и отмытые затем водой.

Набивка чашек (кристаллизаторов). Для каждой почвы необходимо иметь 4 чашки (2 контрольные с кварцевым песком и 2 с почвой), предварительно взвешенные. 100 г почвы, просеянной через сито в 1 или 2 мм, смешивают с 50 г кварцевого песка; смесь ровным слоем расстилают по дну чашки, смачивают 20 мл дестиллированной воды и хорошо перемешивают. После этого отвешивают 180 г кварцевого песка, смачивают 40 мл дестиллированной воды и расстилают ровным слоем поверх почвы. После посева поверх семян насыпают 70 г песка, смоченного 20 мл дестиллированной воды. Таким образом вес почвы и песка равен 400 г, воды — 80 мл.

Перед внесением песка в середину чашки вставляют стеклянную трубку длиной немного меньше 7 см, т. е. высоты самой чашки. Трубка служит для поливки чашек и обмена воздуха.

В контрольной чашке набивают 400 г кварцевого песка, точно так же как и с почвой, и столько же дают дестиллированной воды.

Посев и уход за растениями. 100 зерен ржи, точно взвешенных, равномерно распределяют на поверхности песка и каждое зерно вдавливается в песок зародышем вниз. После посева чашки закрывают стеклом, которое снимают только после того, как растения достигнут высоты кристаллизатора. Чашки стоят в комнате на рассеянном свету при температуре 18—20°. Общий вес чашки равен весу самой чашки+вес 100 зерен+480 г почвы, песка, воды.

Поливка производится 1 раз в день при помощи опрыскивания из промывалки. Когда растения подрастут, полив идет из промывалки через стеклянную трубку.

Для отсчета 100 зерен и для посадки их в почву пользуются особым «счетчиком» и «сажалкой» — предметами весьма простыми, но очень облегчающими и ускоряющими работу.

Уборка и анализ растений. Уборку производят через 17 дней после посева. Содержимое кристаллизаторов вытряхивают целиком на сито в 1 мм, диаметром 26 см и высоты 7,5 см, придерживая растения рукой, отмывают почву струей воды из водопровода, причем струю осторожно сбоку направляют на сито и последнее медленно поворачивают. Дают воде стечь, переносят растения с оставшейся почвой на плоскую тарелку. В ней они быстро два раза промываются дестиллированной водой для удаления песка и водопроводной воды. Растения считают и убеждаются, что проросло не меньше 94, в противном случае такие чашки бракуют. Сито очищают от песка, на него вновь кладут корешки и струей воды отмывают от почвы. Все корешки собирают на одной тарелке; непроросшие зерна, шелуха, обрывки от корешков прибавляют к целым корешкам. Очищенные корешки, так же как и растения, промывают дважды дестиллированной водой. Урожай контрольных и основных чашек поступает в анализ на содержание в растительной массе фосфорной кислоты и калия. Если сжечь урожай сразу не успевают, то следует просушивать урожай сперва на воздухе, а потом в термостате при температуре 30—40° С.

Сожжение урожая и отделение K_2O от P_2O_5. Сырую или просушенную массу, для того чтобы озоление

происходило равномерно, переносят в платиновую чашку на 100 мл, обливают 15 мл известковой воды, приблизительно $^1/_{30}N$, выпаривают на водяной бане, переносят чашку на горелку с грибком и на треугольнике постепенно производят обугливание. Чашку с обугленной массой переносят в муфель, где озоление происходит до конца. Озоление нужно вести осторожно (только до темнокрасного каления). Зола получается белая или сероватобелая.

Слабо подкисленную (2—3 мл 25% HCl) золу горячей водой переносят в мерную колбу на 100 мл. В колбу приливают столько воды, чтобы в ней оставалось место для небольшого количества известкового молока. В колбу прибавляют 1 каплю фенолфталеина и приливают известковое молоко [$Ca(OH)_2$] до тех пор, пока раствор в колбе длительно не окрасится в розовый цвет. После этого колбу основательно перемешивают, доводят до метки и фильтруют через маленький (7 см) слабый фильтр (белая обмотка). В фильтрате определяют K_2O, в осадке — P_2O_5.

Методы определения доступного растениям калия в почве

Метод Пейве. Извлечение калия из почвы производят обработкой ее 1,0*N* раствором хлористого натрия. Определение перешедшего в вытяжку калия ведут при помощи сухой соли кобальтнитрита натрия. В основу метода положен принцип наименьших концентраций, состоящий в том, что образование осадка при осаждении калия кобальтнитритом натрия происходит лишь до определенной наименьшей концентрации калия в данном растворе. Эта концентрация при определенной температуре и условиях осаждения является практически величиной постоянной и легко определимой. Примерно наименьшая концентрация калия в миллиграммах на 1 л в интервале 12—24° равна величине температуры в градусах Цельсия. Путем разбавления раствора перед осаждением калия можно найти для данного раствора наименьшую концентрацию и, учитывая разбавление, вычислить содержание калия в исследуемом растворе. Последнее будет равно произведению величины наименьшей концентрации калия в миллиграммах на 1 л, при данной температуре, на степень разбавления раствора, при которой данная концентрация калия была достигнута. Учитывая сказанное выше о зависимости наименьшей концентрации калия и температуры, для вычисления содержания калия в исследуемом растворе необходимо цифру температуры, при которой ведут опре-

деление, умножить на степень разбавления раствора, при которой была достигнута наименьшая концентрация. Найденное количество калия в миллиграммах на 1 л испытуемого раствора перечисляют на 100 г почвы.

Ход анализа. 25 г почвы обливают 50 мл 1,0*N* хлористого натрия, взбалтывают в течение 5 минут от руки или на аппарате для взбалтывания и фильтруют через плотный складчатый фильтр. В ряд пробирок, с меткою на 5 мл, при помощи точной пипетки с делениями вносят следующие количества фильтрата: 5,0, 4,0, 3,0, 2,5, 2,0, 1,8, 1,5, 1,2, 1,0 мл. Все пробирки, кроме первой, доливают 1,0*N* хлористым натром до черты, обозначающей объем 5 мл. В каждую пробирку при помощи особой мерной ложечки добавляют 0,1 г сухого реактива кобальтнитрита натрия. В одну пробирку с хлористым натрием (вне шкалы) вставляют термометр. В целях экономии реактива его полезно внести сначала в пробирки только с 5,0, 2,5, 1,5 мл вытяжки, а затем, в случае немедленного появления мути, добавлять реактив только в более разбавленные растворы. Через 30 минут производят наблюдения выпадения осадка; отмечают пробирку, в которой не наблюдается выпадение осадка, т. е. в которой концентрация калия и будет равна его наименьшей концентрации образования осадка при данной температуре. Отсчитывая температуру и зная степень разбавления исследуемой вытяжки, путем перемножения их находят содержание калия в 1 л данной вытяжки.

В случае если и в последней пробирке образуется осадок, то определенный объем испытуемой вытяжки разбавляют 1,0*N* хлористым натрием в два раза и в этой разбавленной вытяжке также определяют калий, как описано выше. Затем, при вычислении, вводят в таком случае поправку на разбавление, т. е. умножают конечный результат на два.

Пример записи и вычисления результатов

Название почвы	Глубина взятия образца в см	Навеска почвы в г	Прибавлено 1,0 *N* NaCl мл	Фильтрата (в мл) в пробирке, где не выпал осадок	Степень разбавления фильтрата в пробирке	Температура фильтрата	K_2O мг на 1 л фильтрата	Сколько г почвы соответствует 1 л фильтрата	K_2O мг на 100 г почвы
Средне подзолистая .	0—15	25	50	2,5	5:2,5=2	20°	2·20=40	500	40:5=8

Для вычисления можно пользоваться готовой таблицей:

Таблица для расчетов содержания K_2O в почве при различных температурах и разбавлениях в 1,0 *N* растворах NaCl

Температура раствора в °С	Концентрация K_2O в пробирке, где нет осаждения	Количество мл вытяжки, взятое для определения, при котором нет явлений осадка								
		5,0	4,0	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
		Количество K_2O (в миллиграммах) на 100 г почвы								
24	24	4,8	6,0	8,0	9,6	12,0	13,5	15,8	20,0	24,0
23	23	4,5	5,7	7,7	9,2	11,5	12,8	15,2	19,1	23,0
22	22	4,4	5,5	7,33	8,8	11,0	12,2	14,6	18,3	22,0
21	21	4,2	5,25	7,0	8,4	10,5	11,6	14,0	17,5	21,0
20	20	4,0	5,0	5,7	8,0	10,0	11,1	13,3	16,7	20,0
19	19	3,8	4,75	6,3	7,5	9,5	10,5	12,5	15,8	19,0
18	18	3,6	4,5	5,0	7,2	9,0	10,0	12,0	15,0	18,0
17	17	3,4	4,25	5,55	6,8	8,5	9,4	11,3	14,1	17,0
16	16	3,2	4,0	5,34	6,4	8,0	8,9	10,7	13,3	16,0
15	15	3,0	3,7	5,0	6,0	7,5	8,3	10,0	12,5	15,0
14	14	2,8	3,5	4,7	5,6	7,0	7,8	9,3	11,7	14,0
13	13	2,6	3,25	4,3	5,2	6,5	7,2	8,5	10,8	13,0
12	12	2,4	3,0	4,0	4,8	6,0	6,7	8,0	10,0	12,0

Пользуются этой таблицей следующим образом: количество калия в миллиграммах на 100 г почвы находится на пересечении горизонтальной линии, идущей от цифры температур, при которой проводился анализ, и вертикальной линии от цифры миллилитров почвенной вытяжки, при которых уже нет мути от осадка калия.

По данным полевых опытов, лен реагирует на калийные удобрения только при содержании на 100 г почвы меньше 10 мг калия, определяемого по методу Пейве.

Реактивы:

1) 1,0*N* раствор хлористого натрия. Растворяют 58,5 г чистого хлористого натрия в дестиллированной воде и доводят водой из литровой колбы до черты.

2) Сухой реактив кобальтнитрита натрия продается готовый. При растворении его в 1,0*N* растворе хлористого натрия, не содержащем калия, не должно быть и следов мути.

Метод Голубева И. Ф. — см. определение поглощенного калия.

Метод Нейбауэра — см. методы определения доступной растениям P_2O_5 в почве.

Метод Гоффера — см. метод качественного определения азотообеспеченности почвы доступным растениям азотом и калием.

Определение потребности почвы в извести

Наличие в почве значительных количеств обменного водородного иона, или, точнее, значительной ненасыщенности основаниями, ведет к развитию целого ряда отрицательных агрономических свойств почвы:

1) кислой реакции, вредной для целого ряда культурных растений;

2) подавлению полезной микробиологической деятельности в почве;

3) увеличению подвижности гумуса и его потери благодаря вымыванию;

4) обеднению коллоидами верхних слоев почвы, что ведет к ухудшению их структурности, заплыванию. Одновременно нижние горизонты почвы забиваются минеральными коллоидами — уплотняются, становясь водонепроницаемыми и трудно проницаемыми для корней растений.

Внесение извести в почву имеет целью уничтожение ненасыщенности почв и благодаря этому устранение перечисленных выше отрицательных свойств почвы. Необходимо установить степень нуждаемости почв в извести.

В качестве лабораторных методов определения потребности почв в извести рекомендуется:

1) определение pH в KCl-вытяжке (или суспензии);

2) определение гидролитической кислотности;

3) определение степени насыщенности основаниями.

В зависимости от результатов этих определений почвы разбиваются по группам следующим образом (см. таблицу на стр. 327).

Всесоюзным институтом удобрений и агропочвоведения установлены примерные площади почв на территории европейской части Советского Союза, нуждающиеся в известковании в первую очередь.

БССР	1 334 633 га	Ивановская обл. . . .	869 462 га
Западная обл. . . .	1 642 984 »	Горьковская » . . .	2 131 700 »
Ленинградская обл. .	668 600 »	б. Уральская » . . .	427 600 »
Московская » .	780 740 »		

Распределение почв на группы по степени нуждаемости в извести

Степень нуждаемости в извести	pH солевой вытяжки	Степень насыщенности (в процентах)	Под какие растения следует известковать
Сильно нуждаются	pH 4,5 и меньше	Меньше 70	Почти все обычные наши культуры значительно повышают урожай от известкования (за исключением люпина, картофеля)
	pH 5,5 и меньше	55 и меньше	
Нуждаются	pH 4,5 и меньше	70—80	То же самое, но при pH выше 5,0 для овса, ржи и турнепса увеличения урожаев может не быть
	pH4,5—5,5	55—70	
	pH больше 5,5	Меньше 55	
Слабо нуждаются	pH 4,5—5,5	70—80	Под растения, наиболее чувствительные к почвенной кислотности: люцерна, клевер, свекла сахарная, столовая и кормовая, пшеница, ячмень, капуста, горчица и др.
	pH больше 5,5	55—70	
Не нуждаются	pH больше 5,5	Больше 70	

В первую очередь в основном нуждаются в извести почвы подзолистой зоны, но почвы некоторых других зон также могут нуждаться в известковании.

Нуждаемость в извести устанавливается на основании определения обменной кислотности вытяжки с KCl по величине pH. Это определение позволяет примерно отнести почву к одной из групп.

pH выше 5,5 . . . . . почвы в извести не нуждаются;
pH = 5,5—4,5 . . . . . почвы средне нуждаются в извести;
pH кислее 4,5 . . . . . почвы сильно нуждаются в извести.

Технику определения pH — см. определение обменной кислотности в главе об определении реакции почв (электрометрически и колориметрически).

Доза извести устанавливается на основании определения гидролитической кислотности (см. главу об определении

поглощенных катионов — определение поглощенного водородного иона по методу Каппена).

Практически при определении гидролитической кислотности берут: 40 г воздушно-сухой почвы, 100 мл 1,0*N* уксуснокислого натрия, взбалтывают 1 час и для титрования берут 50 мл фильтрата.

В качестве коэфициента на неполноту вытеснения берут 1,75, умножая на который получают таким образом величину полной гидролитической кислотности. Ее выражают или в миллилитрах 0,1*N* NaOH на 100 г почвы или в миллиэквивалентах Н-иона. Умножением результатов на 1,5 получают дозу $CaCO_3$ на 1 га; в центнерах, если умножают на 1,5 количество миллилитров 0,1*N* щелочи, или в т/га, если умножают Н-ион выраженный в миллиэквивалентах на 100 г почвы. Дозу извести можно вычислить в ц/га непосредственно умножением количества кубиков точного раствора 0,1*N* NaOH, пошедшего на титрование 50 мл фильтрата, на 13,125. ($A \cdot 5 \cdot 1{,}75 \cdot 1{,}5$).

Удобно пользоваться готовыми таблицами для вычисления дозы извести (см. стр. 329).

Доза извести может быть установлена, пользуясь методом количественного учета поглощенного водородного иона по Ремезову. Результаты определения Н-иона по данному методу позволяют установить дозу извести, необходимую для замещения кальцием желаемой части поглощенного водородного иона до заданного pH. Количество кубиков $Ca(OH)_2$, прибавленное в колбу, суспензия которой имела желательную величину pH, помножают на титр $Ca(OH)_2$, выраженный в миллиэквивалентах водорода, а затем на 10 для перечисления на 100 г почвы. Результат вычисления будет равен процентному содержанию поглощенного Н-иона в почве, замещаемого при данной реакции (подробнее см. определение поглощенных катионов в некарбонатной почве).

Для вычисления дозы извести, необходимой для нейтрализации желаемой части поглощенного Н-иона, процент Н, вытесненного при данной реакции, помножить на 1 500, что, принимая вес пахотного слоя 3 000 т/га, дает количество чистого $CaCO_3$ в т/га. Так как известь недостаточно хорошо перемешивается с почвой, то поэтому определенная экспериментально доза извести может быть увеличена. Вейсман рекомендует множитель 1,5; величина этого множителя зависит, однако, от тонкости помола вносимого известняка, свойств почвы, характера севооборота и характера сопутствующих удобрений.

Таблица для вычисления дозы извести по количеству куб. сантиметров NaOH (0,1*N*), израсходованного на титрование 50 мл фильтрата при определении гидролитической кислотности

мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га	мл NaOH	$CaCO_3$ ц/га
1,0	13,0																
1,1	14,3	2,1	27,3	3,1	40,3	4,1	53,3	5,1	66,3	6,1	79,8	7,1	92,3	8,1	105,3		
1,2	15,6	2,2	28,6	3,2	41,6	4,2	54,6	5,2	67,6	6,2	80,6	7,2	93,6	8,2	106,6		
1,3	16,9	2,3	29,9	3,3	42,9	4,3	55,9	5,3	68,9	6,3	81,9	7,3	94,9	8,3	107,9		
1,4	18,2	2,4	31,2	3,4	44,2	4,4	57,2	5,4	70,2	6,4	83,2	7,4	96,2	8,4	109,2		
1,5	19,5	2,5	32,5	3,5	45,5	4,5	58,5	5,5	71,5	6,5	84,5	7,5	97,5	8,5	110,5		
1,6	20,8	2,6	33,8	3,6	46,8	4,6	59,8	5,6	72,8	6,6	85,8	7,6	98,8	8,6	111,8		
1,7	22,1	2,7	35,1	3,7	48,1	4,7	61,1	5,7	74,1	6,7	87,1	7,7	100,1	8,7	113,1		
1,8	23,4	2,8	36,4	3,8	49,4	4,8	62,4	5,8	75,5	6,8	88,4	7,8	101,4	8,8	114,4		
1,9	24,7	2,9	37,7	3,9	50,7	4,9	63,7	5,9	76,7	6,9	89,7	7,9	102,7	8,9	115,7		
2,0	26,0	3,0	39,0	4,0	52,0	5,0	65,0	6,0	78,0	7,0	91,0	8,0	104,0	9,0	117,0		

Степень насыщенности основаниями. Знание насыщенности основаниями в связи с вопросами известкования необходимо в тех случаях, когда по данным pH солевой вытяжки и гидролитической кислотности трудно решить вопрос о целесообразности известкования. Например, когда: 1) pH солевой вытяжки лежит между 5,5—4,5; 2) когда pH солевой вытяжки меньше 4,5, а требуемая по гидролитической кислотности доза извести очень мала (2—3 т/га).

Степень насыщенности почв основаниями вычисляют по данным определения суммы поглощенных оснований (наиболее прост метод Каппена) и гидролитической кислотности (H). Расчет делают по формуле:

$$v = \frac{S}{S+H} \cdot 100 \text{ (в \%)}.$$

Примерно, если степень насыщенности больше 70%, почва в извести не нуждается; если степень насыщенности 70—50%, почва средне нуждается в извести; при насыщенности меньше 50% почва сильно нуждается в извести.

Более точно соотношение степени насыщенности основаниями с величиной pH солевой вытяжки для установления нуждаемости почвы в извести дается в таблице «Распределение почв на группы по степени нуждаемости в извести» (см. стр. 327).

Определение подвижного алюминия по Пейве

Полевыми опытами и лабораторными исследованиями установлено, что наличие подвижного алюминия в подзолистых почвах является одним из факторов, снижающих урожайность льна и эффективность калийных и аммиачных удобрений, вносимых под лен.

Аналогичное действие подвижного Al сказывается в почвах и на ряде других культур. Содержание подвижного алюминия и его вредное действие на лен и другие растения можно понизить известкованием почвы или применением на ней фосфорных и органических удобрений.

По Пейве, Al наиболее целесообразно определить в почвенных солевых вытяжках, так как почвенный раствор при внесении минеральных удобрений представляет не что иное, как более или менее слабый солевой раствор. Определение в вытяжках основано на том же принципе, что и определение калия по Пейве (см. выше).

Ход анализа. Навеску почвы в 40 г в течение одного часа взбалтывают на ротаторе со 100 мл 1,0*N* раствора KCl. Одновременно подготовляют штатив с 9 нумерованными и подобранными по размеру пробирками. Вытяжку фильтруют и фильтрат вносят в пробирки при помощи пипетки с делением на 0,1 мл в количествах, указанных ниже в таблице. Все пробирки, кроме первой, доливают 1,0*N* раствором KCl точно до объема в 5,0 мл. Затем в них приливают по 1,0 мл реактива 2 и после встряхивания добавляют по одной капле реактива 3. Содержание пробирок хорошо перемешивают, после чего их ставят на 10 минут в стакан с кипящей водой (для предохранения от взбалтывания рекомендуется положить на дно стакана металлическую сетку). Затем пробирки переносят на места в штатив и оставляют стоять 30—40 минут, чтобы они охладились. По истечении этого времени приступают к наблюдению за осадками (лучше при дневном свете). Все окрашенные в ясный цвет пробирки содержат осадок $Al(OH)_3$, который легко можно разглядеть; первая вслед за окрашенной пробирка, в которой не обнаружено осадка (мути), отмечается [1] и по номеру ее, по таблице, приводимой ниже, находится количество подвижного Al в почве.

[1] Концентрация в этой пробирке при данных условиях осаждения и наблюдения является постоянной (1,3 мг на 1 л).

	№ пробирок								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Количество мл вытяжки, взятой на определение . .	5	4	3	2,5	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0
Количество подвижного Al на 100 г почвы (в мг) . .	0,39	0,49	0,65	0,78	0,97	1,08	1,30	1,62	1,95

При более высоком содержании подвижного Al в почве вытяжку перед определением разбавляют и найденные по таблице количества Al соответственно увеличивают. При pH выше 5,0—5,5 подвижной Al в почвах отсутствует. Данные определения Al в вытяжках по описанному методу дают, по Пейве, результаты, согласные с методом Joe и Hill в разработке Голубева Б. А.

Реактивы:

1) 1,0*N* KCl. 74,6 г KCl растворяют в 1 л дестиллированной воды и фильтруют через плотный фильтр. pH раствора должен быть 6,0—6,3.

2) Приготовляют насыщенный при комнатной температуре раствор NH_4Cl, отфильтровывают его и к 200 мл раствора прибавляют 1 мл 25% аммиака; pH этого раствора должен быть 7,8—7,9.

3) 0,1 г конгорот растворяют в 100 мл горячей воды.

АНАЛИЗ УДОБРЕНИЙ

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ

1. Азотные удобрения

А. Удобрения с аммиачной формой азота:
1) сульфат аммония $(NH_4)_2SO_4$,
2) хлористый аммоний NH_4Cl,
3) калькаммон $NH_4Cl \cdot CaCO_3$,
4) мочевина $CO(NH_2)_2$,
5) цианамид кальция $CaCN_2$.

Определение влажности. 1) Сульфат аммония. Около 5 г хорошо измельченного сульфата аммония сушат в сушильном шкафу при температуре 100°С в течение 2 часов. Влажность определяют по формуле:

$$\frac{a \cdot 100}{n},$$

где a — количество воды,
n — навеска.

2) Хлористый аммоний. Около 5 г хорошо измельченного хлористого аммония сушат до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 80° С. Влажность вычисляют по той же формуле, что и для сульфата аммония.

3) Калькаммон. Влажность определяют так же, как и хлористого аммония.

4) Мочевина. Влажность не определяется.

5) Цианамид кальция. Влажность определяется только в долго лежащем туке. В этом случае навеску цианамида около 5 г сушат до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 105°С. Влажность вычисляют по вышеприведенной формуле.

Определение азота. 1) Сульфат аммония. Согласно $\frac{\text{ОСТ}\ \ 6443}{\text{НКТП}\ \ 320}$ определение азота производят следующим образом. 20 г сульфата аммония растворяют в дестиллированной

воде, фильтруют, собирают фильтрат и промывные воды в мерную колбу на 500 мл, добавляют раствор до метки и хорошо перемешивают.

25 мл полученного раствора переносят пипеткой в колбу Эрленмейера на 700 мл, нейтрализуют в присутствии метилоранжа 0,1*N* раствором едкого натра приливают 50 мл 0,5*N* едкого натра и, закрыв колбу маленькой воронкой, кипятят до тех пор, пока объем жидкости не уменьшится до $^1/_3$ первоначального.

По охлаждении, смыв в колбу с внутренней и наружной сторон воронки и со стенок колбы, избыток щелочи оттитровывают 0,5*N* раствором серной кислоты.

По окончании титрования к раствору прибавляют реактив Несслера и убеждаются в полной отгонке аммиака.

Процентное содержание азота вычисляют по формуле:

$$\frac{(50-b)\cdot 0,007004\cdot 20\cdot 100}{a\,(100-p)\cdot 0,01},$$

где b — количество миллилитров 0,5*N* серной кислоты, пошедшей на титрование избытка щелочи,

a — навеска,

p — содержание влаги в процентах.

2) Х л о р и с т ы й а м м о н и й. Навеску измельченного хлористого аммония около 10 г растворяют в химическом стакане емкостью 200—250 мл в 50—75 мл дестиллированной воды, прозрачный раствор хлористого аммония переносят в мерную колбу емкостью 500 мл. Тщательно споласкивают несколько раз дестиллированной водой стакан, в котором производилось растворение, сливая жидкость в мерную колбу, затем доводят содержимое колбы дестиллированной водой до метки и хорошо перемешивают.

Если раствор в мерной колбе по какой-либо причине будет мутным, его фильтруют через сухой фильтр.

Из полученной таким образом вытяжки берут пипеткой 25 мл и переносят ее в плоскодонную колбу (или Эрленмейера) для отгона емкостью 500 мл, приливают 150 мл дестиллированной воды, затем быстро приливают по стенке колбы 50 мл 40% раствора едкого натра (можно технического), немедленно соединяют колбу с каплеуловителем прибора для отгонки и приступают к отгонке аммиака. В приемник для поглощения аммиака приливают 100 мл 0,1*N* раствора серной кислоты. Реакция выделения аммиака происходит по следующему уравнению:

$$NH_4Cl + NaOH = NH_3 + NaCl + H_2O.$$

Поглощение выделяющегося аммиака серной кислотой происходит по уравнению:

$$2NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4.$$

Отгон прекращают тогда, когда несколько капель его не будут давать реакции с реактивом Несслера. Для этого трубочку с шариком вынимают из титрованной серной кислоты, тщательно обмывают ее снаружи из промывалки дестиллированной водой и собирают небольшое количество отгона в пробирку. При пробе с реактивом Несслера допускается слабожелтое окрашивание жидкости. Обычно полнота отгона аммиака наступает, когда перегонится половина жидкости, на что требуется 1—2 часа, в зависимости от качества газа.

По окончании отгона аммиака трубочку с шариком отсоединяют от прибора, промывают ее несколько раз снаружи и внутри дестиллированной водой из промывалки; к жидкости в стакане, в котором производилось поглощение аммиака, прибавляют 5 капель индикатора (метилрота или метилоранжа) и избыток серной кислоты, не связанной с аммиаком, оттитровывают 0,1N раствором едкого натра.

1 мл 0,1N едкого натра соответствует 0,0014 г азота. Вычисление количества азота производят по следующей формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0,0014\cdot 100}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1N раствора едкого натра, идущего на титрование 100 мл серной кислоты, взятой в приемник;

b — количество миллилитров 0,1N раствора едкого натра, израсходованного на титрование серной кислоты после отгона аммиака;

n — навеска, отвечающая объему вытяжки, взятому для анализа.

Количество азота на сухое вещество вычисляется по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0,0014\cdot 100}{0,01\,(100-p)\cdot n},$$

где p — процент влаги.

При проведении большого количества анализов употребляют специальные приборы для отгонки аммиака, позволяющие одновременно производить 10 и более определений.

Кроме описанных стандартных методов определения азота в сульфате аммония и хлористом аммонии, значительным распро-

странением пользуются формалиновый и бромиодометрический методы, а также метод Кнопца, описание которых имеются почти во всех руководствах по анализу удобрений.

Определение свободной серной кислоты производится только при анализе сульфата аммония. Определение согласно ОСТ производится следующим образом. Из приготовленной вытяжки (см. определение азота) берут пипеткой 100 мл, помещают в колбу Эрленмейера и титруют на холоду 0,1*N* раствором едкого натра при индикаторе метилоранж.

Процентное содержание свободной серной кислоты вычисляют по следующей формуле: $\frac{a \cdot 0,0049 \cdot 100}{n}$,

где a — количество миллилитров 0,1*N* раствора едкого натра, израсходованного на титрование,

n — навеска, отвечающая взятому объему вытяжки для анализа.

ОСТ допускает наличие в сульфате аммония свободной серной кислоты не более 0,5%.

Определение роданистых соединений производится также только при анализе сульфата аммония. Определение по ОСТ производится следующим образом. Навеску сульфата аммония около 1—2 г растворяют в небольшом количестве дестиллированной воды, подкисляют небольшим количеством химически чистой соляной кислоты и прибавляют несколько капель раствора хлорного железа.

ОСТ допускает только слаборозовое окрашивание раствора.

3) К а л ь к а м м о н. Влажность и азот определяются так же, как и в хлористом аммонии.

4) М о ч е в и н а. Наиболее простым способом определения азота в мочевине является метод Кенига, сущность которого заключается в переводе азота в аммиачную форму и нагревании с крепкой серной кислотой. Определение производят следующим образом. Навеску мочевины в 5 г помещают в колбу Кьельдаля емкостью 250 мл, приливают 10 мл дестиллированной воды и 20 мл серной кислоты удельного веса 1,84, затем нагревают на слабом пламени горелки до полного выделения углекислоты:

$$CO(NH_2)_2 + 2H_2SO_4 + H_2O = 2NH_4HSO_4 + CO_2.$$

По окончании выделения углекислоты жидкость в колбе нагревают в течение нескольких минут на полном пламени горелки.

По охлаждении колбы содержимое ее разбавляют дестиллированной водой и переносят в мерную колбу емкостью 500 мл, добавляют водой до метки, хорошо перемешивают и для анализа берут пипеткой 50 мл и определяют аммиак путем отгонки с едким натром.

Аммиак может быть определен и формалиновым методом. Кроме указанного метода, определение азота в мочевине производится по методам Фоссе, Фокса и Джелдара, Лукаса и Хиршбергера. Последний метод употребляется при анализе смешанных удобрений, содержащих мочевину и нитраты.

5) Цианамид кальция. Согласно ОСТ 4898 определение азота в цианамиде кальция производится следующим образом.

Отвешивают точно 1,401 г цианамида, переносят в сухую колбу Кьельдаля, добавляют 10 г сернокислого калия, смывают небольшим количеством воды приставшую к стенкам пыль цианамида, добавляют 30 мл крепкой серной кислоты (удельного веса 1,84), взбалтывают и затем нагревают косо поставленную колбу сначала слабо, затем на сильном пламени так, чтобы содержимое колбы ровно кипело.

Через 1—1½ часа сильного нагревания колбу снимают и дают охладиться, под конец охлаждают водой. По совершенном охлаждении разбавляют осторожно водой и переносят в колбу Эрленмейера емкостью 750 мл, тщательно обмыв колбу Кьельдаля.

Затем прибавляют несколько кусочков пемзы для избежания толчков при кипении и 175 мл 30% раствора едкого натра, тотчас соединяют с холодильником и отгоняют около ⅔ в приемную колбу с 50 мл 0,5N раствора серной кислоты. Избыток кислоты оттитровывают 0,5N раствором едкого натра с индикатором метилоранж или метилрот.

Процентное содержание азота вычисляют по формуле:

$$\frac{a-b}{2},$$

где a — число миллилитров 0,5N раствора серной кислоты,

b — число миллилитров 0,5N раствора едкого натра.

Кроме описанного стандартного метода, определение азота в цианамиде кальция можно производить по формалиновому методу в модификации Рабовского и Шилова и бромометрическим методом по Чепелевецкому и Файну.

Определение цианамидного и дицианамидного азота. Из существующих методов определения цианамидного и дицианамид-

ного азота: Каро, Гена и ван-Хаарена, Хагера и Керна, Нейбауэра, наиболее простым в смысле выполнения можно считать метод Гена и ван-Хаарена, определение по которому и приводится.

5 г цианамида кальция помещают в мерную колбу емкостью 500 мл, приливают 400 мл дестиллированной воды и взбалтывают в продолжение 1 часа на ротаторе. После этого доводят содержимое колбы дестиллированной водой до метки, тщательно перемешивают и фильтруют через сухой фильтр. Берут пипеткой 100 мл фильтрата, переносят его в стакан, прибавляют 100 мл дестиллированной воды, 20 мл 10% раствора азотнокислого серебра и 30 мл 10% раствора едкого натра. При этом в осадке образуются серебряные соли как цианамида, так и дицианамида. Так как получающийся осадок может содержать примесь мочевины, то для ее удаления осадок промывают холодной водой и растворяют в возможно малом количестве азотной кислоты. Полученный раствор переносят в мерную колбу емкостью в 200 мл и доводят ее дестиллированной водой до метки, перемешивают и пипеткой берут две пробы по 100 мл. В одной пробе снова осаждают серебряные соли цианамида и дицианамида путем прибавления 2 мл 10% раствора азотнокислого серебра и 15 мл 10% раствора едкого натра. Полученный осадок отфильтровывают, промывают дестиллированной водой, сжигают по Кьельдалю.

Результаты определения дают сумму цианамидного и дицианамидного азота в 0,5 г цианамида кальция.

Б. Удобрения с нитратной формой азота:

1) натриевая селитра $NaNO_3$,

2) кальциевая селитра $Ca(NO_3)_2 \cdot nH_2O$.

Определение влажности. Натриевая селитра. Навеску тонко растертой селитры около 2 г помещают в платиновый тигель и на небольшом пламени газовой горелки осторожно нагревают до начала плавления. После охлаждения тигля в эксикаторе его взвешивают и повторяют такое же нагревание до получения постоянного веса.

Количество воды вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot 100}{n},$$

где a — убыль в весе,

n — взятая для определения навеска.

Кальциевая селитра. Навеску селитры около 5 г осторожно нагревают в платиновом тигле до начала плавления.

Затем тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают, причем тигель помещают в сушильный стаканчик с притертой крышкой.

Если кальциевая селитра содержит примесь азотистокислого кальция, то в этом случае навеску для определения влажности сушат в вакуум-сушильном аппарате над фосфорным ангидридом до постоянного веса. Навеску помещают в сушильные стаканчики низкой формы с притертыми крышками.

Вычисление влажности производится по вышеприведенной форме.

Определение азота. Определение азота в натриевой и кальциевой селитрах производят по методу Деварда.

Навеску 16 г натриевой селитры или 10 г кальциевой селитры, растертую в мелкий порошок, растворяют в горячей воде и после отстаивания и осаждения осадка на дно стакана фильтруют через тигель Гуча и промывают горячей водой. Тигель Гуча сушат в сушильном шкафу (для натриевой селитры при 110°С, а для кальциевой — при 105°С) до постоянного веса. Разница в весах дает количество нерастворимого осадка во взятой навеске, которая перечисляется в проценты.

Фильтрат после охлаждения помещают в мерную колбу емкостью 1 000 мл для натриевой селитры и 500 мл для кальциевой, доводят дестиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

Метод Деварда основан на восстановлении азотной кислоты до аммиака в щелочной среде. Реакция происходит по следующему уравнению:

$$NaNO_3 + 4Zn + 7NaOH = 4Zn(ONa)_2 + 2H_2O + NH_3.$$

Определение производят следующим образом. 25 мл вытяжки (для обеих селитр) помещают в колбу Эрленмейера емкостью 750 мл, приливают 250 мл дестиллированной воды, 5 мл 96% спирта (последний можно и не прибавлять), 2,0—2,5 г сплава Деварда, растертого в мелкий порошок, 50 мл 40% раствора едкого натра и немедленно соединяют с отгоночным аппаратом. В приемник перегонного аппарата берут 80 мл 0,1*N* раствора серной кислоты. Присоединенную к аппарату колбу Эрленмейера оставляют стоять в течение 1 часа без нагревания, по истечении этого времени колбу начинают нагревать на маленьком пламени и постепенно доводят до кипения. Во избежание сильного вспенивания быстрое нагревание необходимо избегать.

Отгон продолжается около 2—3 часов, во всяком случае необходимо отогнать не менее половины жидкости из колбы Эрлен-

мейера. Конец отгона устанавливают пробой с реактивом Несслера.

По окончании отгона тщательно промывают дистиллированной водой из промывалки трубку с шариком и содержимое приемника оттитровывают 0,1*N* раствором едкого натра в присутствии метилрота или метилоранжа в качестве индикатора. Количество азота вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0{,}0014\cdot 100}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1*N* раствора серной кислоты, взятой в приемник,

b — количество миллилитров 0,1*N* раствора едкого натра, израсходованного на титрование,

n — навеска, отвечающая взятому объему вытяжки для определения.

Параллельно с определением необходимо ставить холостой опыт ввиду возможного загрязнения нитратами и нитритами как едкого натра, так и сплава Деварда.

В случае если холостой опыт покажет присутствие азота, необходимо в конечные результаты определения вводить соответствующую поправку, но лучше пользоваться реактивами, свободными от содержания азота.

Так как кальциевая селитра почти всегда содержит незначительные количества примеси азотистой кислоты, то при определении азота по методу Деварда определяется общая сумма азота — нитратного и нитритного.

Для определения одного нитратного азота необходимо определить количество нитритного азота, тогда по разности находят количество нитратного азота.

Нитритный азот в кальциевой селитре определяют по методу Кубеля.

Метод Кубеля основан на окислении азотистой кислоты в азотную марганцевокислым калием в присутствии серной кислоты. Протекающая при этом реакция происходит по следующему уравнению:

$$5HNO_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = 5HNO_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 3H_2O.$$

Определение производится следующим образом. 100 мл вытяжки, приготовленной как указано выше, помещают в стакан емкостью 500 мл, прибавляют 5 мл разведенной серной кислоты

(1 : 3) и 0,01N раствора марганцевокислого калия до неисчезающей слаборозовой окраски жидкости, затем прибавляют 0,01N раствора соли Мора [закисных железоаммиачных квасцов $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$] до обесцвечивания жидкости, но чтобы при этом соль Мора находилась в небольшом избытке; избыток соли Мора обратно оттитровывают 0,01N раствором перманганата калия до появления неисчезающей слаборозовой окраски.

Количество нитритного азота вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0,007}{n},$$

где a — общее количество 0,01N раствора перманганата калия, израсходованного на титрование,

b — количество 0,01N раствора перманганата калия, израсходованного на окисление соли Мора,

n — навеска, отвечающая взятому для анализа объему вытяжки.

Кроме метода Деварда, принятого как стандартный, определение азота в селитрах может быть произведено по методам Ульша, Арнда, Лунге и Шлезинг-Вагнера.

Метод Ульша основан на восстановлении азотной кислоты до аммиака в кислой среде при помощи водорода. Происходящая при этом реакция протекает по следующему уравнению:

$$2HNO_3 + 8H_2 = 2NH_3 + 6H_2O.$$

Метод Арнда основан на восстановлении азотной кислоты до аммиака в нейтральной среде, причем в качестве восстановителя служит сплав 60% меди и 40% магния. Протекающие при этом реакции происходят следующим образом:

1) $Mg + 2H_2O = Mg(OH)_2 + H_2$.
2) $NaNO_3 + 4H_2 = NH_3 + NaOH + 2H_2O$.
3) $MgCl_2 + 2NaOH = 2NaCl + Mg(OH)_2$.

Метод Лунге основан на восстановлении нитратов до окиси азота при их взаимодействии со ртутью и крепкой серной кислотой. Выделяющаяся при этом окись азота измеряется в специальном приборе.

Реакция происходит по следующему уравнению:

$$2HNO_3 + 3Hg_2 + 3H_2SO_4 = 3Hg_2SO_4 + 4H_2O + 2NO.$$

Количество азота вычисляют по формуле:

$$\frac{v\cdot 0,6256}{n},$$

где v — найденный объем окиси азота,

n — навеска,

1 мл NO = 0,6256 мг N.

Метод Шлезинг-Вагнера основан на восстановлении нитратов до окиси азота при помощи хлористого железа в солянокислом растворе.

Реакция протекает по следующему уравнению:

$$HNO_3 + 3FeCl_2 + 3HCl = 3FeCl_3 + 2H_2O + NO.$$

Определение производят в специальном приборе. Описание хода анализа по указанным методам приведено в соответствующих руководствах по анализу удобрений.

В. Удобрения с аммиачной и нитратной формами азота:

1) нитрат аммония NH_4NO_3,

2) лейнаселитра $2NH_4NO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4$,

3) кальциево-аммонийная селитра $NH_4NO_3 \cdot CaCO_3$.

Определение влажности. Навески тонко измельченных удобрений около 2—3 г сушат в сушильном шкафу при температуре 80° С до постоянного веса.

Определение общего азота. Навеску удобрений около 2,5 г растворяют и доводят дестиллированной водой в мерной колбе на 250 мл до черты и тщательно перемешивают. Для анализа берут пипеткой 25 мл и определяют общий азот по методу Деварда (или Ульша, или Арнда).

Определение аммиачного азота. Аммиачный азот определяют отгонкой со щелочью (см. стр. 333).

Содержание N в простых азотных удобрениях

№ по порядку	Название удобрений	N в форме			
		общего	NH_4	NO_3	NH_2
1	Сульфат аммония	—	20—21	—	—
2	Хлористый аммоний	—	24—25	—	—
3	Калькаммон	—	17	—	—
4	Мочевина	—	—	—	42—46
5	Цианамид кальция	—	—	—	18—20
6	Натриевая селитра	—	—	15,5—16	—
7	Кальциевая селитра	—	—	13—15,5	—
8	Нитрат аммония	33—34	16,5—17	16,5—17	—
9	Лейнаселитра	26	19,5—20	6—6,5	—
10	Кальциево-аммонийная селитра	18—20,5	9—10,25	9—10,25	—

II. Фосфатные удобрения

1) Фосфоритная мука,
2) апатитовая мука,
3) суперфосфат (простой, двойной и тройной),
4) преципитат,
5) томасшлак,
6) термофосфаты.

Определение влажности. Фосфоритная мука. Навеску около 5 г сушат в сушильном шкафу при температуре 105°С до постоянного веса.

Томасшлак и термофосфаты. Навеску около 5 г сушат в бюксе в сушильном шкафу при температуре 105°С 3 часа, а затем повторно по 2 часа до постоянного веса.

Апатитовая мука. Навеску около 5 г отвешивают в сушильном стаканчике с притертой крышкой и сушат в сушильном шкафу при 120°С в первый раз 3 часа и затем повторно по 1 часу до постоянного веса.

Суперфосфат. 1 г суперфосфата высушивают в сушильном шкафу в стаканчике диаметром 30—40 мм в течение 3 часов при температуре 100—102°С и взвешивают.

Преципитат. Навеску около 5 г отвешивают в сушильном стаканчике с притертой крышкой и сушат в сушильном шкафу при температуре 70°С, первый раз 3 часа и затем повторно по 2 часа до постоянного веса.

Во всех случаях влажность в процентах вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 100}{a},$$

где a — навеска,

b — вес пробы после высушивания.

Разложение и приготовление вытяжки. Для всех перечисленных фосфатных удобрений разложение и приготовление вытяжки производят совершенно одинаково следующим образом: навеску в 5 г обливают в коническом стакане, емкостью 250 мл, 50 мл царской водки (30 мл соляной кислоты удельного веса 1,12+20 мл азотной кислоты удельного веса 1,2). Стакан, покрытый часовым стеклом, нагревают на асбестовой сетке или на электрической плитке сначала слабо, а затем до кипения. Кипятят 30 минут, снимают с огня, разбавляют приблизительно равным количеством дестиллированной воды и фильтруют через беззольный фильтр средней плотности в мерную колбу емкостью 250 мл. Осадок

на фильтре промывают горячей водой (вначале подкисленной соляной кислотой) до тех пор, пока не наберется 200 мл фильтрата. По охлаждении доводят объем до черты и затем тщательно перемешивают.

Определение общей фосфорной кислоты. Стандартными методами (ОСТ/ВКС 7068 для фосфоритной муки, ОСТ/ВКС 7735 для апатитовой муки, ОСТ/ВКС 7871 для суперфосфата) определения общей фосфорной кислоты приняты цитратный (для арбитражных анализов) и молибденовый Ниссенса (для повседневных заводских работ).

Цитратный метод. Для анализа берут пипеткой 25 мл вытяжки, приготовленной как указано выше, в стакан емкостью в 200 мл, приливают 10—15 мл 50% раствора лимоннокислого аммония и нейтрализуют аммиаком (по фенолфталеину). Затем медленно при перемешивании осаждают фосфорную кислоту 30 мл щелочной магнезиальной смеси, добавляют 25 мл 25% аммиака и оставляют на 15—18 часов или подвергают непрерывному взбалтыванию на специальных приборах в течение 30 минут. Фильтруют через плотный беззольный фильтр и промывают 2,5% аммиаком (промывных вод должно быть не больше 100 мл).

Реакция осаждения протекает согласно следующему уравнению:

$$(NH_4)_3PO_4 + MgCl_2 = MgNH_4PO_4 + 2NH_4Cl.$$

Осадок вместе с фильтром прокаливают в муфеле или на паяльной горелке до постоянного веса, а по охлаждении взвешивают. Реакция протекает по уравнению:

$$2MgNH_4PO_4 = Mg_2P_2O_7 + 2NH_3 + H_2O.$$

Количество P_2O_5 в процентах определяют по формуле:

$$\frac{a \cdot 10 \cdot 0{,}6379 \cdot 100}{n},$$

где a — вес $Mg_2P_2O_7$,

n — навеска.

Приготовление необходимых реактивов:

1) Щелочная магнезиальная смесь. 55 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ и 70 г NH_4Cl растворяют в воде, прибавляют 250 мл 10% раствора аммиака (удельного веса 0,96), доводят раствор в мерной колбе до 1 л и фильтруют.

2) Лимоннокислый аммоний (50%). 500 г лимонной кислоты (свободной от серной, щавелевой и винной ки-

слот, извести и тяжелых металлов) растворяют в 25% аммиаке, приблизительно в 600 мл, до нейтральной реакции и доводят дистиллированной водой объем до 1 л.

Молибденовый метод Ниссенса. 5 мл вытяжки, приготовленной как указано выше, помещают в колбу Эрленмейера емкостью 200 мл, доливают дистиллированной водой до 50 мл, нейтрализуют аммиаком, подкисляют 10 мл азотной кислоты (удельного веса 1,2), прибавляют 5 мл 25% аммиака (удельного веса 0,91) и 2 мл реактива Петермана.

Содержимое колбы перемешивают, прибавляют 50 мл молибденовой жидкости и встряхивают 30 минут на специальном аппарате или от руки. По окончании встряхивания дают осадку осесть, фильтруют, оставляя по возможности осадок в колбе, через плотный беззольный фильтр, промывают осадок в колбе декантацией 3—4 раза 1% азотной кислотой, а затем насыщенным раствором фосфорно-молибденового аммония, пока 25 мл промывных вод не будут требовать для нейтрализации не больше 0,1 мл $^1/_3N$ раствора едкого кали. После этого фильтр с осадком переносят в колбу, где производилось осаждение, сюда же приливают 150 мл дистиллированной воды, лишенной кипячением углекислоты, и растворяют осадок в $^1/_3N$ растворе едкого кали, прибавляя последний в небольшом избытке (3—5 мл). Фильтр стеклянной палочкой разрывают на мелкие части и жидкость обратно титруют $^1/_3N$ раствором серной кислоты в присутствии фенолфталеина.

1 мл $^1/_3N$ раствора КОН соответствует 0,001 г P_2O_5.

P_2O_5 в процентах вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0{,}001\cdot 100\cdot 250}{5\cdot n} = \frac{(a-b)\cdot 5}{n},$$

где a — количество миллилитров $^1/_3N$ раствора едкого кали, пошедшего на растворение осадка,

b — количество миллилитров $^1/_3N$ раствора серной кислоты, пошедшей на обратное титрование,

n — навеска.

Для выражения результатов анализа на асболютно-сухое вещество вычисление ведут по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 500}{n\cdot(100-c)},$$

где c — процент влаги.

Приготовление необходимых реактивов:

1) $^1/_3N$ раствор серной кислоты. 323,95 мл нормальной серной кислоты разводят дестиллированной водой до 1 л.

2) $^1/_3N$ раствор едкого кали. 323,95 мл нормального едкого кали разводят дестиллированной водой до 1 л.

3) Водный раствор фосфорно-молибденового аммония, насыщенный на холоду. Соль для раствора приготовляют путем осаждения химически чистого фосфата калия или натрия по методу Ниссенса; она должна быть тщательно отмыта водой от азотной кислоты; 25 мл насыщенного раствора этой соли должны требовать для нейтрализации не более 0,1 мл $^1/_3N$ раствора едкого кали. При хранении раствор может изменить свою кислотность, поэтому необходимо периодически его проверять.

4) Молибденовая жидкость. 1 л 15% раствора молибденовокислого аммония вливают при постоянном перемешивании в 1 л азотной кислоты удельного веса 1,2. После двухдневного стояния реактив готов для употребления.

5) Реактив Петермана. 173 г химически чистой лимонной кислоты (свободной от серной, щавелевой и винной кислот, извести и тяжелых металлов) растворяют в воде и по охлаждении понемногу прибавляют 536,9 мл аммиака удельного веса 0,96 или 224,3 мл удельного веса 0,91. По охлаждении раствор доводят до 1 л. Готовый раствор имеет удельный вес 1,082—1,083. В 1 л раствора должно содержаться 42 г аммиачного азота, что проверяют титрованием.

6) Азотная кислота 1%. 11 мл азотной кислоты удельного веса 1,4 разбавляют водой до 1 л.

7) Азотная кислота удельного веса 1,2. 424,5 мл азотной кислоты удельного веса 1,4 разбавляют водой до 1 л.

Кроме указанных методов определения общей фосфорной кислоты, принятых в качестве стандартных, для ее определения могут быть применены следующие методы: Войя (двойного осаждения), Поппа, Лоренца (весовые), Памбертона (объемный), Дениже и его варианты Розанова, Пестова (колориметрические), Лебедянцева (нефелориметрический), описание которых можно найти в соответствующих руководствах по анализу удобрений.

К фосфоритной муке (ОСТ/ВКС 7068) и апатитовому концентрату (ОСТ/ВКС 7735) предъявляются следующие технические условия:

1) Фосфоритная мука:

	Высший сорт	1 сорт	2 сорт	3 сорт	4 сорт
Содержание P_2O_5 . .	Свыше 22%	Свыше 20% и до 22% включительно	Свыше 18% и до 20% включительно	Свыше 16% и до 18% включительно	От 14% и до 16% включительно
Содержание влаги не более	2%	2%	2%	2%	2%

2) Апатитовый концентрат:

Содержание P_2O_5 (в пересчете на абсолютно-сухое вещество) не менее 39,2%
Содержание влаги не более 1%

Помимо определения общего содержания фосфорной кислоты, определение которой обязательно для фосфоритной и апатитовой муки, для других фосфатных удобрений значительно больший интерес представляет не общее содержание фосфорной кислоты, а лишь усвояемая ее часть, находящаяся в форме, доступной для питания растений. Так как под усвояемой фосфорной кислотой для каждого из удобрений принимается фосфорная кислота, переходящая в различные вытяжки, ниже излагаются методы (стандартные) определения усвояемой фосфорной кислоты по каждому удобрению в отдельности.

Суперфосфат. Определение усвояемой фосфорной кислоты. При анализе суперфосфата под усвояемой фосфорной кислотой понимается сумма водно- и цитратно-растворимой, т. е. растворимой в реактиве Петермана.

Определение усвояемой фосфорной кислоты в суперфосфате согласно ОСТ/ВКС 7871 производят следующим образом.

5 г суперфосфата тщательно растирают в небольшой ступке (фарфоровой или стеклянной) сначала в сухом виде, затем с 20—25 мл дестиллированной воды, пока навеска не превратится в тонкий порошок. Жидкость декантируют на фильтр и фильтруют в мерную колбу емкостью 250 мл (колба № 1). Остаток в ступке обрабатывают таким же образом еще три раза. После этого остаток переносят на тот же фильтр и промывают водой, пока фильтрата не наберется около 200 мл.

После этого фильтрат подкисляют точно отмеренным количест-

вом миллилитров 0,1*N* раствора соляной кислоты до полного растворения осадка (в случае если он выпадет), затем доливают колбу водой до метки и тщательно перемешивают.

Фильтр с осадком переносят в другую мерную колбу емкостью 250 мл, приливают пипеткой 100 мл реактива Петермана, закрывают пробкой и взбалтывают на руках до тех пор, пока фильтр не разорвется на мелкие кусочки. Оставляют содержимое колбы при комнатной температуре на 15 часов, по истечении которых нагревают 1 час на водяной бане при 40°С. Во время нагревания колбу несколько раз встряхивают. По охлаждении раствор в колбе доводят дестиллированной водой до метки, тщательно перемешивают и отфильтровывают около половины ее объема через сухой фильтр в сухую колбу (колба № 2), причем первые 10—15 мл фильтрата отбрасывают.

Для определения усвояемой фосфорной кислоты берут пипеткой из колб № 1 и № 2 по 25 мл вытяжки в стакан емкостью 200 мл, смешивают и определяют фосфорную кислоту по методу, изложенному для определения общей фосфорной кислоты (см.стр. 343).

Усвояемую фосфорную кислоту в процентах вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}6379 \cdot 250 \cdot 100}{25 \cdot n} = \frac{637{,}9 \cdot a}{n},$$

где a — вес осадка $Mg_2P_2O_7$, n — навеска.

Определение воднорастворимой фосфорной кислоты. Для анализа из колбы № 1 берут 25 мл вытяжки и в ней определяют количество фосфорной кислоты по методу, описанному на странице 346.

Количество воднорастворимой фосфорной кислоты вычисляют по формуле, приведенной для цитратнорастворимой.

Примечание. При анализе двойного суперфосфата, который может содержать мета- и пирофосфаты, взятый для анализа объем вытяжки необходимо предварительно прокипятить в течение 10 минут с 10 мл азотной кислоты удельного веса 1,4 для перевода их в ортофосфаты. После кипячения вытяжку нейтрализуют аммиаком.

Определение свободной фосфорной кислоты. Для анализа берут из колбы № 1 пипеткой 25 мл вытяжки, разбавляют таким же количеством воды, добавляют 3—5 капель метилоранжа и титруют 0,1*N* раствором едкого натра до желтой окраски.

1 мл 0,1*N* раствора едкого натра соответствует 0,0071 г P_2O_5. Количество свободной фосфорной кислоты вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{(10a - K) \cdot 0{,}0071 \cdot 100}{n} = \frac{(10a - K) \cdot 0{,}71}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1N раствора едкого натра, пошедшего на титрование,

n — навеска

K — количество миллилитров 0,1N раствора соляной кислоты, прибавленной к вытяжке для растворения осадка (см. стр. 346).

Согласно ОСТ/ВКС 7871 суперфосфат должен удовлетворять следующим техническим условиям:

Физические и химические свойства	1 сорт	2 сорт
Содержание усвояемой (суммы водно- и цитратно-растворимой P_2O_5 на продукт в натуре) не менее	17,7%	15,0%
Содержание влаги не выше	16,0%	16,0%
Содержание свободной кислотности (в пересчете на P_2O_5) не более	5,5%	5,5%
Отношение $\frac{\text{водорастворимая } P_2O_5 \text{ не менее}}{\text{общая } P_2O_5}$	—	0,75

Преципитат. Определение усвояемой фосфорной кислоты. В преципитате под усвояемой фосфорной кислотой принимается цитратнорастворимая.

1 г преципитата растирают в небольшой ступке (фарфоровой или стеклянной) с 20—25 мл реактива Петермана и смывают содержимое из ступки этим же реактивом в мерную колбу емкостью 250 мл. Всего реактива Петермана берут точно 100 мл. Колбу с содержимым оставляют на 15 часов, при комнатной температуре, по истечении которых нагревают 1 час на водяной бане при 40° С.

15-часовое настаивание можно заменить 3-часовым встряхиванием на аппарате Вагнера.

Колба во время настаивания, во избежание потери аммиака, должна быть все время плотно закрыта пробкой. Во время нагревания на водяной бане колбу встряхивают через каждые 15 минут.

Для анализа берут пипеткой 25 мл вытяжки, прибавляют 10 мл азотной кислоты удельного веса 1,4 и кипятят 10 минут, по охлаждении нейтрализуют аммиаком и определяют фосфорную кислоту, как описано на странице 346.

Томасшлак. Определение усвояемой фосфорной кислоты (ОСТ 4897). В томасшлаке под усвояемой фосфорной кислотой принимают фосфорную кислоту, растворимую в 2% лимонной кислоте.

Навеску томасшлака точно в 5 г помещают в мерную колбу емкостью 500 мл (колба должна быть возможно более широкогорлой и иметь расстояние от метки до пробки не менее 8 см), в которую предварительно вливают 5 мл спирта. Колбу наполняют до черты 2% лимонной кислотой, закрывают каучуковой пробкой и встряхивают на аппарате Вагнера в течение 30 минут. После этого раствор сейчас же фильтруют через сухой плотный беззольный фильтр в сухую колбу, причем первые 50 мл фильтрата отбрасывают; в случае если фильтрат мутный, его еще раз профильтровывают через тот же фильтр. Для анализа берут 50 мл вытяжки в колбу Эрленмейера емкостью 200 мл и приливают 30—40 мл железо-цитратного реактива, 10 мл 0,3% раствора перекиси водорода и нейтрализуют аммиаком (по фенолфталеину). Затем медленно при помешивании осаждают фосфорную кислоту щелочной магнезиальной смесью, прибавляют 30 мл 25% аммиака и оставляют на 15—18 часов (или встряхивают на специальном приборе в течение 30 минут). По истечении указанного времени фильтруют через плотный беззольный фильтр и промывают 2,5% аммиаком (промывных вод не должно быть более 100 мл). Осадок вместе с фильтром осторожно сжигают, затем постепенно повышают температуру и, наконец, прокаливают или в электрическом муфеле или на газовой паяльной горелке до постоянного веса и по охлаждении взвешивают.

Количество фосфорной кислоты (P_2O_5) в процентах вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}6379 \cdot 100}{0{,}5},$$

где a — вес осадка $Mg_2P_2O_7$.

Согласно ОСТ 4897 томасшлак должен удовлетворять следующим техническим условиям:

1) содержать усвояемой P_2O_5 не менее 14%,

2) содержать влаги не более 0,5%.

Приготовление необходимых реактивов.

1) 2% лимонная кислота. 500 г химически чистой кристаллической лимонной кислоты растворяют в воде и доводят объем до 5 л. В качестве антисептика добавляют 2,5 г салициловой кислоты. Из этого 10% раствора берут 1 л и разбавляют его водой до 5 л. Последний раствор является 2%.

2) Железо-цитратный реактив. 200 г лимонной кислоты растворяют в воде в литровой колбе и объем доводят приблизительно до 275 мл; 6 г $FeCl_3$ растворяют в 10 мл воды при слабом нагревании и вливают в раствор лимонной кислоты. Сюда

же очень медленно, при тщательном перемешивании и охлаждении, приливают 700 мл 25% аммиака (удельного веса 0,91) и водой доливают до метки. Применяемый для работы раствор должен быть прозрачен; в противном случае приготовляют новый.

3) 0,3% перекись водорода. 10 мл продажной 30% перекиси водорода разбавляется водой до 1 л. Для большей стойкости к раствору прибавляют 0,5 мл спирта. Употребляемая перекись водорода не должна содержать фосфорной кислоты.

4) Щелочная магнезиальная смесь — см. страницу 343.

Термофосфаты. Определение усвояемой фосфорной кислоты. В термофосфатах под усвояемой фосфорной кислотой понимают лимоннорастворимую. Приготовление вытяжки производят точно так же, как и в случае томасшлака. Из методов определения фосфорной кислоты рекомендуется метод Лоренца, так как он позволяет осаждать фосфорную кислоту в присутствии кремнекислоты, которой в некоторых случаях переходит в 2% лимоннокислую вытяжку довольно значительное количество (например, для ренания-фосфата — до 17%).

25 мл вытяжки разбавляют водой в мерной колбе до 250 мл, отсюда берут 20 мл в стакан на 200 мл, приливают 25 мл смеси азотной и серной кислот, нагревают на сетке до появления первых пузырьков, снимают с огня, хорошо взбалтывают, чтобы стенки стакана не были перегреты, и тотчас приливают 50 мл сульфатмолибденовой жидкости. Через 5 минут жидкость с осадком тщательно перемешивают и оставляют на 15—18 часов. По истечении этого срока фильтруют при разрежении через тигель Гуча с асбестом и промывают несколько раз 2% раствором азотнокислого аммония, подкисленным азотной кислотой, перенося при этом количественно осадок из стакана в тигель; затем наполняют тигель ацетоном: один раз целиком и два раза до половины. Затем тигель с осадком сушат в термостате при температуре не выше 45—50°С в течение 1 часа, охлаждают в эксикаторе (без $CaCl_2$ или H_2SO_4) и взвешивают.

Количество P_2O_5 в процентах вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}03295 \cdot 100}{0{,}02},$$

где a — вес осадка.

Перед новым определением тигель промывают 5% аммиаком и сушат в термостате при 100° С.

Приготовление необходимых реактивов:

1) Азотная кислота, содержащая серную. 30 мл серной кислоты удельного веса 1,84 приливают к 1 л азотной кислоты удельного веса 1,20 (424 мл крепкой азотной кислоты разбавляют водой до 1 л) и смешивают.

2) Сульфатмолибденовая жидкость. 100 г чистого сухого сернокислого аммония растворяют в 1 л азотной кислоты удельного веса 1,36. Далее растворяют в фарфоровой чашке при нагревании 300 г чистого сухого молибденовокислого аммония в 700 мл воды; по охлаждении раствор переносят в литровую колбу и доливают водой до черты. Затем переливают этот раствор тонкой струей при помешивании в раствор сульфата в азотной кислоте. Смесь оставляют на 48 часов, фильтруют через плотный фильтр и хранят в темноте.

3) 2% азотнокислый аммоний. Растворяют 20 г сухого азотнокислого аммония в воде и доводят объем до 1 л. Раствор подкисляют несколькими каплями азотной кислоты.

4) Ацетон чистый. Ацетон должен перегоняться не выше 60° С, иметь нейтральную реакцию и не содержать альдегида; с равным объемом воды должен давать прозрачный раствор.

Содержание P_2O_5 в фосфатных удобрениях

Удобрения	Общая P_2O_5 в %	Удобрения	Общая P_2O_5 в %
Фосфоритная мука . . .	16—20	Термофосфаты:	
Апатитовая мука	30—35		
Суперфосфат простой . .	14—18	Ренания-фосфат	25—27
» двойной . .	34—38	Фосфат «Бернард» . . .	21—22
» тройной . .	43—50	Фосфат «Сюпра»	22—23
Преципитат	32—40	Вольтерс-фосфат	18—20
Томасшлак	17—18	Виборг-фосфат	20—23
		Нетгаард-фосфат	17—20

III. Калийные удобрения

1) Сильвинит $KCl + NaCl$,
2) карналлит $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$,
3) хлористый калий KCl,
4) сернокислый калий K_2SO_4,
5) калийные соли,
6) нефелин $(K, Na)_2Al_2Si_2O_8$.

Определение влажности. В сильвините, хлористом калии и калийных солях определение влажности производится следующим образом: навеску удобрений около 10 г, растертую в ступке в мелкий порошок, помещают в предварительно взвешенный платиновый или фарфоровый тигель и прокаливают в течение 10 минут до начинающегося темнокрасного каления. На все время прокаливания тигель обязательно закрывают крышкой, во избежание потери вследствие растрескивания кристаллов, и прокаливание ведут очень осторожно. После прокаливания тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Количество влаги вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 100}{n},$$

где a — вес тигля с удобрением до прокаливания,

b — вес тигля с удобрением после прокаливания,

n — навеска.

В карналлите определять влажность простым прокаливанием, как в сильвините, нельзя, так как при нагревании хлористый магний теряет часть хлора согласно следующему уравнению:

$$2MgCl_2 + H_2O = MgO \cdot MgCl_2 + 2HCl.$$

Поэтому в целях предупреждения потери хлора навеску карналлита около 10 г смешивают со свеже прокаленной окисью кальция в фарфоровом тигле, смесь сверху покрывают тонким слоем окиси кальция. Взвешивают тигель со смесью, прокаливают в течение 10 минут до темнокрасного каления, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

При прокаливании выделяющаяся HCl реагирует с окисью кальция по уравнению:

$$2HCl + CaO = CaCl_2 + H_2O.$$

Количество влаги вычисляют так же, как и в случае сильвинита.

В сернокислом калии влажность определяют следующим образом: навеску около 5 г в сушильном стаканчике высушивают в сушильном шкафу при температуре 102—105° С до постоянного веса.

В нефелине влажность определяют так: навеску нефелина около 5—10 г в сушильном стаканчике сушат в сушильном шкафу при температуре 102—105° С в течение 4 часов.

Приготовление раствора. Для вышеперечисленных калийных удобрений, за исключением нефелина, раствор для

дальнейших анализов приготовляется следующим образом. Навеску удобрения в 10 г растирают в фарфоровой ступке в тонкий порошок, растворяют в 150—200 мл горячей дистиллированной воды, оставляют стоять на 30 минут в теплом месте (можно на водяной бане), отфильтровывают нерастворившийся остаток через беззольный фильтр и остаток промывают горячей водой. Как фильтрат, так и промывные воды собирают в мерную колбу емкостью 500 мл. По охлаждении раствора колбу до метки доливают водой и тщательно перемешивают.

В случае необходимости количественного определения нерастворимого остатка фильтр с остатком помещают в предварительно взвешенный платиновый или фарфоровый тигель, прокаливают, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. По разности весов определяют количество нерастворимого остатка во взятой навеске и вычисляют в процентах.

Разложение нефелина для приготовления вытяжки производят по Смиту, путем прокаливания его со смесью хлористого аммония и углекислого кальция. Тонко растертую в агатовой ступке навеску нефелина около 0,5 г смешивают с равным количеством хлористого аммония и тщательно растирают в агатовой ступке. Затем в несколько приемов прибавляют 3,5 г углекислого кальция, каждый раз тщательно растирают до полного перемешивания смеси.

Смесь переносят в платиновый тигель, ступку и пестик обтирают 0,5 г углекислого кальция, который также переносят в тигель; таким образом количество взятого углекислого кальция получается восьмикратным по отношению ко взятой навеске нефелина.

Тигель со смесью закрывают крышкой, помещают его в отверстие в толстом асбестовом картоне таким образом, чтобы поверхность смеси в тигле находилась немного ниже асбеста, и осторожно нагревают на горелке в продолжение 15 минут (до исчезновения запаха аммиака), затем пламя горелки увеличивают и прокаливают в течение 45 минут.

При прокаливании нефелина со смесью хлористого аммония и углекислого кальция реакция протекает по следующему уравнению:

$$KNaAl_2SiO_8 + 2CaCO_3 + 2NH_4Cl = KCl + NaCl + Al_2O_3 + 2CaSiO_3 + 2CO_2 + 2NH_3 + H_2O.$$

По окончании прокаливания тигель охлаждают и его содержимое, обычно легко отстающее от стенок, переносят при помощи

платинового шпателя в фарфоровую чашку, остаток в тигле обрабатывают горячей водой и собирают в ту же чашку (если сплав трудно отстает от стенок тигля, то в него наливают воды до $^2/_3$ объема и осторожно нагревают, тогда содержимое легко отстает от стенок и его смывают горячей водой в фарфоровую чашку).

В фарфоровую чашку добавляют еще воды до объема приблизительно 80 мл и до тех пор нагревают на водяной бане, пока сплав не распадется в порошок, отдельные комочки растирают шпателем или агатовым пестиком и оставляют стоять на ночь. На следующее утро фильтруют через быстро фильтрующий фильтр и промывают осадок декантацией 8—10 раз горячей водой, после чего осадок переносят на фильтр и промывают горячей водой.

Необходимо убедиться в полноте разложения, для чего осадок с фильтра переносят в фарфоровую чашку и растворяют его в разбавленной соляной кислоте (1 : 3), при этом весь остаток должен нацело раствориться, за исключением небольшого количества SiO_2. Если этого нет, то разложение повторяют снова. Фильтрат доводят в мерной колбе емкостью 250 мл до черты и тщательно перемешивают.

Употребляемые для приготовления сплава хлористый аммоний и углекислый кальций должны быть свободны от примеси солей калия.

Определение калия. Существующие в настоящее время весьма многочисленные методы определения калия можно разбить на следующие группы:

1) Хлороплатинатные:
   а) весовой,
   б) объемный,
   в) колориметрический,
   г) иодометрический.
2) Кобальтнитритные:
   а) весовой,
   б) объемный,
   в) колориметрический,
   г) газоволюметрический,
   д) измерение объема осадка.
3) Хлорной кислоты:
   а) весовой,
   б) объемный.
4) Винной кислоты:
   а) весовой,
   б) объемный.

Кроме перечисленных методов, в последнее время разработан еще целый ряд новых методов определения калия; весовой (осаждение спиртовым раствором пикриновой кислоты), объемный (осаждение ферроцианидом кальция и последующее титрование в присутствии азотнокислого кобальта как индикатора), потенциометрический Рауха, колориметрический (осаждение спиртовым раствором пикриновой кислоты, последующее растворение пикрата калия и его колориметрирование) и спектроскопический Люндэгарда.

Из всех перечисленных методов определения калия в дальнейшем излагаются только методы хлороплатинатный (как самый точный и принятый в качестве стандартного) и объемный кобальтнитритный (вариант Тананаева).

Хлороплатинатный метод. Сущность метода заключается в том, что соли калия с хлорной платиной образуют хлороплатинат калия согласно уравнению:

$$2KCl + H_2PtCl_6 = K_2PtCl_6 + 2HCl.$$

Хлороплатинат калия практически нерастворим в абсолютном спирте, в противоположность хлороплатинатам натрия и щелочноземельных элементов, которые в абсолютном спирте растворимы. В растворах, содержащих серную кислоту, последняя должна быть предварительно полностью удалена осаждением хлористым барием. Необходимость удаления серной кислоты вызывается тем обстоятельством, что при упаривании она разрушает комплексные платиновые соли.

Удаление серной кислоты производят следующим образом. К нагретому до кипения взятому объему вытяжки, подкисленной соляной кислотой, прибавляют по каплям раствор хлористого бария до прекращения образования мути. Избытка хлористого бария необходимо избегать. Избыток хлористого бария, если таковой по каким-либо причинам образовался, осаждают несколькими каплями разведенной серной кислоты.

Для определения калия берут следующие количества растворов: хлористого и сернокислого калия — 10 мл, калийной соли — 20 мл, сильвинита — 25 мл, карналлита и нефелина — 50 мл.

Взятый объем вытяжки помещают в фарфоровую чашку, подкисляют несколькими каплями соляной кислоты и прибавляют 10% раствора хлорной платины до ясно заметного окрашивания жидкости в желтый цвет (во всяком случае количество прибавляемой 10% хлорной платины не должно превышать 8 мл). Тщательно перемешав жидкость стеклянной палочкой, фарфоровую

чашку помещают на некипящую водяную баню и выпаривают содержимое чашки до сиропообразного состояния. По охлаждении чашки содержимое ее обрабатывают 80% спиртом и после получасового стояния декантируют через предварительно промытый горячей водой и спиртом фильтр. Осадок в чашке промывают спиртом 2—3 раза, затем его переносят на фильтр и на фильтре промывают 80% спиртом до тех пор, пока фильтрат не будет совершенно бесцветным.

Промытый осадок, который должен иметь золотисто-желтый цвет, растворяют на фильтре горячей водой, подставляя под воронку стакан емкостью 250—300 мл.

Затем погружают в раствор магний в ленте или прибавляют крупных магниевых опилок, закрывают стакан часовым стеклом и доводят жидкость до кипения, к горячей жидкости прибавляют 2—3 капли 25% соляной кислоты и кипятят в течение 2 минут. После окончания бурной реакции прибавляют еще 1—2 мл соляной кислоты и оставляют в покое до полного просветления жидкости над осадком.

Восстановление хлороплатината калия до металлической платины происходит по уравнению:

$$K_2PtCl_6 + 2Mg = Pt + 2KCl + 2MgCl_2.$$

Осветлевший над черным осадком металлической платины прозрачный и бесцветный раствор необходимо проверить на полноту восстановления, для чего в жидкость опускают кусочек магниевой ленты. В случае появления мути, что указывает на неполноту восстановления, необходимо повторить заново всю операцию восстановления с дополнительным количеством металлического магния.

После окончания восстановления к жидкости прибавляют 2—3 мл 25% раствора соляной кислоты, доводят до кипения и в горячем состоянии фильтруют через маленький беззольный фильтр.

Осадок металлической платины на фильтре промывают горячей водой до прекращения в промывных водах реакции на хлор (проба с азотнокислым серебром). Фильтр с осадком платины сжигают и прокаливают в муфеле или на горелке.

Количество K_2O вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}4812 \cdot 100}{n},$$

где a — вес металлической платины,

n — навеска, соответствующая взятому для анализа объему вытяжки.

При пересчете на К — коэфициент 0,3993 и на KCl — 0,7646.

При отсутствии металлического магния восстановление можно производить при помощи муравьинокислого натрия согласно следующей реакции:

$$K_2PtCl_6 + 2HCOONa = Pt + 2NaCl + 2KCl + 2HCl + 2CO_2.$$

Муравьинокислый натрий прибавляют небольшими количествами на кончике перочинного ножа, в дальнейшем поступают так же, как и при употреблении металлического магния.

Кобальтнитритные методы. Объемный метод. Берут такой объем вытяжки, чтобы в нем содержалось 0,04—0,10 г хлористого калия, помещают его в соответствующей величины фарфоровую чашку, подкисляют несколькими каплями уксусной кислоты до слабокислой реакции и нагревают на водяной бане до 90° С.

К нагретому раствору приливают избыток реактива $Na_3Co(NO_2)_6$ (около 5—6 мл) и выпаривают на водяной бане при той же температуре до пастообразного состояния, перемешивая время от времени. Реакция осаждения протекает по уравнению:

$$2KCl + Na_3Co(NO_2)_6 \cdot H_2O = K_2NaCo(NO_2)_6 \cdot H_2O + 2NaCl.$$

После охлаждения к содержимому чашки прибавляют 3 мл 10% уксусной кислоты, тщательно растирают, приливают 10 мл дестиллированной воды и фильтруют или через тигель-нутч 1G4 или тигель Гуча и промывают осадок 2,5% раствором сернокислого натрия сперва 2—3 раза декантацией в чашке, а затем на фильтре до полного обесцвечивания промывных вод.

Затем тигель вместе с осадком переносят в стакан емкостью 750 мл, куда предварительно налито 260 мл дестиллированной воды и 50—60 мл титрованного 0,1N раствора перманганата, нагретого до 80° С, и нагревают на кипящей водяной бане при этой температуре.

Стакан на водяной бане помешивают в продолжение 2—3 минут, после чего медленно прибавляют серную кислоту. Через каждые 2—3 минуты тигель вынимают из стакана и наблюдают за исчезновением желтого осадка. Если раствор примет бурый оттенок, что указывает на недостаток перманганата, то прибавляют еще 3—5 мл перманганата калия.

По исчезновении желтого осадка стакан оставляют в покое на 5—7 минут, по истечении которых к содержимому прибавляют из бюретки точно известное количество 0,1N раствора щавелевой кислоты до обесцвечивания раствора.

Разрушение соли $K_2NaCo(NO_2)_6$ перманганатом протекает по следующему уравнению:

$$5K_2NaCo(NO_2)_6 + 11KMnO_4 + 14H_2SO_4 = 15KNO_3 + 5NaNO_3 + 3K_2SO_4 + 11MnSO_4 + 5Co(NO_3)_2 + 14H_2O.$$

Избыток прилитой щавелевой кислоты обратно оттитровывают 0,1N раствором перманганата.

Количество K_2O вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0,000856\cdot 100}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1N раствора перманганата калия, израсходованного на разложение комплексной соли, включая и обратное титрование,

b — количество миллилитров 0,1N раствора щавелевой кислоты,

n — навеска, соответствующая взятому для анализа объекту вытяжки.

Приготовление необходимых реактивов. Кобальтнитритный реактив по Бильману. Растворяют 150 г азотнокислого натрия в 150 мл горячей воды и дают раствору охладиться приблизительно до 40° С, причем выделяются кристаллы нитрита натрия. К этому раствору прибавляют 50 г кристаллического азотнокислого кобальта и приливают при постоянном помешивании небольшими порциями 50 мл 50% уксусной кислоты, после чего, закрыв пробкой, сильно взбалтывают. Затем пропускают через жидкость в течение получаса быструю струю воздуха и оставляют на несколько часов или до следующего утра, причем выделяется более или менее значительный бурный осадок—нитрокобальтиат калия и натрия. После этого прозрачную жидкость сливают (если жидкость не совсем прозрачная, то ее отфильтровывают) и к полученному объему ее, составляющему около 250 мл, постепенно приливают 208 мл 96% спирта, благодаря чему выпадает большая часть нитрокобальтиата натрия. Спустя несколько часов осадок отфильтровывают, отсасывают досуха на воронке Бюхнера, затем промывают четыре раза спиртом, употребляя каждый раз по 25 мл спирта и дважды таким же количеством эфира, после чего сушат на воздухе. Полученная этим путем соль со-

храняется в сухом состоянии неограниченно долгое время. Раствор ее готовят перед употреблением, растворив 1 г соли в 10 мл воды.

Анализ золы. Определение влажности. Навеску золы в 5—10 г помещают в платиновый или фарфоровый тигель и нагревают на слабом пламени горелки до постоянного веса.

Определение калия. Навеску золы в 0,25 г помещают в стакан, прибавляют осторожно, во избежание распыливания, 10 мл дестиллированной воды и по каплям крепкой соляной кислоты (удельного веса 1,19) в небольшом избытке. Прибавляемая соляная кислота должна содержать небольшое (3—4 мл) количество крепкой азотной кислоты (удельного веса 1,42). Содержимое стакана кипятят на сетке в продолжение 15 минут. Полученную таким образом вытяжку после охлаждения фильтруют и промывают осадок на фильтре водой. В полученном фильтрате отделяют кремнекислоту путем выпаривания его досуха на водяной бане в фарфоровой чашке. Осадок в фарфоровой чашке растворяют в соляной кислоте и фильтруют. Такую операцию проделывают 3—4 раза.

В свободном от кремнекислоты растворе определяют калий хлороплатинатным (см. стр. 355) или кобальтнитритным (см. стр. 357) методом.

Определение фосфорной кислоты. Для определения общей фосфорной кислоты навеску золы в 1—2 г сплавляют со смесью углекислого кальция и хлористого аммония по Смиту (см. стр. 353). Полученный сплав разлагают разведенной (1 : 3) соляной кислотой, отделяют кремнекислоту и в полученной вытяжке определяют фосфорную кислоту по методу Лоренца (см. стр. 350).

Определение кальция и магния. В освобожденной от кремнекислоты и полуторных окислов вытяжке определяют кальций осаждением щавелевокислым аммонием (см. стр. 365), а в фильтрате после осаждения кальция определяют магний путем осаждения фосфорнокислым натрием (см. стр. 366).

IV. Азотно-фосфатные удобрения

1) Аммонизированный суперфосфат,
2) аммофос,
3) диаммофос.

Определение влажности. Аммонизированный суперфосфат. Навеску удобрения около 5 г сушат в сушильном стаканчике в термостате в течение 3 часов при температуре 70° С.

Средний химический состав золы
(в процентах) (по В. М. Клечковскому и А. Г. Шестакову)

	P_2O_5	K_2O	CaO
Зола березы	7,10	13,30	36,30
» ивы	2,05	4,55	43,45
» дуба	4,90	8,60	60,40
» тополя	11,50	12,50	40,00
» сосны	2,00	6,90	31,80
» ели	2,40	3,20	25,20
» ржаной соломы	4,70	16,18	8,50
» пшеничной соломы	6,37	13,59	5,92
» гречишной »	2,50	35,28	18,54
» кизяка	4,80	11,30	8,50
» подсолнечника	2,50	36,28	18,54
» торфа	7,20	4,75	25,75

Содержание K_2O (в процентах) **в калийных удобрениях**

Удобрения	K_2O	Удобрения	K_2O
Сильвинит	12—15	Хлористый калий	48—60
Карналлит	9—12	Калийные соли	30—40
Каинит	12—15	Сернокислый калий	42—52
«Твердая соль»	12—14		

Аммофос. Навеску около 5 г высушивают в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре 100—102° С.

Диаммофос. Навеску около 5 г высушивают в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре 60—65° С.

Определение азота. Аммонизированный суперфосфат. Определение азота производят в водной вытяжке путем отгона аммиака со щелочью (стр. 333). Для приготовления водной вытяжки растворяют 20 г аммонизированного суперфосфата в 1 л воды, фильтруют и из фильтрата берут на определение 25—40 мл. В приемник для поглощения аммиака берут 50 мл 0,1*N* раствора серной кислоты.

Аммофос и диаммофос. Определение азота в этих удобрениях необходимо производить по методу А. В. Соколова в

солянокислой вытяжке, а не в водной, так как часть азота находится в них в воднонерастворимой форме в виде комплексных солей фосфорной кислоты железа или алюминия $NH_4H_2[Fe(PO_4)_2]$ или $NH_4H_2[Al(PO_4)_2]$.

Метод А. В. Соколова. Навеску аммофоса или диаммофоса в 5 г растворяют при нагревании в 50 мл 10% соляной кислоты. Вытяжку фильтруют в мерную колбу на 500 мл, промывают осадок на фильтре водой и по охлаждении доводят содержимое колбы водой до метки. Из полученной таким образом вытяжки берут 25 мл в колбу для отгона, прибавляют 150 мл дистиллированной воды, 20 мл 40% раствора едкого натра и отгоняют аммиак, как обычно. В приемник берут 50 мл 0,1*N* раствора серной кислоты.

Определение общей P_2O_5. Аммонизированный суперфосфат. Производят теми же методами, что и в простом суперфосфате (см. стр. 346). Увеличивают навеску удобрения по сравнению с простым суперфосфатом в $1^1/_2$ раза.

Аммофос и диаммофос. Навеску в 4 г растворяют в 20 мл 20% соляной кислоты при нагревании и разбавляют затем небольшим количеством воды. По охлаждении раствора фильтруют в мерную колбу емкостью 250 мл, осадок на фильтре (если он есть) или сам фильтр промывают дистиллированной водой до тех пор, пока раствор не достигнет метки, тщательно перемешивают. Из этого раствора берут 25 мл и определяют фосфорную кислоту по одному из описанных выше методов.

Определение усвояемой P_2O_5. Определяют только в аммонизированном суперфосфате так же, как и в простом суперфосфате. Навеску для приготовления вытяжки берут в $1^1/_2$ раза больше, чем в простом суперфосфате.

Определение воднорастворимой P_2O_5. Аммонизированный суперфосфат. Определяют так же, как в простом суперфосфате.

Аммофос и диаммофос. Навеску удобрения в 5 г помещают в мерную колбу емкостью 500 мл, доливают водой приблизительно до объема 400 мл и встряхивают в продолжение 30 минут; затем содержимое колбы доводят водой до метки, тщательно перемешивают и фильтруют через сухой фильтр. Из полученного фильтрата берут 25 мл и определяют P_2O_5 как в простом суперфосфате (см. стр. 343).

Содержание N и P_2O_5 в азотно-фосфатных удобрениях
(в процентах)

Удобрения	N в форме				P_2O_5 общей
	общего	NH_4	NO_3	NH_2	
Аммонизированный суперфосфат	—	—	—	—	—
Аммиачный суперфосфат	—	4—9	—	—	9—13
Аммофос	—	10,6	—	—	45—48
Диаммофос	—	21	—	—	53
Лейнафос	—	20	—	—	20
Фосфазот	—	—	—	10—11	11
Нитрофос	15	7,5	7,5	—	9

V. Азотно-калийные удобрения

Калийная селитра KNO_3.

Определение влажности. Навеску калийной селитры в 2 г, мелко измельченной, сушат в сушильном шкафу при температуре 120—130° С в продолжение 2 часов. Количество влаги вычисляют по убыли в весе.

Определение азота. Азот определяют так же, как в натронной селитре (см. стр. 338).

Определение калия. Определяют так же, как в хлористом калии (см. стр. 354).

Содержание питательных веществ в калийной селитре:

N в форме NO_3 . . . . . 13,5—13,7%
K_2O . . . . . 45,9—46,0%

VI. Полные удобрения

1) Нитрофоски:

I — черная
II — голубая
III — красная
IV —
«А» — зеленая
} $KNO_3 \cdot NH_4Cl \cdot (NH_4)_2HPO_4$

«С» — коричневая $KNO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot (NH_4)_2HPO_4$.

2) Аммофоска $NH_4H_2PO_4 + K_2SO_4$.

Определение влажности. Навеску удобрений 5 г сушат в сушильном стаканчике в термостате при температуре 60—65° С до постоянного веса.

Приготовление вытяжки. Взбалтывают 10 г удобрения с 400 мл воды на ротаторе в продолжение 30 минут, затем фильтруют через сухой фильтр в сухую колбу емкостью 500 мл, осадок на фильтре промывают водой, доводя содержимое колбы точно до метки.

Определение общего азота. Берут 20 мл вытяжки и определяют общий азот по методу Деварда (см. стр. 338). В приемник для поглощения аммиака необходимо брать 60—75 мл 0,1*N* раствора серной кислоты.

Определение аммиачного азота. Берут 25 мл вытяжки и определяют аммиачный азот методом отгонки со щелочью (см. стр. 333). Для поглощения аммиака в приемник берут 60—75 мл 0,1*N* раствора серной кислоты.

Определение водорастворимой P_2O_5. Берут 25 мл вытяжки и определяют в ней фосфорную кислоту по методу Лоренца.

Определение общей P_2O_5. Навеску удобрения в 5 г помещают в стакан и при нагревании обрабатывают 25—30 мл 20% соляной кислоты. После растворения и охлаждения раствор разбавляют в 5 раз водой и фильтруют в мерную колбу емкостью 250 мл, промывают водой до метки. Берут 25 мл вытяжки и определяют P_2O_5 по Лоренцу.

Определение калия. Калий определяют в 25 мл вытяжки хлороплатинатным или кобальтнитритным методом после предварительного удаления серной и фосфорной кислот хлористым барием и гидратом окиси бария (см. стр. 354).

Содержание питательных веществ в полных удобрениях

(в процентах)

Удобрения	N в форме			P_2O_5	K_2O	Соотношение $N:P_2O_5:K_2O$
	общего	NH_4	NO_3			
Нитрофоски: I— черная	17,5	11,4	6,1	13,0	22,0	$1:{}^3/_4:1^1/_4$
II—голубая	15,0	10,0	5,0	11,0	26,5	$1:{}^3/_4:1^3/_4$
III—красная	16,5	11,5	5,0	17,5	20,0	$1:1:1^1/_4$
IV— . . .	13,0	13,0	—	13,0	18,0	$1:1:1^1/_4$
«А»—зеленая	15,0	13,5	1,5	30,0	15,0	1:2:1
«С»—коричневая	15,5	10,8	4,7	15,5	19,0	$1:1:1^1/_4$
Аммофоска	—	10,0	—	30,0	10,0	1:3:1

Примечание 1. Нитрофоски получают смешением $(NH_4)_2HPO_4$ и KCl с расплавленным NH_4NO_3, при этом происходят реакции обменного разложения.

Примечание 2. В нитрофоске коричневой KCl заменен на K_2SO_4.

Примечание 3. После реакции обменного разложения нитрофоски состоят из $KNO_3 \cdot NH_4Cl \cdot (NH_4)_2HPO_4$, а нитрофоска коричневая — $KNO_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot (NH_4)_2HPO_4$.

Примечание 4. Аммофоска приготовляется путем смешения $NH_4H_2PO_4$, K_2SO_4 и небольшого количества $(NH_4)_2SO_4$.

VII. Известковые удобрения

1) Известняки $CaCO_3$,
2) доломиты $CaCO_3 \cdot MgCO_3$,
3) мергели,
4) известковые туфы,
5) известь гашеная $Ca(OH)_2$,
6) известь негашеная CaO.

Определение влажности. При анализе известняков, доломитов, мергелей и известковых туфов навеску около 10 г, мелко растертую, сушат в термостате в сушильных стаканчиках (бюксах) низкой формы (диаметром 40—50 мм) при температуре 100—105°С в течение 3 часов, по охлаждении в эксикаторе взвешивается.

Влажность вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 100}{a},$$

где a — навеска,

b — навеска после высушивания.

Разложение. Существуют два метода разложения: разложение разведенной соляной кислотой (1 : 3) и сплавление с углекислым натрием. Последний способ употребляется исключительно только в тех случаях, когда необходимо определить валовое количество всех соединений, входящих в состав анализируемого объекта.

Разложение разведенной соляной кислотой. Навеску удобрения в 5 г, растертого в мелкий порошок, помещают в стакан емкостью 250 мл, прибавляют около 20—25 мл дестиллированной воды и по каплям (лучше из капельной воронки) 50 мл разведенной (1 : 3) соляной кислоты. Закрывают стакан часовым стеклом, осторожно нагревают, доводят до кипения и кипятят в продолжение 15 минут. По охлаждении содержимое стакана переносят в мерную колбу емкостью 250 мл, смывают чашку несколько раз водой в колбу и доводят содержимое колбы водой до метки.

Берут 25 мл вытяжки (мутной), помещают в стакан емкостью 200 мл, приливают аммиака до слабощелочной реакции для осаждения полуторных окислов, отфильтровывают осадок (состоящий

из нерастворимого остатка и полуторных окислов), осадок на фильтре промывают горячей водой и в фильтрате определяют кальций объемным методом. Объем фильтрата не должен превышать 250 мл. Фильтрат слабо подкисляют уксусной кислотой, прибавляют 10 мл 10% раствора хлористого аммония и нагревают до кипения. К горячему раствору прибавляют 20 мл кипящего 4% (насыщенного) раствора щавелевокислого аммония и оставляют на 4 часа в теплом месте, по прошествии которых делают пробу на полноту осаждения. После этого жидкость фильтруют через плотный беззольный фильтр, осадок на фильтре промывают несколько раз горячей водой, содержащей щавелевокислый аммоний, а потом одной горячей водой до исчезновения реакции на щавелевую кислоту.

После промывания фильтр с осадком прокалывают тонко оттянутой стеклянной палочкой и осадок смывают горячей водой в тот же стакан, в котором происходило разложение. Фильтр промывают 25 мл горячей 1% серной кислотой и после этого горячей водой. К раствору прибавляют 10 мл 10% серной кислоты, нагревают почти до кипения и титруют 0,1*N* раствором перманганата до неисчезающей в течение нескольких секунд розовой окраски.

1 мл 0,1*N* раствора перманганата соответствует 0,0028 г CaO или 0,0020 г Ca.

Количество CaO вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}0028 \cdot 100}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1*N* $KMnO_4$,

n — навеска, отвечающая взятому для анализа объему вытяжки.

Количество $CaCO_3 = CaO \cdot 1{,}785$.

При анализе доломитов необходимо производить двойное осаждение кальция, так как в этом случае вместе со щавелевокислым кальцием частично осаждается и щавелевокислый магний.

Помимо вышеизложенного объемного метода определения кальция, при массовых анализах известняков с большим успехом может быть применен объемный метод Шейблера, требующий, однако, специального прибора—кальциметра.

При определении кальция могут быть также применены весовой метод и метод титрования.

Определение магния. Весовой метод. Фильтрат после определения кальция сгущают выпариванием до объема прибли-

зительно 100—150 мл, подщелачивают аммиаком до слабощелочной реакции, прибавляют (к холодному раствору) 15 мл 10% раствора фосфорнокислого натрия или аммония, затем через несколько минут 10% аммиака в количестве $^1/_3$ всей жидкости и оставляют стоять на 15—18 часов.

Реакция осаждения магния протекает по уравнению:

$$MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_3 = MgH_4PO_4 + 2NaCl.$$

Осадок магний-аммоний-фосфата обязательно должен быть кристаллическим. В случае аморфного осадка его необходимо растворить в возможно малом количестве соляной кислоты и осадить вторично, приливая избыток аммиака.

Осадок отфильтровывают через плотный беззольный фильтр и промывают его 2,5% раствором аммиака. Затем фильтр с осадком переносят в платиновый или фарфоровый тигель, осторожно высушивают, озоляют и прокаливают на сильном пламени горелки или в электрическом муфеле. При этом происходит следующая реакция:

$$2MgNH_4PO_4 = Mg_2P_2O_7 + 2NH_3 + H_2O.$$

Прокаливание ведут до получения постоянного веса, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Количество MgO вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{a \cdot 0{,}3621 \cdot 100}{n},$$

где a — вес осадка $Mg_2P_2O_7$ в граммах,

n — навеска, отвечающая взятому для анализа объему вытяжки.

Объемный метод. Магний осаждается так же, как и при весовом методе, в виде магний-аммоний-фосфата, осадок на фильтре промывается сперва 2,5% раствором аммиака до удаления хлоридов, затем несколько раз спиртом для удаления аммиака. Затем осадок на фильтре высушивают в термостате при температуре 50—60° С, переносят вместе с фильтром в стакан, прибавляют 25—40 мл воды и титруют 0,1N раствором соляной кислоты в присутствии метилоранжа.

Реакция протекает согласно уравнению:

$$2MgNH_4PO_4 + 4HCl = 2MgCl_2 + 2NH_4H_2PO_4.$$

1 мл 0,1N HCl, израсходованной на титрование, соответствует 0,002 г MgO.

ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ

В дальнейшем излагается анализ только следующих, наиболее распространенных органических удобрений:

1) навоза,
2) торфа,
3) костяной муки.

Анализ навоза. Взятие средней пробы по А. Н. Лебедянцеву. Если пробу навоза берут из не очень больших количеств его, то его в целях лучшего перемешивания перебирают руками, при этом все более или менее крупные частицы разминаются и получается однородная рыхлая масса, которую затем тщательно перелопачивают. Во время перелопачивания отбирают две отдельные пробы, весом около 25 кг каждая. Эти пробы путем деления уменьшают до 1,5 кг каждая и помещают в стеклянные банки с притертыми пробками. К анализу навоза должно быть приступлено не позднее суток с момента взятия средней пробы. Если это по каким-либо причинам выполнено быть не может, то пробы обязательно должны быть законсервированы.

Как правило, общее количество азота и формы азота определяют в сыром, не консервированном навозе.

Консервирование средней пробы навоза. Поступившую пробу навоза измельчают ножницами на кусочки длиной не более 3 см и из разных мест полученной массы берут около 600 г в соответствующей величины фарфоровую чашку, взвешивают и помещают для сушки в термостат при температуре не более 60—70° С. Высушивание навески навоза в термостате продолжают до тех пор, когда по своему состоянию она может быть размолота.

После высушивания пробу взвешивают и определяют количество испарившейся воды.

После этого пробу измельчают на мельнице «Эксцельсиор» таким образом, чтобы она полностью проходила через сито диаметром 0,5 мм.

Из размолотой таким образом пробы берут навески для определения влажности и золы; остальную же часть для хранения помещают в банку с притертой пробкой и заливают парафином.

Определение влажности. Влажность определяют из пробы, предварительно высушенной при 60—70° С. Навеску такого навоза в 10 г помещают в сушильный стаканчик и сушат в термостате в продолжение 6 часов при температуре 100° С.

Влажность навоза вычисляют по формуле:

$$W = W_1 + W_2 - \frac{W_1 \cdot W_2}{100},$$

где W_1 — потеря в весе навоза при его высушивании при температуре 60—70°С, выраженная в процентах на сырой навоз,

W_2 — влажность, найденная при анализе предварительно высушенного (консервированного) навоза и выраженная в процентах.

Определение общего количества азота. Азот определяют обязательно в сыром навозе и не меньше как в четырехкратной повторности. Последнее обусловливается крайней трудностью взятия аналитической пробы из сырого навоза. Так как в навозе почти всегда находится азот в нитратной форме, то благодаря этому определение ведут по методу Иодльбауэра.

Метод Иодльбауэра. Навеску сырого навоза в 25—30 г помещают в колбу Кьельдаля емкостью 500 мл и обливают ее осторожно 30—40 мл фенолсерной кислоты. После охлаждения содержимое колбы тщательно перемешивают путем встряхивания, прибавляют 2—3 г цинковой пыли и 2 капли ртути и нагревают на слабом пламени горелки до прекращения вспенивания и испарения воды. После этого кипятят на сильном огне до полного обесцвечивания жидкости.

Происходящие при этом реакции выражаются следующими уравнениями:

$$OHC_6H_4SO_3H + HNO_3 = OHC_6H_3NO_2SO_3H + H_2O,$$

т. е. азотная кислота нитрует фенолсерную кислоту и весь нитратный азот переходит при этом в органически связанную форму;

$$OHC_6H_3NO_2SO_3H + 3H_2 = OHC_6NH_2SO_3H + 2H_2O,$$

т. е. при прибавлении цинковой пыли нитрогруппы восстанавливаются до аминогрупп, которые при дальнейшем сжигании переходят в сульфат аммония.

По охлаждении колбы приливают 100 мл воды, переносят содержимое из колбы Кьельдаля в колбу для отгона, смывая колбу Кьельдаля 200—250 мл воды, осторожно по стенкам колбы приливают 120—150 мл 40% раствора едкого натра, щепотку цинковой пыли и в дальнейшем ведут отгонку аммиака как обычно.

В приемник для поглощения аммиака берут 150 мл 0,1N раствора серной кислоты.

Приготовление фенолсерной кислоты. Растворяют 40 г чистого фенола в крепкой серной кислоте удельного веса 1,84 и доводят объем этой же кислотой до 1 л.

Определение общей фосфорной кислоты. Навеску сухого (консервированного) навоза в 2—2,5 г помещают в колбу Кьельдаля емкостью 250 мл, приливают 20 мл смеси равных объемов крепких серной и азотной кислот и нагревают на слабом пламени горелки. После прекращения бурной реакции колбу снимают с огня, прибавляют 2 мл крепкой азотной кислоты и нагревают на более сильном огне, однако все время следя за тем, чтобы в колбе не появились белые пары серной кислоты. Во время сожжения в колбу периодически прибавляют по каплям азотную кислоту, избегая ее избытка. Когда содержимое колбы обесцветится, ее охлаждают, прибавляют 100 мл дестиллированной воды, кипятят для удаления азотной кислоты и затем фильтруют в мерную колбу емкостью 500 мл через фильтр средней плотности. Колбу Кьельдаля несколько раз споласкивают горячей водой, осадок на фильтре промывают также горячей водой до тех пор, пока объем в мерной колбе не будет приблизительно около 400 мл. После этого колбу охлаждают, затем доливают водой до метки и тщательно перемешивают.

Берут 50 мл вытяжки и в них определяют фосфорную кислоту по Лоренцу.

Определение калия. 200 мл вытяжки, приготовленной как указано выше, помещают в фарфоровую чашку и на водяной бане выпаривают досуха, затем осторожно прокаливают на горелке для удаления аммонийных солей. Нагревание продолжают до удаления белого дыма. После этого чашку охлаждают, приливают 15—20 мл воды и 3—4 мл 25% соляной кислоты для растворения осадка. К раствору прибавляют хлорной платины и в дальнейшем анализ ведут, как указано на стр. 355.

Анализ торфа. Взятие средней пробы торфа-сырца. Присланную для анализа пробу торфа-сырца пропускают 2 раза через мясорубку и полученную измельченную массу тщательно перемешивают, раскладывают ровным слоем толщиной не более 3 см в форме квадрата и делят его по диагоналям. Два противолежащих треугольника откидывают, а два оставшихся перемешивают, раскладывают в форме квадрата и опять делят по диагоналям. Таким образом поступают до тех пор, пока торфяной массы не останется около 200 г. Полученную таким образом пробу сохраняют в банках с притертой пробкой. Перед взятием навески содержимое банки должно быть тщательно перемешано шпателем.

Средний химический состав навоза
(по Ф. Т. Перитурину)

Виды навоза	Вода	Органическое вещество	Азот		P_2O_5	K_2O	CaO
			общий	аммиачный			
Навоз конский	71,0	25,0	0,6	0,2	0,3	0,5	0,2
» крупного рогатого скота	78,0	20,0	0,45	0,15	0,24	0,5	0,4
Навоз овец	65,0	32,0	0,8	—	0,25	0,67	0,3
» свиней	72,0	25,0	0,45	—	0,2	0,6	0,1

Взятие средней пробы воздушно-сухого торфа. Присланную предварительно взвешенную пробу воздушно-сухого торфа раскидывают тонким слоем на столе при комнатной температуре и подсушивают ее таким образом до прекращения убыли в весе (менее 0,5 г). Взвешивание производят с точностью до 0,1 г. После подсушивания пробу измельчают на мельнице «Эксцельсиор» в порошок, который должен целиком проходить через сито в 2 мм. Размолотую пробу раскидывают ровным слоем толщиной не более 1 см в форме квадрата и делят по диагонали. Два противоположных треугольника отбрасывают, а другие два снова измельчают на мельнице до тех пор, пока вся масса не пройдет через сито диаметром 0,25 мм. Полученная проба делится описанным способом до тех пор, пока вес остающейся части не будет около 200 г. Эту пробу измельчают таким образом, чтобы она нацело проходила через сито, имеющее 900 отверстий в 1 $см^2$. Эту аналитическую пробу хранят в банке с притертой пробкой.

Определение влажности. Навеску торфа около 10—15 г для сырца или 5—7 г воздушно-сухого в сушильном стаканчике помещают в холодный сушильный шкаф, который нагревают до 60°С для предварительного подсушивания. После того как большая часть воды будет удалена, температуру в шкафе поднимают до 100—105°С и при этой температуре сушат до постоянного веса. Постоянным весом считается, если два последующие друг за другом взвешивания будут давать разницу не более 0,01 г.

В случае воздушно-сухого торфа вычисление влажности производят обычным способом.

Для вычисления влажности предварительно подсушенной пробы применяют формулу, приведенную на стр. 368 для навоза.

Определение содержания золы. Навеску торфа (15 г для сырца или 7 г для воздушно-сухого) помещают в фарфоровый тигель емкостью 30 мл, предварительно взвешенный, ставят его в наклонном положении на фарфоровый треугольник и нагревают на слабом пламени при открытой крышке. После подсушки пламя постепенно увеличивают, избегая, однако, загорания торфа в тигле. После сожжения навески тигель ставят вертикально и прокаливают на сильном пламени горелки или в электрическом муфеле. Прокаливание продолжают до получения постоянного веса.

Содержание золы на абсолютно-сухой торф вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{g \cdot 10\,000}{n \cdot (100 - w)},$$

где g — вес золы в граммах,

w — влажность взятого торфа в процентах,

n — навеска.

Определение общего азота производят по методу Кьельдаля. Навеску воздушно-сухого торфа берут около 1—2 г.

Определение общей фосфорной кислоты, CaO, MgO и K_2O производят в золе торфа по вышеописанным методам, так как анализ золы ничем не отличается от анализа минеральных удобрений.

Химический состав торфа
(в процентах на сухое вещество)

Виды торфа	N	P_2O_5	K_2O	CaO	Всей золы	Органического вещества
Верховой (моховой)	1,0	0,1	0,2	0,4	4,9	95,1
Низинный (луговой)	2,8	0,4	0,2	2,0	12,9	87,1
Сосново-гипновый	2,6	1,3	0,2	37,1	31,6	—
Сосново-кустарниковый	2,7	0,9	0,2	3,1	21,1	—
Осоково-луговой	1,5	0,7	0,4	1,3	58,7	—

Анализ костяной муки. Определение влажности согласно ОСТ 3558 производят следующим образом: навеску

костяной муки около 5 г помещают в сушильный стаканчик и сушат в сушильном шкафу при температуре 100—105° С в течение $2^1/_2$ часов.

Количество влаги вычисляют по формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 100}{b},$$

где a — навеска,

b — вес после высушивания.

Приготовление вытяжки. 5 г костяной муки сжигают в колбе Кьельдаля 20 мл крепкой серной кислоты (удельного веса 1,84) с 1—2 г сернокислой меди и 5—10 г сернокислого калия (среднего) до исчезновения желтого оттенка жидкости. По охлаждении колбы ее содержимое сливают в мерную колбу емкостью 500 мл, наполненную наполовину водой. Колбу Кьельдаля споласкивают несколько раз водой, после чего жидкость в мерной колбе доводят водой до метки и тщательно перемешивают.

Определение азота. Для определения азота берут 100 мл вытяжки, переносят в колбу для отгона и разбавляют вдвое водой. Затем прибавляют 100 мл 30% раствора едкого натра и отгоняют аммиак в приемник с 30 мл 0,1N раствора серной кислоты. Перегонку продолжают 40 минут с начала кипения. Избыток серной кислоты обратно оттитровывают 0,1N раствором едкого натра с индикатором метилоранж.

Количество азота вычисляют по формуле:

$$\frac{a\cdot 5\cdot 0{,}0014\cdot 100}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1N раствора серной кислоты, связанной аммиаком,

n — навеска, отвечающая взятому для определения объему вытяжки.

Определение общей фосфорной кислоты. Стандартным методом считается метод цитратный (ОСТ 3558). Определение P_2O_5 производят следующим образом. Оставшуюся от определения азота в мерной колбе вытяжку фильтруют через плотный беззольный фильтр. Для анализа берут 50 мл фильтрата в стакан емкостью 250 мл, приливают 10—15 мл 50% раствора лимоннокислого аммония и нейтрализуют аммиаком по фенолфталеину.

Дальше поступают так же, как указано на странице 343.

Количество P_2O_5 вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot 10 \cdot 0{,}6379 \cdot 100}{n},$$

где a — вес осадка $Mg_2P_2O_7$,

n — навеска, соответствующая взятому для анализа объему вытяжки.

Определение фосфорной кислоты можно производить также и по методу Лоренца. 50 мл вытяжки разбавляют водой в мерной колбе до 250 мл, отсюда берут на определение 20 мл и в дальнейшем поступают, как указано на странице 391.

Количество P_2O_5 вычисляют по формуле:

$$\frac{a \cdot 125 \cdot 0{,}03295 \cdot 100}{n},$$

где a — вес осадка,

n — навеска, отвечающая взятому для анализа объему вытяжки.

ОСТ 3558 предусматривает следующие технические условия для костяной муки:

1) Содержание P_2O_5 не менее 30%
2) » N не более 0,9%
3) » влаги не более 10%

Примечание 1. На каждую 0,1% N ниже 0,9% содержание P_2O_5 повышается на 0,4% выше 30%.

Примечание 2. Расчет ведется на продукт с содержанием влаги 10%.

4) Тонкость помола. Костяная мука должна просеиваться без остатка через сито № 35 по шкале Тейлора (диаметр отверстий 0,4 мм).

АНАЛИЗ РАСТЕНИЙ

Взятие средней пробы. Средней пробой называется небольшое количество вещества, представляющее точную копию всего количества материала, подлежащего исследованию и отражающего состав и свойства. Поэтому при анализе растений, когда обычно приходится иметь дело с большими объемами исследуемого материала, взятие средней пробы является очень ответственным моментом. Дать подробные указания о взятии правильной средней пробы для всех весьма разнообразных случаев, могущих встретиться на практике, совершенно невозможно. Ниже кратко излагаются

приемы взятия средней пробы для наиболее часто встречающихся случаев.

При взятии средней пробы семян и концентрированных кормов поступают следующим образом. Из разных мест закрома, мешков или больших кусков отбирают небольшие порции, которые в случае их однородности смешивают и получают таким образом средний образец. Вес такого образца должен быть около 1 кг. Образец помещают в банку с притертой пробкой или в другую какую-либо герметически закрывающуюся тару.

Наиболее простым, но в то же время достаточно точным приемом взятия средней пробы клубне- и корнеплодов является следующий. Взвешивают определенное количество корней и полученный вес делят на число взвешенных корней. Таким образом находится средний вес корня. Затем из всей массы отбирают корни, наиболее близко подходящие к весу среднего экземпляра, и из них составляют пробу, вес которой должен быть около 6—8 кг. После отбора средней пробы корни или клубни тщательно обмывают от почвы и других приставших посторонних веществ, споласкивают дестиллированной водой и обтирают чистым полотенцем или тряпкой.

Затем корни или клубни разрезают вдоль на две части, каждую полученную половину разрезают еще пополам (также вдоль) и берут каждую четвертую часть. В дальнейшем полученные вырезки режут на возможно более тонкие пластинки ножом или шинковкой и нанизывают их на латунную проволоку или нитку, взвешивают и подвешивают в помещении до тех пор, пока кусочки не будут давать наощупь ощущения влажности (дня на 2—3). Нанизанные кусочки не должны соприкасаться друг с другом, в таком случае при сушке они не меняют своего цвета. В противном случае ломтики темнеют, что указывает на происходящие глубокие химические процессы; такого явления необходимо всячески избегать.

По окончании указанной предварительной сушки пробу переносят в термостат или сушильный шкаф и сушат при температуре, не превышающей 60—65°С. Высушенные ломтики сохраняют в банке с притертой пробкой.

При отборе средней пробы объемистых кормов (сено, солома) поступают следующим образом. Если сено непрессованное, то отдельные выемки производятся не менее как в 10 местах на каждые 15 т сена, причем точки взятия выемок располагают в различных местах стога, копна и пр.

При составлении среднего образца из прессованной кипы сена

сначала снимают проволоку, затем осторожно берут пласты сена из различных слоев, при этом необходимо следить за тем, чтобы не было разрыва травы и лишнего образования трухи.

Полученная средняя проба сена или соломы, вес которой должен быть около 10 кг на каждые 15 т, хорошо перемешивается. Для этого пробу расстилают на брезенте тонким слоем. В случае обнаружения комков земли, навоза, крупных стеблей необходимо установить, является ли это случайной примесью или явлением характерным для данной партии. В первом случае указанные примеси отбрасывают, во втором — отдельно взвешивают и вес их включают в несъедобную часть корма. Из перемешанной средней пробы из разных мест берут около 200—300 г, эту часть немедленно помещают в банку с притертой пробкой.

Среднюю пробу силоса необходимо всегда брать из центра силосной башни и на глубину не менее $^1/_3$ ее. Взятая проба должна быть весом около 2 кг и немедленно после взятия помещена в банку с притертой пробкой и законсервирована, если не предполагается анализ производить немедленно. Для консервирования в банку прибавляют 10—15 капель хлороформа или толуола на каждый 1 кг силоса.

Каждую взятую среднюю пробу любого вещества обязательно сопровождают этикеткой с подробным указанием происхождения, варианта опыта и т. д.

Подготовка образца к анализу. Предварительная подготовка образца к анализу заключается в удалении посторонних примесей и в определении первоначальной влажности.

Полученный образец раскладывают в лаборатории на листе чистой бумаги. Испорченные или заплесневевшие части удаляют.

Сено и солома (или цельные растения) подвергают предварительному грубому размолу, для чего быстро режут ножницами на небольшие кусочки, длиной 1—2 см. В случае большого количества образцов для этой цели удобно употреблять лабораторные соломорезки.

Определение первоначальной влажности преследует две цели: во-первых, высушенное вещество в дальнейшем гораздо легче поддается измельчению на мельницах, а во-вторых, вещества с большим содержанием воды подвержены сильным химическим изменениям. Определение первоначальной влажности производят следующим образом. Часть средней пробы (весом около 200 г), подготовленной к анализу, помещают в фарфоровую чашку соответствующей величины и взвешивают на техно-аналитических весах. Затем чашку с исследуемым веществом помещают в термо-

стат или сушильный шкаф при температуре 60—65° С. Подсушивание в сушильном шкафу продолжается до тех пор, пока разница двух непосредственно следующих друг за другом взвешиваний подсушенного вещества не будет превышать 0,5—1,0 г. После этого фарфоровую чашку с подсушенным образцом оставляют в атмосфере лаборатории на несколько часов (не менее 2—3) для поглощения лабораторной влажности. При этом чашку закрывают фильтровальной бумагой в целях предохранения попадания в нее пыли и других посторонних веществ.

Приведенное таким образом в воздушно-сухое состояние вещество взвешивается вместе с чашкой.

Вычисляют первоначальную влажность по следующей формуле:

$$x = \frac{100 \cdot C}{A},$$

где x — процент первоначальной влажности,

C — разность веса образца до и после сушки,

A — вес образца до сушки.

Целый ряд веществ (семена льна, конопли, а также ряд веществ, находящихся в кормах) при сушке в обычных условиях значительно окисляется, что ведет к неправильным результатам. Как определение первоначальной влажности, так и гигроскопической влажности в таких веществах рекомендуется производить в струе индиферентного газа в специальных вакуум-сушильных аппаратах.

Измельчение. После определения первоначальной влажности (если это требуется) исследуемое вещество подвергают измельчению на лабораторной мельнице «Эксцельсиор» и терке Дрефса. При этом необходимо отметить, что некоторые вещества (богатые клетчаткой части растений, крахмалистые семена) гораздо легче размалываются нагретыми. Для этой цели предназначенные к размолу образцы на ночь помещают в шкаф при 60—65° С и на следующий день подвергают их размолу, вынимая их из шкафа по мере надобности. Целый ряд других веществ, в особенности сладкие плоды, лучше размельчается в холодном состоянии, так как при этом они меньше мажутся и не так засоряют измельчающие поверхности мельницы.

После размола каждого образца как на мельнице «Эксцельсиор», так и на терке Дрефса жернова тщательно очищают металлической щеткой и только после этого приступают к размолу следующего образца.

Окончательно размолотый материал приводят в воздушно-

сухое состояние, для чего рассыпают тонким слоем на листе чистой фильтровальной бумаги в помещении лаборатории, закрывают сверху также чистой бумагой для предохранения от пыли и в таком положении оставляют дня на два. После этого для дальнейшего хранения образец помещают в стеклянную банку с притертой пробкой. При этом желательно, чтобы банка была наполнена не более $^2/_3$ ее объема.

Взятие навески из средней пробы. Аналитическую навеску берут непосредственно из банки с притертой пробкой. Перед взятием навески вещество в банке тщательно перемешивают, чтобы более легкие частицы не распылялись и не скоплялись сверху, а равномерно распределялись по всему образцу.

Определение гигроскопической влажности. Приведенный в воздушно-сухое состояние растительный материал все же содержит в себе более или менее значительное количество гигроскопической влажности, обусловленной поглощением влаги из общего ее количества, находящейся в лаборатории в газообразном состоянии.

Количество гигроскопической влажности определяется высушиванием исследуемого вещества при температуре 100—105°С и производится следующим образом. Навеска исследуемого вещества (2—5 г) в сушильном стаканчике помещается в сушильный шкаф при температуре 100—105° С и высушивается в нем до постоянного веса. Для определения гигроскопической влажности лучше пользоваться сушильными стаканчиками низкой формы, так как в них высушивание заканчивается несколько скорее. Высушивание в сушильном шкафу продолжается 4—5 часов, по истечении этого времени стаканчики вынимаются из шкафа, закрываются крышками (крышки от стаканчиков также должны находиться все время в сушильном шкафу рядом с соответствующими им стаканчиками) и помещаются для охлаждения в эксикатор, для чего требуется около 25—35 минут. При этом желательно, чтобы эксикатор с охлаждающимися стаканчиками находился рядом с аналитическими весами. Эксикатор должен быть заряжен хорошим поглотителем влаги — хлористым кальцием или концентрированной серной кислотой. По охлаждении стаканчики с исследуемым веществом взвешиваются, помещаются обратно в эксикатор и в нем переносятся опять к сушильному шкафу и помещаются в него на 1—$1^1/_2$ часа, затем вновь вынимаются, охлаждаются в эксикаторе и взвешиваются.

Такое высушивание и взвешивание повторяется до тех пор, пока между двумя следующими друг за другом взвешиваниями разница не будет превышать 0,0025 г или они не будут одинаковы.

Вычисление гигроскопической влажности в воздушно-сухом веществе производится по следующей формуле:

$$x = \frac{100 \cdot a}{b},$$

где a — вес выделившейся при высушивании воды,

b — навеска воздушно-сухого вещества.

Вычисление всей воды (первоначальной и гигроскопической влажности) производится по следующим формулам:

$$y = \frac{100 \cdot a}{b}, \qquad (1)$$

где a — вес выделившейся воды при 60° С,

b — навеска первоначального (сырого) вещества;

$$z = \frac{(100 - x) \cdot y}{100}. \qquad (2)$$

Таким образом $z+y=A$, где A — количество всей воды, имеющейся в исследуемом сыром (первоначальном) веществе в процентах.

$100-A$—количество сухого вещества в исследуемом образце.

При массовых определениях влажности в растительных веществах с чисто практическими целями можно вести высушивание материала в сушильном шкафу при температуре 105°С в течение 6 часов, по истечении которых стаканчики с навесками исследуемого материала вынимают из шкафа, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Определение влажности легко окисляющихся веществ (семена льна, конопли, жмых, корне- и клубнеплоды, барда, силос и т. п.) производится в специальном вакуум-сушильном аппарате в разреженном индиферентном газе.

Озоление и определение количества золы. Определение количества сырой золы производится следующим образом. Навеску исследуемого вещества около 2—3 г (если имеется в виду только количественное определение сырой золы) помещают в платиновый тигель (за отсутствием платины можно пользоваться и фарфоровыми тиглями), закрывают крышкой, укрепляют на фарфоровом треугольнике кольца штатива и устанавливают над горелкой на расстоянии 15—20 см от пламени. Для озоления не следует брать вещество слишком тонко размельченное (на терке Дрефса), так как при этом затрудняется доступ воздуха и возможно его распыление выделяющимися газами.

Так как в первой стадии нагревания происходит процесс сухой перегонки и выделения образующихся газов, в верхней, более холодной части тигля образуется темный смолистый налет этих продуктов. Поэтому эту часть озоления нужно вести очень осторожно, на маленьком пламени горелки, так как при более сильном нагревании продукты сухой перегонки осаждаются на наружной поверхности стенок тигля, чего всячески нужно избегать во избежание потери исследуемого вещества и неполноты озоления. После окончания сухой перегонки и прекращения выделения газов нагревание постепенно усиливают путем увеличения пламени горелки и подниманием самой горелки. При этом крышка тигля немного приоткрывается и сам тигель ставится в несколько наклонное положение для лучшего притока воздуха к озоляемому веществу. Усиление пламени должно производиться таким образом, чтобы тигель не дошел до красного каления. Таким осторожным нагреванием в большинстве случаев удается достигнуть полного озоления и получающаяся зола не содержит угля и имеет почти белый цвет (иногда зола получается окрашенной в сероватый цвет окисью железа или зеленоватый от марганца).

По окончании озоления тигель осторожно снимается, помещается в эксикатор и по охлаждении взвешивается.

Количество сырой золы на воздушно-сухое вещество вычисляется по формуле:

$$x = \frac{100 \cdot a}{b},$$

где a — навеска,

b — вес золы.

Быстрота озоления зависит как от природы исследуемого вещества, так и от состава самой золы. Наиболее медленно происходит озоление веществ, богатых фосфорнокислыми или кремнекислыми солями.

В случае очень медленного сгорания угля в целях его ускорения применяется несколько методов. Наиболее распространен следующий способ. К вполне охлажденному остатку в тигле приливают небольшое количество воды или спирта, осторожно выпаривают на водяной бане и просушивают, а углистый осадок смачивают небольшим избытком 3% перекиси водорода, выпаривают и просушивают на водяной бане и снова осторожно прокаливают.

В случае озоления большого количества образцов, что имеет место при массовых анализах, удобно пользоваться электрическим муфелем, имеющим реостат, при помощи которого можно постепенно увеличивать температуру. При этом нужно соблюдать те же

предосторожности, что и при озолении на газовой горелке. Преимущества пользования электрическим муфелем следующие: более быстрое озоление (3—5 часов) и возможность производства одновременного озоления нескольких образцов.

Получение большого количества золы, в случае необходимости производства химического анализа последней, достигается таким же путем, как описано выше. Для этого берется только большая навеска и озоление проводится в больших платиновых тиглях или чашках с крышками.

Мокрые способы озоления применяются преимущественно при определении фосфорной кислоты, так как при обычном озолении возможны ее потери. Из значительного числа предложенных мокрых способов озоления большим распространением пользуется метод А. Неймана ввиду его большей точности по сравнению с другими. Сожжение органического вещества по методу А. Неймана производится следующим образом. Навеска исследуемого вещества 1—10 г (в зависимости от предполагаемого содержания фосфорной кислоты) помещается в колбу Къельдаля емкостью 250 мл, в нее приливается 10 мл смеси из равных объемов концентрированной серной (удельного веса 1,84) и азотной (удельного веса 1,40) кислот и нагревают на слабом пламени газовой горелки. По окончании бурного выделения окислов азота в колбу приливают еще небольшое количество (около 5 мл) смеси кислот, продолжают нагревание и увеличивают немного пламя горелки. Так поступают до тех пор, пока содержимое колбы не обесцветится. На полное сожжение идет обычно не более 25—30 мл смеси кислот.

Полученная вышеописанными способами зола носит название сырой золы, так как она состоит не только из минеральных веществ, входящих в состав исследуемого вещества, но содержит также значительное количество примесей. Примеси состоят главным образом из углекислоты, образующейся в процессе озоления, частичек несгоревшего угля и песка, который случайно мог находиться в исследуемом материале.

Определение составных частей золы. Определение кремнекислоты. Навеску сырой золы (5 г) в стеклянном стакане (350 мл) обливают небольшим количеством воды (20 мл); в целях предохранения от распыления приливают по каплям крепкой соляной кислоты. Когда выделение CO_2 закончится, раствор кипятят 20 минут со смесью крепких азотной и соляной кислот для разрушения следов органического вещества. Кипячение производят в стакане, покрытом часовым стеклом. По оконча-

нии кипячения часовое стекло обмывают горячей водой, все содержимое стакана переносят в соответствующего размера фарфоровую чашку и досуха выпаривают на водяной бане. Охлажденный остаток в фарфоровой чашке смачивают царской водкой, выпаривают, для удаления азотной кислоты смачивают соляной кислотой и снова выпаривают. После этого высушенный остаток в фарфоровой чашке ставят на песчаную баню и просушивают на ней около 1 часа при температуре не выше 110—120°С. Затем чашку переносят на водяную баню, приливают горячей воды и прибавляют по каплям крепкой соляной кислоты для растворения осадка. Жидкость отфильтровывают через беззольный фильтр в мерную колбу на 250 мл, осадок на фильтре промывают горячей водой. Осадок на фильтре состоит из кремнекислоты (с примесью песка и углистых частиц). Содержимое колбы по охлаждении доводят водой до метки, а фильтр с осадком сушат, сжигают в предварительно взвешенном платиновом (или фарфоровом) тигле, прокаливают на горелке или в электрическом муфеле и по охлаждении в эксикаторе взвешивают. Количество SiO_2 вычисляется в процентах на абсолютно-сухое вещество.

Определение полуторных окислов. Определение полуторных окислов производится осаждением в виде основных уксуснокислых солей, при этом осаждается одновременно и фосфорная кислота. Определение ведется следующим образом. 100 мл солянокислой вытяжки (взятой из колбы в 250 мл после отделения SiO_2) в стакане нейтрализуют содой до появления мути, подкисляют уксусной кислотой до слабокислой реакции, доводят жидкость до кипения, к кипящему раствору прибавляют небольшой избыток 10% раствора уксуснокислого натрия и кипятят 2 минуты. Пробуют реакцию лакмусовой бумажкой и в случае кислой реакции прибавляют несколько капель соды, доводя ее только до слабокислой. Дают осадку осесть на дно стакана, а жидкости—совершенно осветлиться, держа при этом стаканы на плитке во избежание охлаждения. Жидкость в горячем состоянии отфильтровывают через беззольный слабый фильтр и осадок на фильтре, состоящий из основных уксуснокислых солей железа, алюминия и фосфорной кислоты в виде $FePO_4$, промывают горячей водой с небольшим содержанием уксуснокислого натрия. Промывание осадка на фильтре продолжают до исчезновения в промывных водах реакции на кальций (проба со щавелевой кислотой и аммиаком). После этого осадок с фильтра смывают горячей водой в тот же стакан, в котором производилось осаждение, растворяют его 10% горячей соляной кислотой и через тот же фильтр

отфильтровывают в мерную колбу на 250 мл. Фильтр промывают несколько раз горячей 10% соляной кислотой, а затем только горячей водой. По охлаждении колба доводится водой до черты.

Фильтрат, полученный после отделения основных уксуснокислых солей железа, алюминия и фосфорной кислоты, сгущают выпариванием на водяной бане и оставляют для дальнейшего определения в нем марганца, кальция и магния.

Из колбы в 250 мл пипеткой берут 100 мл раствора основных уксуснокислых солей железа, алюминия и $FePO_4$ в стакан и при кипячении осаждают аммиаком. При этом необходимо избегать избытка аммиака во избежание перехода в раствор выпадающего гидрата окиси алюминия $[Al_2(OH)_6]$.

Жидкость отфильтровывают в горячем состоянии через беззольный фильтр, осадок высушивают в сушильном шкафу, помещают затем в предварительно взвешенный тигель, осторожно озоляют и прокаливают. По охлаждении в эксикаторе взвешивают.

Таким образом находят сумму $Fe_2O_3+Al_2O_3+P_2O_5$ и вычисляют в процентах на абсолютно-сухое вещество.

Определение марганца. Для определения марганца служит фильтрат после отделения основных уксуснокислых солей железа, алюминия и фосфорной кислоты. Фильтрат сгущают на водяной бане до небольшого объема (20—30 мл), подкисляют до слабокислой реакции уксусной кислотой, приливают бромной воды (что нужно производить обязательно в вытяжном шкафу) до темнобурой окраски жидкости, прибавляют аммиака до слабощелочной реакции и нагревают до начала кипения. При этом раствор обесцвечивается, а MnO_2 выпадает в осадке в виде черно-бурых хлопьев. Прекращают нагревание, дают отстояться осадку MnO_2, после чего его отфильтровывают через маленький беззольный фильтр, осадок на фильтре промывают горячей водой до полного обесцвечивания промывных вод. Рекомендуется производить промывание горячей водой, слегка подщелоченной аммиаком. Чтобы убедиться в полноте осаждения, фильтрат и промывные воды выпариванием на водяной бане сгущают до небольшого объема и обрабатывают при нагревании бромной водой. При полноте осаждения осадка быть не должно. В случае образования осадка, что указывает на неполноту осаждения, последний присоединяют к основному осадку.

Промытый на фильтре осадок высушивают, прокаливают, при этом MnO_2 переходит в Mn_3O_4, и по охлаждении в эксикаторе взвешивают.

$$MnO = Mn_3O_4 \cdot 0{,}93013.$$

Колориметрическое определение марганца. Из большого числа колориметрических методов определения марганца наиболее простым является метод окисления марганца в марганцевую кислоту посредством перекиси свинца, при этом реакция происходит по следующему уравнению:

$$2MnSO_4 + 5PbO_2 + 6HNO_3 = 2PbSO_4 + 3Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + 2HMnO_4.$$

Присутствие соляной кислоты или хлористых соединений недопустимо, так как последние разрушают марганцевую кислоту

$$2HMnO_4 + 14HCl = 8H_2O + 2MnCl_2 + 5Cl_2.$$

Определение производят следующим образом. К 100 мл испытуемого раствора, не содержащего соляной кислоты, прибавляют 10 мл концентрированной азотной кислоты, нагревают до кипения, прибавляют 0,5 г перекиси свинца, кипятят еще несколько минут и по охлаждении содержимое колбы снова доводят водой до 100 мл. Перемешав содержимое колбы, фильтруют через маленький фильтр, причем первые порции фильтрата отбрасывают, затем пипеткой берут определенную часть фильтрата и помещают его в колориметрический стаканчик. В другой стаканчик с дистиллированной водой приливают из бюретки по каплям образцовый раствор, пока интенсивность окраски в обоих стаканчиках не сравняется. Можно производить сравнение и в колориметре.

Приготовление образцового раствора. Растворяют в воде 0,1438 г химически чистого $KMnO_4$, прибавляют 10 мл концентрированной HNO_3 и разводят до 1 л. 1 мл этого раствора содержит 0,05 мг Mn, или 0,065 мг MnO. Раствор плохо сохраняется.

Определение кальция. Для определения кальция служит фильтрат от определения марганца (или полуторных окислов, если марганец не определялся). Фильтрат сгущают выпариванием на водяной бане, прибавляют небольшое количество хлористого аммония и доводят жидкость аммиаком до слабощелочной реакции. Затем доводят жидкость до кипения, прибавляют в избытке кипящий раствор щавелевокислого аммония (4%) и кипятят несколько минут (около 5 минут). После этого оставляют стакан в покое в теплом месте не менее как на 6 часов. По прошествии этого времени жидкость в горячем состоянии фильтруют через маленький беззольный фильтр (диаметром 7 см) и осадок на фильтре промывают горячей водой, содерж[illegible]ого щавелевокис-

лого аммония. Дальнейший способ промывания осадка на фильтре зависит от предполагаемого способа определения — весового или объемного. В первом случае промывание осадка все время продолжают горячей водой со щавелевокислым аммонием до прекращения реакции на хлор (проба промывной воды производится азотнокислым серебром, подкисленным азотной кислотой). Во втором случае — сначала горячей водой, содержащей щавелевокислый аммоний, до полного удаления хлора, а затем только горячей водой без щавелевокислого аммония до полного удаления щавелевокислого аммония (проба промывной воды азотнокислым серебром без подкисления азотной кислотой).

Объемный метод определения кальция. Под воронку, на которой находится отмытый до полного удаления щавелевокислого аммония осадок щавелевокислого кальция, подставляют стакан, в котором производилось осаждение кальция, и осадок на фильтре растворяют горячей 5% серной кислотой, при этом в целях ускорения растворения осадка следует взмучивать приливаемой из промывалки струей горячей серной кислоты. Растворив осадок и промыв фильтр сперва горячей 5% серной кислотой, а затем только горячей водой, содержимое стакана доводят водой до объема 200—300 мл, прибавляют 5 мл 10% серной кислоты, подогревают стакан до 80° С и титруют 0,05N раствором перманганата калия до неисчезающего слаборозового окрашивания.

1 мл 0,05N $KMnO_4$ отвечает 0,0014 г CaO, или 0,001 г Ca.

В случае большого содержания кальция рекомендуется раствор щавелевокислого кальция в серной кислоте довести до определенного объема и для титрования взять определенную его часть.

При малых количествах кальция удобнее употреблять более слабые титрованные растворы $KMnO_4$ (0,02 или 0,01N).

Определение магния. Для определения магния служит фильтрат от определения кальция. Фильтрат выпариванием на водяной бане сгущают до небольшого объема, доводят аммиаком до слабощелочной реакции, прибавляют к холодной жидкости избыток 10% раствора фосфорнокислого натрия и спустя несколько минут — крепкого аммиака в количестве, равном по объему приблизительно $^1/_3$ первоначального объема жидкости. Перемешивают жидкость стеклянной палочкой и оставляют стоять на 24 часа в теплом месте. При этом магний выделяется в форме фосфорнокислой аммонийно-магниевой соли по уравнению

$$MgCl_2 + Na_2HPO_4 + NH_3 = (MgNH_4)PO_4 + 2NaCl.$$

По истечении указанного времени жидкость фильтруют через небольшой плотный фильтр (диаметром 7 см), осадок $MgNH_4PO_4$ на фильтре промывают $2^1/_2\%$ аммиаком до полного удаления хлора, фильтр с осадком переносят в предварительно взвешенный платиновый тигель, озоливают и прокаливают. При прокаливании $MgNH_4PO_4$ переходит в $Mg_2P_2O_7$ согласно следующему уравнению:

$$2MgNH_4PO_4 = 2NH_3 + H_2O + Mg_2P_2O_7.$$

По охлаждении тигель с осадком $Mg_2P_2O_7$ взвешивают и вычисляют процентное содержание магния.

Для выражения результата в MgO полученный вес осадка $Mg_2P_2O_7$ умножают на 0,3621, а в Mg — на 0,2184.

Определение серной кислоты. Весовой метод. Для определения серной кислоты берут 50 мл фильтрата (1) из колбы в 250 мл, сильно подкисляют соляной кислотой, так как в противном случае при нагревании возможно выпадение основных солей железа и алюминия:

$$FeCl_3 + 2H_2O = Fe(OH)_2Cl + 2HCl$$

или

$$AlCl_3 + 2H_2O = Al(OH)_2Cl + 2HCl.$$

Жидкость нагревают до кипения, прибавляют кипящий 10% раствор хлористого бария; после прибавления продолжают кипячение еще в продолжение минут 10 при помешивании жидкости стеклянной палочкой, после чего оставляют в теплом месте не менее чем на 4 часа (лучше на ночь). Испытав прозрачный раствор на полноту осаждения, отфильтровывают осадок сернокислого бария через маленький плотный беззольный фильтр, промывают осадок горячей водой, подкисленной соляной кислотой, до исчезновения в промывной воде реакции на барий, переносят осадок с фильтром во взвешенный платиновый (фарфоровый) тигель, осторожно озоливают фильтр на слабом пламени горелки и затем прокаливают. По охлаждении в эксикаторе взвешивают.

$$SO_3 = BaSO_4 \cdot 0{,}3429.$$
$$SO_4 = BaSO_4 \cdot 0{,}4114.$$
$$S = BaOS_4 \cdot 0{,}1373.$$

Необходимо избегать озоливание на сильном пламени горелки, так как при этом может произойти восстановление сернокислого бария в присутствии органического вещества в сернистый барий.

Для количественного определения серы обычное сухое озоление растительного материала применено быть не может, так как при этом происходят настолько значительные потери серы, что о полном количестве ее в составе растения анализ золы не дает никакого представления.

Для точных определений серы производят сухое озоление исследуемого материала при помощи веществ, ускоряющих окисление. Из числа их наиболее удобными являются два следующих метода:

1) Навеску исследуемого материала (от 0,5 до 1 г) помещают в платиновый или фарфоровый тигель. Отвешивают на технических весах 2 г смеси Эшка, состоящей из 2 частей MgO и 1 части Na_2CO_3. $^2/_3$ этой смеси (от 2 г) всыпают в тигель и тщательно перемешивают с исследуемым веществом платиновой проволокой или шпателем, а остальную треть насыпают сверху ровным слоем. После этого тигель нагревают на спиртовой горелке. (В случае пользования светильным газом тигель помещают в укрепленную наклонно асбестовую пластинку, имеющую посредине круглое отверстие, в которое плотно вставляется тигель. При этом светильный газ, содержащий серу, не приходит в соприкосновение со смесью). Сплавление продолжают до тех пор, пока вся масса в тигле не сделается светложелтой или красновато-желтой. Обычно сплавление продолжается около 2—3 часов. После этого содержание тигля переносят в стакан, прибавляют 75 мл горячей воды и нагревают на водяной бане в продолжение 1 часа, при этом все сульфаты и сульфиды переходят в раствор. Раствор отфильтровывают и осадок на фильтре тщательно промывают горячей водой. Для окисления сульфидов к фильтрату прибавляют 4 мл бромной воды и подкисляют слабой кислотой и в этом растворе производят определение серной кислоты.

2) Навеску исследуемого вещества (от 0,5 до 0,8 г) помещают в высокий фарфоровый тигель, прибавляют 1—2 г азотнокислого калия (в порошке) и 1—2 мл концентрированной азотной кислоты. После окончания реакции выпаривают содержание тигля на слабом пламени для удаления азотной кислоты и прибавляют к охлажденной, но еще не совсем высохшей смеси 10 мл реактива Бенедикта. Выпаривают жидкость на слабом огне, после чего пламя увеличивают и накаливают тигель докрасна и оставляют его при этой температуре 10—15 минут, затем охлаждают. Осадок растворяют в 10 мл соляной кислоты (1 : 4) и кипячением удаляют оставшуюся азотную кислоту. В полученном растворе и определяется серная кислота.

Приготовление реактива Бенедикта. 200 г азотнокислой меди и 50 г $KClO_3$ растворяют в воде и доводят до 1 л.

Определение калия. Упрощенный хлороплатинатный метод Кузнецовой Р. К. и Загорского М. Ф. Навеску исследуемого вещества в количестве 0,5—2 г (в зависимости от предполагаемого содержания калия) сжигают в неплотно закрытом платиновом тигле в муфельной печи при температуре не свыше 500°С. В охлажденный тигель прибавляют 2 мл 25% HCl и смывают содержимое тигля горячей водой в фарфоровую чашку на 50 мл, прибавляют раствор 10% хлорной платины до ясного окрашивания жидкости в желтый цвет и выпаривают досуха на водяной бане, не давая, однако, осадку пересыхать (в присутствии сульфатов выпаривание продолжается только до сиропообразного состояния). По охлаждении смесь хлороплатинатов (калия, натрия и пр.) и всех примесей обрабатывают 20—30 мл 80% спирта в два приема, по 10—15 мл каждый, тщательно растирая каждый раз осадок стеклянной палочкой с расширением на конце. Через 15—20 минут осадок хлороплатината калия отфильтровывают и промывают 80% спиртом, сначала 1—2 раза декантацией в чашке, а затем на фильтре. Фильтрование идет через тигель Гуча, приготовляемый следующим образом. На сетчатое дно тигля кладут кружок фильтровальной бумаги, на него наливают приготовленной болтушки из чистого асбеста слоем толщиной в 4—5 мм и поверх его кладут дырчатый фарфоровый кружок. Приготовленный таким образом фильтр годен для нескольких определений подряд. Отмытый от избытка реактива, других хлороплатинатов и хлора осадок хлороплатината калия тотчас же растворяют на фильтре горячей водой.

Раствор отсасывают в чистую колбу при помощи водоструйного или масляного насоса и переносят в стакан на 250—300 мл, споласкивая колбу несколько раз водой. Далее хлороплатинат калия восстанавливают до платины по способу Аттерберга металлическим магнием.

В раствор хлороплатината калия опускают магниевую ленту или прибавляют порошка металлического магния и по окончании реакции (что заметно по обесцвечиванию жидкости) прибавляют соляной кислоты до сильнокислой реакции и кипятят 15 минут.

Реакция протекает по следующему уравнению:

$$2KCl \cdot PtCl_4 + 2Mg = 2KCl + 2MgCl_2 + Pt.$$

Выделившуюся металлическую платину отфильтровывают через

маленький беззольный фильтр, промывают горячей водой, сушат, прокаливают и по охлаждении в эксикаторе взвешивают.

$$K_2O = Pt \cdot 0{,}4812.$$

В случае отсутствия металлического магния для разрушения комплексной соли $2KCl \cdot PtCl_4$ можно употреблять муравьинокислый натрий, при этом реакция протекает по уравнению:

$$2KCl \cdot PtCl_4 + 2HCOONa = 2NaCl + 2KCl + \\ + 2HCl + 2CO_2 + Pt.$$

Муравьинокислый натрий прибавляют небольшими порциями. Дальнейший ход анализа таков же, как и при пользовании металлическим магнием.

Определение натрия. Весовой метод. Из числа существующих в настоящее время весовых методов непосредственного определения натрия (Barber'a и Kolthoff'a, Kahone, Caley и Faulk'a) наибольшее распространение получил метод Барбера и Кольтгофа. Метод основан на том, что употребляемый реактив уксуснокислый цинк-уранил осаждает тройную соль — уксуснокислый цинк-натрий-уранил, имеющую следующий состав: $(UO_2)_3\,ZnNa(CH_3COO)_9 \cdot 6H_2O$. Соль эта легко растворяется в воде, слабо—в 95% спирте (в 1 мл при 22° С растворяется около 0,5 мг соли) и не растворяется в эфире. Содержащаяся в ней вода удерживается довольно прочно (не теряется в продолжение нескольких дней при хранении над концентрированной серной кислотой или хлористым кальцием).

Присутствие в исследуемом растворе солей NH_4, Mg, Ca и Ba не мешает определению натрия; калий мешает в случае, если его больше 50 мг. Для определения служит солянокислый раствор золы. Определение производится следующим образом. К 1 мл исследуемого раствора (содержащему не более 8 мг натрия) прибавляют 10 мл реактива, тщательно перемешивают (если исследуемого раствора больше 1 мл, необходимо прибавить больше реактива — из расчета, чтобы на каждый 1 мл раствора приходилось 10 мл реактива) и оставляют стоять не меньше 30 минут. Затем фильтруют через тигель Гуча или нуч-тигель с отсасыванием. Возможно полнее удаляют жидкость из осадка, промывают осадок 5—10 раз осаждающим реактивом по 2 мл каждый раз, удаляя каждый раз возможно полно жидкость из осадка. После этого осадок промывают 5 раз 95% спиртом (по 2 мл каждый раз), насыщенным уксуснокислым цинк-натрий-уранилом, а затем эфиром; последний удаляют просасыванием воздуха. Через 10 минут тигель взвешивают и узнают вес осадка соли.

Na_2O = вес осадка · 0,02015
Na = вес осадка · 0,01495

Фосфорная кислота мешает определению натрия, поэтому она должна быть удалена. Фосфорную кислоту (по Буго и Кателен) удаляют прибавлением 25% раствора уксуснокислого свинца, а затем в фильтрате избыток свинца осаждают сернокислым магнием.

По удалении $PbSO_4$ в фильтрате осаждают натрий.

Приготовление реактива. Приготовляют два раствора:

I. Уксуснокислый уранил ($2H_2O$)	10 г
Уксусная кислота (30%)	6 г
Вода до	65 г
II. Уксуснокислый цинк ($3H_2O$)	30 г
Уксусная кислота (30%)	3 г
Вода до	65 г

Соли в I и II растворяются отдельно при нагревании, а после этого смешиваются и оставляются на 24 часа. Так как реактивы содержат примесь натрия, то в полученном смешением I и II растворов реактиве будет осадок уксуснокислого цинк-натрий-уранила, который отфильтровывается. Фильтрат, т. е. реактив на натрий (уксуснокислый цинк-уранил), будет насыщен уксуснокислым цинк-натрий-уранилом и потому может применяться для промывания осадка этой соли.

Определение хлора. Наиболее удобным способом определения хлора в растениях является видоизмененный метод Делявилля и Брауна. Преимущество этого метода заключается в том, что для определения берется непосредственно растительное вещество, тонко размолотое на мельнице, благодаря чему совершенно устранена всякая возможность потери хлора, неизбежной при сухом озолении исследуемого растительного объекта. Сущность метода состоит в разрушении тканей азотно-азотистой кислотой в присутствии $AgNO_3$, при этом Cl связывается в AgCl и может быть таким образом количественно определен. Определение производится следующим образом. Навеску вещества (0,2 г) помещают в эрленмейеровскую колбу емкостью 150 мл и приливают 25 мл 0,01*N* $AgNO_3$ и 25 мл HNO_3 удельного веса 1,40.

Приливание раствора $AgNO_3$ нужно производить очень осторожно, чтобы частички вещества по возможности не поднимались по стенкам колбы: слегка взбалтывают и осторожно смывают небольшим количеством воды приставшие к стенкам колбы частицы и после этого избегают взбалтывания. После прибавления

HNO_3 содержимое колбочки нагревают на электрической плитке (или газовой горелке), причем жидкость до кипения не доводят и в нагретый раствор прибавляют небольшое количество (на кончике ножа) азотистокислого натрия ($NaNO_2$) и марганцевокислого калия (тоже на кончике ножа). $KMnO_4$ прибавляют небольшими порциями до тех пор, пока жидкость в колбе не обесцветится. (В некоторых случаях полного обесцвечивания жидкости может и не наступить и она остается слегка окрашенной).

Обесцвеченную жидкость в горячем состоянии отфильтровывают (в колбу Эрленмейера) через беззольный фильтр диаметром 7 см и осадок на фильтре промывают горячей водой до прекращения в промывных водах реакции на хлор. В фильтрат прибавляют в качестве индикатора 1—2 мл раствора окисных железоаммиачных квасцов и титруют 0,01N раствором роданистого калия до появления красноватой окраски.

1 мл 0,01N $AgNO_3$ = 0,0003546 г Cl.

Количество хлора в процентах вычисляют по следующей формуле:

$$\frac{(a-b)\cdot 0,0003546\cdot 100}{c},$$

где a — количество миллилитров 0,01N $AgNO_3$, прилитых к исследуемому веществу,

b — количество миллилитров 0,01N KCNS, пошедших на титрование,

c — навеска исследуемого вещества.

Употребляемый азотистокислый натрий должен быть обязательно проверен на чистоту, он не должен содержать хлора.

Приготовление индикатора. Насыщенный раствор соли Мора обесцвечивается прибавлением концентрированной азотной кислоты до светложелтого окрашивания.

Определение фосфорной кислоты. Определение фосфорной кислоты в веществах растительного происхождения может быть произведено как весовыми, так объемными и колориметрическими методами.

Весовой метод. Пользовавшийся большим распространением метод определения фосфорной кислоты в виде пирофосфорнокислого магния $Mg_2P_2O_7$, в настоящее время употребляется довольно редко. Более широкое распространение получили методы осаждения фосфорной кислоты в форме фосфорно-

молибденовокислого аммония $(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$, из которых наиболее удобным является метод Лоренца.

Определение фосфорной кислоты по методу Лоренца производится следующим образом.

Навеску исследуемого вещества (2 г), размолотого и пропущенного через сито в 1 мм, помещают в колбу Кьельдаля емкостью 250 мл, приливают 20 мл крепкой азотной кислоты (удельного веса 1,40) и по окончании бурной реакции нагревают на асбестовой сетке на маленьком пламени газовой горелки. Когда реакция окисления прекратится при нагревании (а объем азотной кислоты в колбе Кьельдаля станет не больше 2—3 мл), колбу снимают с горелки и после некоторого охлаждения приливают 3 мл крепкой серной кислоты (удельного веса 1,84) и вновь нагревают на более сильном пламени до появления в колбе белых паров серной кислоты. После этого в колбу прибавляют несколько раз по нескольку капель (10—15) крепкой азотной кислоты, снимая каждый раз колбу с огня и давая ей немного охладиться. Прибавление азотной кислоты (по каплям) продолжают до полного сожжения органического вещества, пока жидкость в колбе не станет совершенно прозрачной и почти бесцветной. Во время сожжения вещества серной и азотной кислотами необходимо регулировать пламя горелки так, чтобы оно не было очень сильным, но в то же время чтобы жидкость не оставалась в покое, так как в противном случае процесс окисления останавливается. Необходимо, чтобы в жидкости все время происходило выделение газообразных продуктов окисления и пара. Необходимо также избегать излишнего внесения азотной кислоты, так как при этом понижается температура кипения и сожжение замедляется. После сожжения колбу охлаждают, прибавляют 100—150 мл воды, нагревают для удаления окислов азота и содержимое колбы выпаривают до объема 20—25 мл, переносят жидкость в мерную колбу на 50 мл, ополаскивают колбу Кьельдаля водой и доводят жидкость в мерной колбе водой до метки. Профильтровывают содержимое колбы через сухой беззольный фильтр диаметром 7 см для отделения кремнекислоты и из фильтрата пипеткой берут 20 мл в стакан на 150—200 мл, нагревают на сетке до появления первых пузырьков, снимают с горелки и хорошо перемешивают, чтобы стенки стакана не были перегреты. Сейчас же после этого приливают из цилиндра или пипеткой в середину жидкости 20 мл сульфатмолибденовой жидкости (реактив 1) и оставляют стоять, покрыв стакан часовым стеклом. После того как выпадет большая часть осадка (через 5—10 ми-

нут), содержимое стакана еще раз хорошо взбалтывают и оставляют стоять в покое на 15—18 часов (обычно на ночь). К отфильтровыванию осадка можно приступить и раньше (через 2—3 часа), при том только обязательном условии, что за это время весь осадок осел на дно стакана и жидкость над ним совершенно прозрачна. По прошествии этого времени жидкость фильтруют при разрежении через предварительно взвешенный тигель Гуча с асбестовым фильтром или нуч-тигель. В тигель наливают сперва 10—15 мл воды, чтобы уплотнить асбест или плотнее прижать ко дну тигля бумажный фильтр, и только после этого приступают к фильтрованию жидкости, причем водоструйный насос должен работать возможно сильнее. Отфильтровав всю жидкость, осадок на фильтре промывают несколько раз 2% раствором азотнокислого аммония, подкисленного азотной кислотой (реактив 2), этим же раствором споласкивают несколько раз и стакан, в котором производилось осаждение; при этом весь осадок количественно должен быть перенесен в тигель. После этого тигель наполняют 96% этиловым спиртом, один раз целиком и два раза до половины, каждый раз хорошо отсасывая, после этого осадок промывают эфиром точно таким же образом, как и спиртом. (Эфир нужно приливать без перерыва, не давая ему досуха стекать с осадка). Спирт и эфир для промывания осадка можно заменить ацетоном. После этого тигель с осадком сушат в сушильном шкафу или термостате при температуре 45—50° С в продолжение 1 часа, затем охлаждают в эксикаторе (без $CaCl_2$ или H_2SO_4) и взвешивают.

Вес осадка умножают на 0,03295 и находят количество P_2O_5 в граммах во взятой навеске исследуемого вещества.

Приготовление реактивов. 1) Сульфатмолибденовая жидкость. 100 г чистого сухого сернокислого аммония помещают в мерную литровую колбу, приливают 900 мл азотной кислоты удельного веса 1,36, тщательно перемешивают до полного растворения и доливают колбу до черты той же кислотой. Растворяют в стакане или фарфоровой чашке 300 г чистого сухого молибденовокислого аммония (продажный реактив должен быть перекристаллизован) в 700 мл воды при нагревании, после растворения и охлаждения раствор переносят в мерную литровую колбу и доводят водой до черты. Затем сливают этот раствор тонкой струей и при постоянном помешивании в раствор сульфата аммония в азотной кислоте (но не наоборот). Смесь оставляют на 48 часов, фильтруют через плотный фильтр и сохраняют в темной склянке с притертой пробкой.

2) 2% раствор азотнокислого аммония. Растворяют 20 г чистого сухого азотнокислого аммония в воде и доводят объем до 1 л. Раствор подкисляют 10 каплями азотной кислоты.

3) 95% спирт не должен иметь щелочной реакции и по испарении оставлять остатка.

4) Эфир не должен иметь щелочной реакции, содержать спирта и воды; 150 мл его должны при 15° С без всякой мути растворять 1 мл воды.

5) Чистый ацетон должен иметь нейтральную реакцию, не содержать альдегида и перегоняться при температуре не свыше 60° С. При смешении с равным объемом воды должен давать совершенно прозрачный раствор.

Приготовление тиглей Гуча. Совершенно чистый мелковолокнистый асбест (асбест для тиглей Гуча) обливают в колбе дестиллированной водой и энергично встряхивают до образования не очень густой кашицы; этой массы наливают в тигель Гуча и фильтруют при слабом разрежении. На плотный слой асбеста на дне тигля (толщиной около 1 мм) кладут второе сетчатое дно, наливают немного асбеста, отсасывают и промывают несколько раз горячей водой. Затем тигель сушат в сушильном шкафу при температуре 100—105°С, охлаждают и взвешивают. В случае отсутствия мелковолокнистого асбеста можно взять асбестовую вату, прокипятить ее с крепкой соляной кислотой и затем промыть горячей водой до полного удаления соляной кислоты. Перед новым употреблением тигель Гуча с асбестовым фильтром нужно только промыть для растворения осадка 5—6 раз горячим разведенным (1 : 5) аммиаком и высушить в сушильном шкафу при температуре 100—105°С до постоянного веса.

Вместо асбеста на дно тигля Гуча можно положить кружок из беззольной фильтровальной (неплотной) бумаги, который не должен касаться стенок тигля, но совершенно закрывает сетчатое дно. Сверху фильтра кладут второе сетчатое дно, промывают водой, спиртом и эфиром (или только ацетоном), сушат в сушильном шкафу при температуре 45—50° в продолжение 1 часа, охлаждают и взвешивают.

Определение азота. 1) Определение общего количества азота по методу Кьельдаля. Принцип метода Кьельдаля состоит в том, что при нагревании исследуемого вещества с серной кислотой происходит разрушение органического вещества, освобождающийся при этом азот в форме аммиака соединяется с серной кислотой с образованием серно-

кислого аммония. На основании количественного определения аммиака вычисляют количество азота в исследуемом веществе. Само определение производят следующим образом.

Навеску исследуемого вещества (семян — около 0,5 г, трав — около 1 г, соломы — около 2 г) помещают в колбу Кьельдаля на 250 мл, стараясь при этом, чтобы вещество не пристало к шейке колбы. Достигнуть этого можно двумя способами. Исследуемое вещество помещают в пробирку или трубку, один конец которой запаян, и взвешивают. Затем пробирку вводят возможно глубже в колбу Кьельдаля, отсыпают нужное количество вещества прямо в расширенную часть колбы и снова взвешивают пробирку. По разности между первым и вторым взвешиваниями определяют величину взятой навески. Или взятую навеску помещают осторожно на небольшой квадратный кусочек папиросной бумаги, осторожно заворачивают и в таком виде опускают в колбу. Все-таки, если часть вещества пристанет к шейке колбы, ее смывают серной кислотой. Затем вещество обливается в колбе 10—20 мл (в зависимости от величины навески) крепкой серной кислоты удельного веса 1,84 (употребляемая для сжигания серная кислота не должна содержать азота, для чего делают проверочный опыт с сжиганием сахара; в случае присутствия в серной кислоте азота при дальнейших определениях делают соответствующую поправку) и начинают осторожно нагревать на слабом пламени горелки. Серную кислоту отмеривают мерным цилиндром или автоматической пипеткой. Ртуть прибавляют при помощи стеклянной трубочки с оттянутым концом. Некоторые вещества при нагревании склонны сильно пениться. В этом случае полезно снять колбу с огня и осторожным постукиванием о ладонь руки заставить пену осесть; если это не помогает, нужно прибавить несколько капель 96° спирта. По окончании образования пены пламя горелки постепенно усиливают и, когда в колбе появятся белые пары серной кислоты и содержимое ее примет красноватый оттенок, в колбу прибавляют каплю ртути в качестве катализатора.

Нагревание продолжают до тех пор, пока содержимое колбы совершенно не обесцветится и не станет вполне прозрачным. При этом, однако, нужно избегать очень сильного нагревания и сильного кипения серной кислоты, так как при сильном кипении серной кислоты возможны потери азота. После наступления обесцвечивания содержимое нагревают еще в продолжение не менее $^1/_2$ часа, затем нагревание прекращают и дают охладиться,

при этом могут появиться белые кристаллы солей ртути или меркурамидных соединений. По охлаждении содержимое колбы разбавляют дестиллированной водой (при этом в некоторых случаях появляется желтый осадок основных солей ртути, которые потом растворяются), хорошо перемешивают и переносят через воронку в отгоночную колбу (плоскодонная колба на 500 мл) и споласкивают несколько раз водой колбу Къельдаля. После охлаждения колбы в нее осторожно по стенкам приливают раствор крепкого (35—40%) технического едкого натра из расчета 40—50 мл на каждые 10 мл серной кислоты, взятой для сжигания. Употребляемый раствор едкого натра предварительно должен быть прокипячен для удаления возможного присутствия в нем аммиака. При осторожном прибавлении раствор едкого натра, как более тяжелый по удельному весу, располагается в нижнем слое колбы, благодаря чему не происходит потери аммиака. После прибавления едкого натра в колбу, не взбалтывая ее содержимое, прибавляют небольшое количество (на кончике ножа) металлического цинка в порошке, быстро закрывают пробкой, соединенной каплеуловителем с холодильником, другой конец которого при помощи трубки с шарообразным расширением погружен в приемник (обычно стакан), содержащим определенное количество 0,1*N* раствора серной кислоты (обычно 25—40 мл). Когда отгоночный прибор таким образом собран, содержимое колбы перемешивают, при этом благодаря нейтрализации серной кислоты едким натром происходит разогревание, и начинают осторожно нагревать отгоночную колбу, доводя постепенно ее содержимое до кипения; при этом происходит отгон аммиака и его поглощение раствором серной кислоты в приемнике. Отгон аммиака происходит по уравнению:

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2NH_4OH;$$
$$NH_4OH = NH_3 + H_2O.$$

При прибавлении в качестве катализатора ртути образуются очень прочные амидортутные соединения по уравнению:

$$2HgSO_4 + 4NH_3 = (NH_2Hg)_2SO_4 + (NH_4)_2SO_4,$$

которые в дальнейшем разрушаются только водородом в момент выделения из щелочного раствора по уравнениям:

$$2NaOH + Zn = Zn(ONa)_2 + H_2;$$
$$(NH_2Hg)_2SO_4 + 2H_2 = (NH_4)_2SO_4 + 2Hg.$$

Отгон продолжают до тех пор, пока в отгоночной колбе останется не более $^1/_3$ первоначального объема. Полноту отгона лучше всего устанавливать реакцией с реактивом Несслера. Для этого отставляют приемник и из холодильника прибора набирают несколько миллилитров отгона в пробирку, в которую затем прибавляют 1—2 капли реактива Несслера. При полном отгоне аммиака жидкость в пробирке от реактива Несслера не окрашивается, в противном случае отгонку продолжают.

Поглощение выделяющегося аммиака серной кислотой происходит по уравнению:

$$NH_3 + H_2SO_4 = 2(NH_4)_2SO_4.$$

По окончании отгонки аммиака отнимают от холодильника трубку, промывают ее как внутри, так и снаружи водой в приемник, после чего в приемнике оттитровывают 0,1N раствором едкого натра или кали избыток серной кислоты, не связавшейся с аммиаком в присутствии в качестве индикатора метилоранжа или метилрота:

$$H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O.$$

1 мл 0,1N $H_2SO_4 = 0{,}0014N$

По количеству связанной аммиаком H_2SO_4 вычисляют содержание азота по следующей формуле:

$$N^0/_0 = \frac{(a-b)\cdot 0{,}0014\cdot 100}{n},$$

где a — количество миллилитров 0,1N раствора H_2SO_4, взятого в приемник для поглощения аммиака,

b — количество миллилитров 0,1N раствора NaOH, пошедшего на обратное титрование,

n — навеска исследуемого вещества, взятая для сжигания.

В лабораторной практике как для сжигания, так и для отгона пользуются специальными приборами, позволяющими производить одновременно несколько определений. Сжигание должно производиться обязательно в вытяжном шкафу при сильной тяге.

Определение нитратного азота. 10 г свежего грубо измельченного растительного вещества растирают в ступке, переносят в мерную колбу на 500 мл, смывают ступку несколько раз водой в ту же колбу, доводят объем воды приблизительно до 300 мл, хорошо перемешивают, нагревают на водяной бане

в течение $^1/_2$ часа, затем колбу быстро охлаждают и доводят водой до черты. Фильтруют через сухой фильтр в сухую колбу. Берут 100 мл фильтрата, прибавляют для осветления жидкости 5—10 мл 7% раствора квасцов и по каплям 10% раствора едкого натра до образования осадка и осветления жидкости. Жидкость вместе с осадком переносят в мерную колбу на 200 мл, доливают водой до метки, тщательно перемешивают и фильтруют через сухой фильтр.

50 мл фильтрата помещают в фарфоровую чашку, досуха выпаривают на водяной бане и к сухому остатку прибавляют 1 мл дисульфофеноловой кислоты, тщательно размешивают содержимое чашечки стеклянной палочкой с закругленным концом и дают постоять 10 минут, прибавляют 15 мл воды и аммиака до появления желтого окрашивания. После этого раствор из фарфоровой чашки переносят в мерную колбу на 50 мл, обмывают несколько раз чашку небольшими порциями воды, доводят водой до метки и перемешивают. Одновременно таким же образом готовят шкалу стандартных растворов, отличающихся друг от друга на 0,2 мг нитратного азота в 1 л.

Сравнение полученных окрашенных испытуемых растворов с образцовыми в колориметре невозможно, так как этому мешает бурая окраска, которую дают с дисульфофеноловой кислотой присутствующие в вытяжке органические вещества. Поэтому сравнения производят с помощью компаратора со шкалой из пробирок со стандартными растворами.

Необходимые реактивы и их приготовление.

1) Дисульфофеноловая кислота. Нагревают на водяной бане в неплотно закрытой склянке 3 г кристаллического фенола с 20,1 мл серной кислоты удельного веса 1,84 в продолжение 6 часов.

2) Аммиак. Аммиак удельного веса 0,9 разбавляют наполовину водой.

3) Образцовый раствор нитрата. Растворяют 0,1631 г химически чистого сухого KNO_3 в воде и доводят до 1 л. 100 мл этого крепкого раствора разбавляют водой до 1 л. Этот раствор составляет колориметрический и содержит в 1 мл 0,01 мг NO_3, или 0,00871 мг N_2O_5, или 0,002258 мг N.

Определение нитратного азота в свежем растительном материале можно производить еще и следующим образом.

Свежий растительный материал тонко разрезают на кусочки величиной 1—1,5 см и кипятят их с водой в продолжение 30 минут. Количество воды берут из расчета 50 мл на 3 г исследуемого

вещества. После кипячения вытяжку фильтруют и доводят водой в мерной колбе до 200 мл.

Из приготовленной таким образом вытяжки берут 10 мл в фарфоровую чашку, прибавляют 5 капель перекиси водорода, упаривают на водяной бане до 2 мл и прибавляют 2 капли 1% раствора едкого кали.

Вытяжку выпаривают досуха, причем в случае сильного вспенивания прибавляют по каплям воды.

Осадок в фарфоровой чашке еще раз растворяют в небольшом количестве воды и снова высушивают досуха для удаления перекиси водорода.

В случае хорошего сжигания получается совершенно бесцветный осадок, к которому прибавляют 1 мл дисульфофеноловой кислоты и дальнейшую обработку производят, как указано на стр. 396.

Полученный окрашенный раствор сравнивают с одновременно приготовленным образцовым раствором нитрата в колориметре.

Определение жира. Метод Сокслета. 3—7 г измельченного или растертого в ступке вещества помещают в обезжиренный патрон-гильзу, закрывают куском обезжиренной ваты (обыкновенную гигроскопическую вату помещают на сутки в эфир, затем отжимают эфир и высушивают) и сушат в течение 3 часов в обыкновенном сушильном шкафе либо в вакуум-сушильном аппарате — в зависимости от природы вещества. Пока вещество просушивается, высушивают чистую колбочку (вместимостью около 150 мл) экстракционного аппарата. Желательно иметь экстракционные аппараты с пришлифованными частями и избегать пробковые соединения, так как пробковые части загрязняют эфирную вытяжку.

Высушенную и охлажденную в эксикаторе колбочку взвешивают, затем ее ставят на холодную водяную баню и в горлышко колбочки вставляют всю остальную часть прибора. Вынув холодильник, опускают высушенную гильзу с закрытым ватой веществом в экстрактор; наливают в экстрактор эфир до тех пор, пока уровень его не поднимется выше изгиба сифонной трубочки и эфир не потечет в колбочку и не заполнит $^2/_3$ ее объема. Если производилось растирание материала в ступке, то ее несколько раз споласкивают эфиром и присоединяют его к эфиру в экстракционной колбе через экстрактор. После этого вставляют холодильник, приводят его в действие, зажигают горелку под водяной баней, снабженной предохранительной сеткой (лучше в смысле безопасности пользоваться электрической ба-

ней), и, установив невысокую температуру бани (40—50°С), оставляют прибор в таком положении.

Действие аппарата таково: пары эфира из взвешенной колбочки поднимаются по наружной трубке в верхнюю часть экстрактора, переходят через отверстие внутрь экстрактора, затем направляются к холодильнику, где, сгущаясь, стекают в экстрактор, смачивая гильзу с веществом и извлекая из него жир.

Когда уровень эфира в экстракторе поднимается выше изгиба сифонной трубочки, эфирный раствор жира по этой трубочке стекает во взвешенную колбочку, из которой эфир опять подымается в экстрактор, холодильник и т. д.

При правильной равномерной экстракции, что зависит от равномерной температуры водяной бани, такое попеременное наполнение и опоражнивание экстрактора совершается 10—25 раз в течение часа.

Экстрагирование корне- и клубнеплодов продолжается 4—6 часов, соломы — не менее 8—10 часов, овса — 10—12 часов и жмыхов — около 2 суток.

Конец экстрагирования можно узнать еще и следующим образом: потушив горелку (если водяная баня не электрическая), отнимают экстракционную колбу от экстрактора и на предметное или часовое стекло берут каплю из экстрактора. По испарении этой капли на стекле не должно оставаться налета. Однако этот способ нельзя считать вполне удовлетворительным, потому что после извлечения жира эфир извлекает еще вещества, трудно в нем растворимые, которые по испарении эфира оставляют на стекле налет. Поэтому при экстрагировании лучше придерживаться указанного выше времени для различных веществ.

После окончания экстрагирования тушат горелку под баней, отнимают колбочку с эфирным раствором жира от экстрактора, переносят на другую водяную баню, соединяют стеклянной изогнутой под углом трубкой с холодильником Либиха и отгоняют эфир в приемник. Очень удобны для экстрагирования аппараты Гейде, которые отличаются от аппаратов Сокслета тем, что весь экстрактор находится в парах кипящего эфира, благодаря чему экстракция происходит несколько скорее. Кроме того, холодильник прибора Гейде имеет особую форму и после его переворачивания служит приемником для отгоняемого эфира после окончания экстракции.

Оставшийся в колбочке жир сушат в атмосфере CO_2 или водорода при 70—90° С, охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

По разности весов между колбочкой с экстрактом и пустой колбочкой узнают вес сырого жира в данной навеске и затем пересчисляют на проценты по следующей формуле:

$$x = \frac{100 \cdot a}{b},$$

где a — вес сырого жира,

b — навеска исследуемого материала.

В случае массовых определений жира несколько аппаратов Сокслета или Гейде соединяют в один прибор.

При отсутствии готовых патронов-гильз их можно приготовить по одному из следующих способов.

1) К середине кружка фильтровальной бумаги прикладывают ровную, хорошо обточенную круглую деревянную палочку, диаметр которой на 4—5 мм меньше диаметра экстрактора, и скатывают ее вокруг палочки в цилиндр. Затем палочку вынимают и верхние края полученного цилиндра ровно обрезают ножницами. Вложенный в экстрактор патрон обязательно должен быть на 3—4 мм ниже верхнего края сифона.

2) Вокруг палочки дважды оборачивают фильтровальную бумагу, обрезают ее с конца, имеющего ровно срезанный край, на расстоянии, равном диаметру палочки, и аккуратно свертывают края. Затем сильно надавливают палочку на деревянную пластинку (или стол), благодаря чему дно патрона сравнивается и закрепляется; после этого палочка удаляется и патрон готов.

Определение клетчатки. Метод Геннеберга и Штомана. 2—3,5 г воздушно-сухого, тщательно измельченного вещества [1] помещают в стакан емкостью 600 мл, обливают 200 мл 1,25% H_2SO_4, ставят на асбестовую сетку, нагревают до кипения; когда жидкость закипит, на стакан наносят метку восковым карандашом в уровень жидкости; кипятят 30 минут при постоянном перемешивании жидкости стеклянной палочкой и доливании горячей воды взамен испарившейся до метки.

По окончании кипячения с 1,25% H_2SO_4 стакан с жидкостью переносят к прибору для отсасывания, состоящему из толстостенной конической колбы для разрежения, оттянутый конец (носик) которой соединяется каучуковой трубкой с водяным насосом; в горло колбы вставляется каучуковая пробка, в отверстие которой вставляется короткая, согнутая под углом,

[1] Вещества, содержащие более 7% жира, отвешиваются после обезжиривания эфиром.

стеклянная трубочка; на трубочку надевают один конец каучуковой трубки (длиною приблизительно 30—50 см), а в другой конец ее вставляют обыкновенную воронку, расширенная часть которой обтянута куском тонкой материи, закрепляемой шнурком у основания воронки. На обтянутую материю кладут кусок фильтровальной бумаги, приводят насос в действие, воронку подводят к поверхности жидкости и отсасывают.

Вместо такой воронки удобнее работать с воронкой, сконструированной И. Джандиери.

Это — обыкновенная воронка (5 см в диаметре), к расширенной части которой припаяна стеклянная пластинка со множеством мелких отверстий. На пластинку, не превышая ее размера, накладывают круглый кусок фильтровальной бумаги № 591 (5 см в диаметре) и смачивают горячей водой; во время разрежения воздуха в конической колбе фильтровальная бумага плотно присосется к пластинке; тогда подводят поверхность воронки к поверхности отсасываемой жидкости и по мере понижения уровня в стакане воронку постепенно опускают до осадка и слегка отжимают к концу отсасывания осадок. Отсасывание идет в большинстве случаев чисто и быстро; если взмученные и слизистые частицы исследуемого вещества (в особенности богатого крахмалом) забивают поры бумаги, то для ускорения фильтрования промывают фильтр над стаканом струей горячей воды; если и это не помогает, то отказывающуюся работать фильтровальную бумагу можно заменить новой, а старую высушить на часовом стекле в сушильном шкафу; когда жидкость будет отсосана, струей горячей воды смывают с просушенного кружка фильтровальной бумаги приставшие к ней частички вещества (таких кружков иногда может собраться несколько штук). В некоторых упорных случаях дают жидкости отстояться в течение суток и затем отсасывают.

После отсасывания кислоты, держа воронку над стаканом, смывают с фильтра приставшие к ней частички горячей дестиллированной водой и осадок в стакане дважды промывают горячей дестиллированной водой (по 200 мл), отсасывая жидкость после каждого промывания; затем осадок обливают 200 мл 1,25% КОН, нагревают до кипения и кипятят ровно 30 минут, в течение которых взамен испарившейся воды доливают горячей — до метки. Дав жидкости отстояться, отсасывают едкий кали, клетчатку дважды промывают горячей дестиллированной водой, обливают еще раз небольшим количеством кипящей воды, прибавляют 2—3 капли разбавленной HCl и осадок переносят на

тонкий слой прокаленного асбеста в платиновый тигель или фарфоровый тигель Гуча [1], соединенный с конической колбой для разрежений. На тигле осадок промывают горячей водой до исчезновения реакции с $AgNO_3$ (для удобства фильтрат время от времени собирают в пробирке, которая подвешивается на тонкой проволоке внутри конической колбы с таким расчетом, чтобы промывная вода попадала в пробирку), затем несколько раз спиртом и эфиром, пока клетчатка не получится бесцветной; клетчатку с тиглем помещают в сушильный стакан (диаметром 6 см) с крышкой, высушивают при 100—102°С и взвешивают клетчатку+тигель+асбест+стаканчик. Высушивание продолжают до получения постоянного веса, причем взвешивание производят быстро ввиду крайней гигроскопичности клетчатки. Затем клетчатку сжигают, тигель прокаливают до постоянного веса, взвешивают золу+тигель+асбест+стаканчик; по разности между этими двумя взвешиваниями вычисляют вес клетчатки в данной навеске.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ САХАРОВ

Приготовление вытяжки. Водная вытяжка холодная. Навеску исследуемого вещества при помощи воронки переносят в мерную колбу (из расчета 100 мл на каждый грамм взятого вещества), приставшие к воронке частицы вещества смывают в колбу водой и дополняют ее водой до $^2/_3$ объема, тщательно перемешивают, нейтрализуют по лакмусу раствором углекислого натрия для осветления прибавляют по каплям 10% раствора уксуснокислого свинца до прекращения выпадения осадка и проверяют реакцию среды. В случае надобности нейтрализуют прибавлением слабого раствора углекислого натрия или уксусной кислоты. После этого колбу до черты доливают водой, тщательно перемешивают и оставляют на $1^1/_2$—2 часа. В течение этого времени содержимое колбы несколько раз перемешивают. По прошествии указанного времени фильтруют через сухой фильтр в сухую колбу, определенную часть фильтрата (50—75 мл) переносят в мерную колбу на 100 мл, осаждают избыток уксуснокислого свинца 10% раствором сернокислого натрия (проба на полноту осаждения обязательна). После этого доливают мерную колбу водой до черты, тщательно перемешивают, дают осадку осесть на дно и фильтруют через сухой фильтр. В полученном фильтрате определяют сахар.

[1] Вместо тигля Гуча удобнее пользоваться тиглем Нейбауэра, при котором не надо употреблять асбеста.

Водная вытяжка горячая. Вытяжку приготовляют так же, как описано выше для холодной вытяжки, только колбу с исследуемым веществом после нейтрализации нагревают в продолжение $^1/_2$ часа на водяной бане при температуре 80°С.

По охлаждении жидкости прибавляют для осветления по каплям 10% раствор уксуснокислого свинца и дальше поступают в точности так же, как в случае холодной водной вытяжки.

Определение сахара по Бертрану. В колбу Эрленмейера емкостью 150 мл помещают взятые пипеткой 20 мл вытяжки, приготовленной как указано выше, приливают 20 мл реактива 1, затем 20 мл реактива 2, нагревают до кипения и кипятят ровно 3 минуты, считая с момента появления пузырьков.

По окончании кипячения колбу снимают с огня, дают осадку закиси меди осесть на дно и фильтруют через стеклянный фильтр-нутч, стараясь при этом не переносить осадка из колбы. Осадок закиси меди в колбе промывают 2 раза горячей водой, причем жидкость из колбы сливают через фильтр, давая каждый раз осадку осесть на дно. По окончании промывания осадка жидкость из колбы для отсасывания выливают и колбу споласкивают 2—3 раза дестиллированной водой и обратно вставляют в нее тигель-нутч. После этого в колбу с осадком закиси меди прибавляют 10—15 мл раствора окисного сернокислого железа для растворения осадка. Раствор из колбы сливают в тигель-нутч для растворения небольшого количества задержанного им закиси меди. По растворении осадка колбу Эрленмейера и тигель-нутч промывают холодной дестиллированной водой, после чего жидкость в колбе для отсасывания титруют 0,1N раствором перманганата до появления неисчезающей розовой окраски.

Необходимые реактивы и их приготовление.

1) Феллингова жидкость, раствор I. 40 г $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ растворяют в 1 л воды.

2) Феллингова жидкость, раствор II. 200 г сегнетовой соли и 150 г едкого кали растворяют в 1 л воды.

3) Раствор окисного сернокислого железа. 50 г $Fe_2(O_4)_3 \cdot 9H_2O$ растворяют в воде, прибавляют 200 г H_2SO_4 и разбавляют водой до 1 л.

4) 0,1N раствор $KMnO_4$.

1 мл 0,1N раствора $KMnO_4$=0,0006357 г Cu.

Зная количество восстановленной меди, по таблице определяют количество глюкозы.

Таблица для определения глюкозы по Бертрану

(глюкоза)

Глюкоза мг	Медь мг	Глюкоза мг	Медь мг	Глюкоза мг	Медь мг
10	20,4	41	79,3	71	131,4
11	22,4	42	81,1	72	133,1
12	24,3	43	82,9	73	134,7
13	26,3	44	84,7	74	136,3
14	28,3	45	86,4	75	137,9
15	30,2	46	88,2	76	139,6
16	32,2	47	90,9	77	141,2
17	34,2	48	91,8	78	142,8
18	36,2	49	93,6	79	144,5
19	38,1	50	95,4	80	146,1
20	40,1	51	97,1	81	147,7
21	42,0	52	98,9	82	149,3
22	43,9	53	100,6	83	150,9
23	45,8	54	102,3	84	152,5
24	47,7	55	104,1	85	154,0
25	49,6	56	105,8	86	155,6
26	51,5	57	107,6	87	157,2
27	53,4	58	109,3	88	158,8
28	55,3	59	111,1	89	160,4
29	57,2	60	112,8	90	162,0
30	59,1	61	114,5	91	163,6
31	60,9	62	116,2	92	165,2
32	62,8	63	117,9	93	166,7
33	64,6	64	119,6	94	168,3
34	66,5	65	121,3	95	169,9
35	68,3	66	123,0	96	171,5
36	70,1	67	124,7	97	173,1
37	72,0	68	126,4	98	174,6
38	73,8	69	128,1	99	176,2
39	75,7	70	129,8	100	177,8
40	77,5				

Таблица Бертрана для инвертного сахара

Таблица относится к 0,5% раствору, полученному гидролизом 4,750 г сахарозы, растворенной в 50 см³ 2% соляной кислоты нагреванием при 100° в течение 10—15 минут, охлаждением, нейтрализацией и доведением объема до 1 л.

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	20,6	33	64,8	56	105,7	79	143,7
11	22,6	34	66,7	57	107,4	80	145,3
12	24,6	35	68,5	58	109,2	81	146,9
13	26,5	36	70,3	59	110,9	82	148,5
14	28,5	37	72,2	60	112,6	83	150,0
15	30,5	38	74,0	61	114,3	84	151,6
16	32,5	39	75,9	62	115,9	85	153,2
17	34,5	40	77,7	63	117,6	86	154,8
18	36,4	41	79,5	64	119,2	87	156,4
19	38,4	42	81,2	65	120,9	88	157,9
20	40,4	43	83,0	66	122,6	89	159,5
21	42,3	44	84,8	67	124,2	90	161,1
22	44,2	45	86,5	68	125,9	91	162,6
23	46,1	46	88,3	69	127,5	92	164,2
24	48,0	47	90,1	70	129,2	93	165,7
25	49,8	48	91,9	71	130,8	94	167,3
26	51,7	49	93,6	72	132,4	95	168,8
27	53,6	50	95,4	73	134,0	96	170,3
28	55,5	51	97,1	74	135,6	97	171,9
29	57,4	52	98,8	75	137,2	98	173,4
30	59,3	53	100,6	76	138,9	99	175,0
31	61,1	54	102,3	77	140,5	100	176,5
32	68,0	55	104,0	78	142,1		

Таблица для галактозы

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	19,3	20	37,9	30	56,2
11	21,2	21	39,7	31	58,0
12	23,0	22	41,6	32	59,7
13	24,9	23	43,4	33	61,5
14	26,7	24	45,2	34	63,3
15	28,6	25	47,0	35	65,0
16	30,5	26	48,9	36	66,8
17	32,3	27	50,7	37	68,6
18	34,2	28	52,5	38	70,4
19	36,0	29	54,4	39	72,1

Таблица для галактозы (продолжение)

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
40	73,9	60	108,3	80	141,3
41	75,6	61	110,0	81	142,9
42	77,4	62	111,6	82	144,6
43	79,1	63	113,3	83	146,2
44	80,8	64	115,0	84	147,8
45	82,5	65	116,6	85	149,4
46	84,3	66	118,3	86	151,1
47	86,0	67	120,0	87	152,7
48	87,7	68	121,7	88	154,3
49	89,5	69	123,3	89	156,0
50	91,2	70	125,0	90	157,6
51	92,9	71	126,6	91	159,2
52	94,6	72	128,3	92	160,8
53	96,3	73	130,0	93	162,4
54	98,0	74	131,5	94	164,0
55	99,7	75	133,1	95	165,6
56	101,5	76	134,8	96	167,2
57	103,2	77	136,4	97	168,8
58	105,0	78	138,0	98	170,4
59	106,5	79	139,7	99	172,0
				100	173,6

Таблица для маннозы

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	20,7	40	78,0	70	130,2	100	179,4
20	40,5	50	95,9	80	146,9		
30	59,5	60	113,3	90	163,2		

Таблица для сорбозы

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	15,4	40	59,9	70	102,3	100	142,8
20	30,5	50	74,2	80	115,9		
30	45,3	60	88,4	90	129,3		

Таблица для рамнозы

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	19,3	40	75,2	70	128,2	100	178,6
20	38,2	50	93,2	80	145,4		
30	56,8	60	111,0	90	162,2		

Таблица для арабинозы

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	21,2	40	81,5	70	137,5	100	189,8
20	41,9	50	100,6	80	155,3		
30	62,0	60	119,3	90	172,7		

Таблица для ксилозы

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	20,1	40	77,3	70	130,6	100	180,5
20	39,6	50	95,4	80	147,6		
30	58,7	60	113,2	90	164,2		

Таблица для мальтозы (безводной)

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
10	11,2	18	20,0	26	28,9	34	37,6
11	12,3	19	21,1	27	30,0	35	38,7
12	13,4	20	22,2	28	31,1	36	39,8
13	14,5	21	23,3	29	32,2	37	40,9
14	15,6	22	24,4	30	33,3	38	41,9
15	16,7	23	25,5	31	34,4	39	43,0
16	17,8	24	26,6	32	35,5	40	44,1
17	18,9	25	27,7	33	6,53	41	45,2

Таблица для мальтозы (продолжение)

Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг	Сахар мг	Медь мг
42	46,3	57	62,5	72	78,6	87	94,8
43	47,4	58	63,5	73	79,7	88	95,8
44	48,5	59	64,6	74	80,8	89	96,9
45	49,5	60	65,7	75	81,8	90	98,0
46	50,6	61	66,8	76	82,9	91	99,0
47	51,7	62	67,9	77	84,0	92	100,1
48	52,8	63	68,9	78	85,1	93	101,1
49	53,9	64	70,0	79	86,1	94	102,2
50	55,0	65	71,1	80	87,2	95	103,2
51	56,1	66	72,2	81	88,3	96	104,2
52	57,1	67	73,3	82	89,4	97	105,3
53	58,2	68	74,3	83	90,4	98	106,3
54	59,3	69	75,4	84	91,5	99	107,4
55	60,3	70	76,5	85	92,6	100	108,4
56	61,4	71	77,6	86	93,7		

Поляриметрический метод определения сахара в сахарной свекле. Применение поляриметрического метода определения сахара основано на способности растворов сахаров вращать плоскость поляризации на определенную величину и в определенном направлении. Определение производится при помощи специальных приборов, так называемых поляриметров. Из большого числа поляриметров различных систем наиболее употребительным является поляриметр Шейблера, специально приспособленный для определения сахара и называемый также сахариметром.

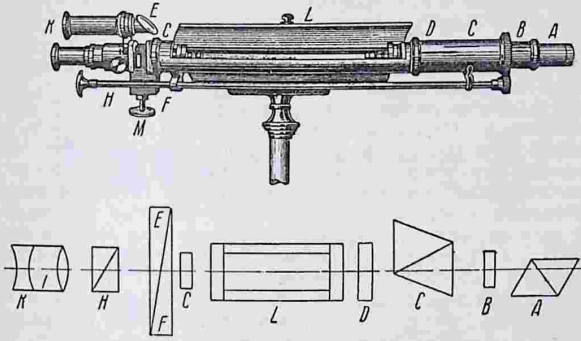
Ниже приводится описание сахариметра Шейблера, заимствованное из книги С. М. Попова «Руководство по химическому сельскохозяйственному анализу, СХГ, 1931, стр. 132—135).

На рисунке (стр. 409) представлен общий внешний вид, а также схематическое расположение существенных частей сахариметра Шейблера. В этом аппарате о величине угла вращения плоскости поляризации судят по толщине кварцевой пластинки, вращательная способность которой уравнивается таковой же исследуемого раствора, но противоположной ей по знаку.

Луч обыкновенного белого света проходит сначала через так называемый регулятор, т. е. николеву призму *A*, где он поляризуется, и через оптически деятельную кварцевую пластинку *B*.

Этот регулятор вместе с николем *C*, давая прямолинейно поляризованный окрашенный луч, делает аппарат очень чувствительным к окраске и оттенкам наблюдаемого поля зрения

и, следовательно, позволяет с большой чувствительностью различать даже очень незначительное вращение плоскости поляризации. После поляризатора C луч идет через двойную кварцевую пластинку D толщиною в 3,75 мм, состоящую из 2 полудисков — правовращающего и левовращающего. При этой толщине кварцевой пластинки, так называемого бикварца, желтые лучи отклоняются на 90° и уходят из поля зрения. Из николя C луч выходит полностью поляризованным и с наибольшей яркостью, причем некоторое отклонение этого луча, получающееся после прохождения через пластинку D, не оказывает ни-



Сахариметр Шейблера.

какого влияния на равномерность освещения и окраски всего поля зрения в силу того, что пластинка состоит из двух половинок, отклоняющих поляризованный луч (одна — вправо, а другая — влево) на одинаковый угол. Если следующие за пластинкой D части прибора — компенсатор (пластинка G и две клиновидные пластинки E и F) и анализатор (николь H) установлены так, что освещение и окраска обоих полукругов пластинки D, видимых в поле зрения, сохраняются одинаковыми, то прибор считается установленным на нулевое деление; указатель шкалы в этом случае должен быть на 0°, а поле зрения при пользовании обыкновенным белым светом окрашивается в бледно-синевато-фиолетовый цвет. При введении в промежуток между пластинкой D и компенсатором G трубки, наполненной сахар-

ным раствором, оптическое равновесие установленного на 0° аппарата нарушается, и 2 половины поля зрения, наблюдаемого через зрительную трубку аппарата, будут видимы с различной окраской (синей или красной) вследствие вращения плоскости поляризации при прохождении ее через слой оптически деятельного сахарного раствора. Для восстановления нарушенного равновесия необходимо произвести вращение плоскости поляризации на такой же угол, как и при прохождении поляризованного луча через сахарный раствор, но в противоположном направлении. Это достигается при помощи поворота николевой призмы H или, если она поставлена в приборе неподвижно, при помощи компенсатора. Последний представляет собою систему кварцевых пластинок, из которых пластинка G — правовращающая, а клинообразные пластинки E и F — левовращающие. Толщина пластинок E и F, сложенных вместе так, чтобы их наружные поверхности были параллельны между собою, делается равной толщине пластинки G. При этом условии вращение плоскости поляризации право- и левовращающими кварцевыми пластинками компенсатора взаимно уничтожается и, следовательно, вся система компенсатора не отклоняет поляризованного луча. Компенсатор устроен так, что пластинка G и один из клиньев, например F, закреплены в приборе неподвижно, а клиновидная пластинка E может передвигаться, в результате чего сложенные вместе пластинки E и F могут образовать слой либо толще, либо тоньше, чем пластинка G, и, следовательно, могут создать вращение плоскости поляризации влево или вправо. Величина перемещения призм в ту или другую сторону может быть точно измерена на шкале. Вращение, вызываемое пластинкой G и клинообразными призмами E и F при каждом их положении, определяется заранее и, таким образом, устанавливается, какое вращение соответствует каждому делению шкалы. Передвижение кварцевой пластинки E производится при помощи винта M. Таким образом для восстановления оптического равновесия, вызванного введением в прибор сахарного раствора, поворотом винта M приводят поляризованный луч в прежнее положение, при котором аппарат был установлен на 0°. К пластинкам E и F компенсатора прикреплены соответственно шкала и нониус, причем деления шкалы рассчитаны и нанесены так, что каждое из них соответствует определенному содержанию сахара, находящегося в растворе. Шкала в аппарате Солейля — Вентцке — Шейблера устроена таким образом, что каждое ее деление соответствует 0,26048 г

химически чистого тростникового сахара или 0,3265 г глюкозы при длине поляриметрической трубки в 200 мм и температуре 17,5°. В новейших аппаратах применяется «нормальная» шкала, для установления которой берется навеска ровно 26 г тростникового сахара в 100 мл раствора. Определение производится в трубке в 200 мм при температуре 20°.

Пользование поляриметром, отсчеты по шкале и вычисления. Для получения нулевого положения прибора в аппарат вкладывается поляриметрическая трубка (см. рис.), длиною в 200 мм, пустая или наполненная дестиллированной водой, и устанавливается одинаковое освещение и окраска обеих половин поля зрения. Нулевое деление шкалы при этом должно совпадать с нулем нониуса. Если же этого совпадения нет, то его достигают поворотом анализатора на некоторый очень небольшой угол. После этого трубку наполняют исследуемым раствором и вставляют в аппарат. Наполнение трубки производится сле-

Поляриметрическая трубка.

дующим образом. Отвинчивается широкий колпачок трубки, и последняя наполняется испытуемым, осветленным раствором так, чтобы жидкость образовала выше краев трубки мениск. Его срезают стеклышком, закрывающим трубку, и закрепляют навинчивающимся колпачком. Тугое завинчивание не рекомендуется, так как вследствие натяжения сильно прижатого стеклышка оно может влиять на величину угла отклонения поляризованного луча.

Изменившуюся вследствие введения трубки с раствором окраску поля зрения приводят с помощью компенсатора снова к нулевому положению [1]. Для более удобного отсчета делений шкалы и нониуса аппарат снабжен увеличительным стеклом, заключенным в зрительную трубку. При определении растворов сахарозы и глюкозы неизвестной концентрации в различных поляризационных приборах в трубке длиною 200 мм и при температуре 17,5° каждое деление этих поляриметров соответствует следующим количествам сахара в 100 мл раствора:

[1] После каждого определения трубка должна быть освобождена от раствора, вымыта и вытерта досуха. Вытирают трубочку ваткой или тряпочкой, намотанной на деревянную палочку, но отнюдь не на железную проволоку или стеклянную палочку.

	Тростникового сахара	Глюкозы
В поляриметрах с круглой шкалой и дуговыми градусами (Митчерлиха, Лорана, Вильда)	0,75 г	0,9434 г
В сахариметрах с линейной сахарной шкалой (Солейля—Вентцке—Шейблера, фирмы Шмидта и Генша)	0,26048 »	0,3265 »
В сахариметре Солейля—Дюбоска со специальной шкалой для сахара	0,1635 »	0,2051 »

Так, например, если при определении в сахариметре Солейля—Шейблера на шкале произведен отсчет 87,3°, то это указывает на то, что в 100 мл исследуемого раствора заключается 87,3× ×0,26048 г сахара, процентное же его содержание в исследуемом веществе — 87,3%, так как при 26,048 г 100% сахара в 100 мл раствора шкала дает показание в 100°.

Приведенные количества 0,75 г тростникового сахара и 0,9434 г глюкозы, отвечающие одному делению поляриметров с круговой шкалой и дуговыми градусами, получаются из формулы

$$c = \frac{a \cdot 100}{\alpha \cdot l}$$

при $\alpha = 1°$ и при l, имеющей соответствующее значение.

Что же касается остальных величин для тростникового сахара — 0,26048 и 0,1635, а для глюкозы — 0,3265 и 0,2051, то они для соответствующих аппаратов получаются из тех «нормальных навесок» (в 100 мл раствора), при трубке в 200 мм, для кот[illegible] линейная шкала аппарата разделена на 100 частей и [illegible]ых, следовательно, $\alpha = 100°$.

[illegible]ечислений градусов одной шкалы на градусы другой [illegible]олее распространенными поляриметрами ру[illegible]ими соотношениями:

[illegible]орана,

[illegible]ильда (с круговой шкалой),

[illegible]итцке,

[illegible]льда (с круговой шкалой),

для сахара=0,1328° Вильда (с круговой

[illegible] с круговой шкалой=7,5271° Вильда со шкалой для сахара,

1° Вильда с круговой шкалой=4,6147° Лорана,
1° Вильда с круговой шкалой=2,8827° Вентцке.

Ход определения сахара в сахарной свекле следующий. Отобранные корни средней пробы разрезаются по длине на 4—8 частей и после этого растираются на обыкновенной терке до состояния кашицы. Для получения мязги (кашицы) употребляются также и специальные приборы и прессы. В случае применения терки всю операцию, во избежание потерь сока, необходимо производить в большой фарфоровой чашке.

Из хорошо перемешанной кашицы берется нормальная навеска в 26,000 или 26,048 г (в зависимости от системы имеющегося поляриметра) и помещается в мерную колбу на 200 мл, прибавляется 6 мл свинцового уксуса $Pb\cdot(CH_3COO)_2\cdot Pb(OH)_2$ и доливается дестиллированной водой приблизительно до $^4/_5$ объема. Колба закрывается пробкой со вставленной стеклянной трубкой длиною 50—60 см, ставится на водяную баню, нагретую до 90°С, и оставляется там 30 минут. В течение этого времени в бане поддерживается все время указанная температура, и содержимое колбочки часто взбалтывается. Через полчаса колбу вынимают из бани, удаляют встряхиванием пузырьки воздуха и пену. Для удаления пены рекомендуется прибавить немного эфира и спирта (несколько капель). После этого колбу охлаждают до 20° С и добавляют дестиллированной водой до метки. Содержимое колбы тщательно перемешивают и фильтруют через складчатый фильтр, причем первые порции отбрасывают. Полученный фильтрат поляризуют в трубке на 200 мм. Показание поляриметра умножают на 2, так как нормальная навеска была взята в колбу 200 мл, а не 100 мл, и еще умножают на поправочный коэфициент 0,997 (на объем, занимаемый в мерной колбе клеточными стенками свекловицы).

Приготовление раствора свинцового уксуса. 300 г уксуснокислого свинца $Pb(CH_3COO)_2$ и 100 г свинцового глета (PbO) обливают в большой фарфоровой чашке 1 л воды. Непрерывно помешивая, смесь нагревают на несильном огне до исчезновения красной окраски. Признаком окончания реакции служит наступление устойчивого белого цвета. Раствору дают отстояться в теплом месте и фильтруют. Фильтрат (удельного веса 1,20—1,25) сохраняется в скляниках с притертой пробкой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРАХМАЛА

1. Определение крахмала по методу Рейнке. Принцип метода заключается в переведении крахмала в раствор водой в автоклаве

при давлении в $3^1/_2$ атм. с последующим переводом его в глюкозу нагреванием с соляной кислотой. Определение по этому методу производится следующим образом.

Навеску тонко измельченного исследуемого материала в количестве 3 г помещают в стакан, прибавляют 30 мл воды и 25 мл 1% раствора молочной кислоты, тщательно перемешивают и ставят в котел Сокслета или в автоклав. Доводят давление в автоклаве до $3^1/_2$ атм. и при этом давлении нагревают в продолжение $2^1/_2$ часов.

По истечении этого времени автоклав охлаждают (не выпуская пара!), открывают крышку, вынимают стаканчики, переносят их содержимое в мерные колбы на 250 мл, тщательно смывая все содержимое, доводят водой до метки и при частом взбалтывании оставляют на $^1/_2$ часа. После этого фильтруют через сухой фильтр, берут 200 мл фильтрата в обыкновенную колбу, прибавляют 25 мл 25% соляной кислоты и нагревают в продолжение 3 часов на кипящей водяной бане. После этого колбу охлаждают, опускают в нее полоску красной лакмусовой бумажки и доводят реакцию жидкости до слабокислой, прибавляя 10% раствор едкого натра. После этого жидкость переносят в мерную колбу на 500 мл, доливают водой до метки и тщательно перемешивают. В определенной части этого раствора определяют количество глюкозы по Бертрану. Количество крахмала вычисляют, умножая количество определенной глюкозы на 0,9.

2. Метод Фелленберга. Навеску тонко измельченного исследуемого материала (если нужно, то обезжиренного) в количестве 0,3—1 г, в зависимости от предполагаемого содержания крахмала, помещают в стакан или колбу Эрленмейера на 100 мл, прибавляют 5 мл воды и 20—30 мл раствора хлористого кальция (1 г прокаленного $CaCl_2$ на 1 г воды), нагревают в течение $^1/_2$ часа на кипящей водяной бане и после этого кипятят 5 минут на горелке. Содержимое стакана или колбы охлаждают, переносят в мерную колбу на 100 мл, доводят водой до черты и фильтруют. Берут пипеткой 50 мл фильтрата в стакан, прибавляют 30 мл раствора хлористого кальция и 30 мл раствора иода, приготовленного растворением 5 г иода и 10 г иодистого калия в 1 л воды, 300 мл теплой воды, тщательно перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на ночь. После этого осевший осадок отфильтровывают через предварительно взвешенный тигель Гуча, осадок в тигле промывают сперва небольшими порциями 5% раствора хлористого кальция, затем 60% спиртом, высушивают в сушильном шкафу и взвешивают.

Закончить определение можно также не весовым способом, а объемным. При этом поступают следующим образом. Осадок из тигля полностью переносят в стакан, прибавляют 25 мл 0,1*N* раствора $K_2Cr_2O_7$, 50 мл крепкой H_2SO_4 (удельного веса 1,84) и оставляют на 15 минут, после чего разбавляют водой до объема 350 мл, прибавляют раствора иодистого калия и титруют гипосульфитом. 1 мл 0,1*N* раствора $K_2Cr_2O_7$ соответствует 6,75 мг крахмала.

3. Поляриметрический метод определения крахмала. Метод Линтнера. Принцип метода заключается в том, что крахмал при помощи соляной кислоты переводят в раствор, а затем в поляриметре определяют его угол вращения.

Определение производится следующим образом. Исследуемый материал тонко измельчают на терке Дрефса и навеску полученной муки в 2—2,5 г помещают в стакан, приливают 10 мл дестиллированной воды, тщательно перемешивают и стеклянной палочкой растирают все образовавшиеся комочки. Затем прибавляют 15—20 мл крепкой соляной кислоты (удельного веса 1,19), опять тщательно перемешивают и оставляют в покое на 30 минут. После этого жидкость из стакана вместе с навеской переносят в мерную колбу емкостью 100 мл, стакан ополаскивают разведенной соляной кислотой (180 мл HCl удельного веса 1,19+100 мл воды), выливая ее в ту же мерную колбу. После этого в колбу для просветления жидкости и осаждения белков приливают 5 мл 4% раствора фосфорновольфрамовой кислоты, содержимое колбы доводят до метки той же разведенной соляной кислотой, тщательно перемешивают и фильтруют через сухой складчатый фильтр, причем, если первые порции фильтрата получаются мутными, их выливают обратно на тот же фильтр.

Полученным совершенно прозрачным фильтратом наполняют поляриметрическую трубку и при натриевом свете определяют угол вращения (методика работы с поляриметром та же, что и при определении сахара).

Без больших погрешностей принимают удельное вращение крахмала различных сортов за +200° и процентное содержание крахмала вычисляют по следующей формуле:

$$\%_0 \text{ крахмала} = \frac{100 \cdot 100 \cdot \alpha}{l \cdot 200 \cdot C} = \frac{50 \cdot \alpha}{l \cdot C},$$

где α — найденный угол вращения,

l — длина трубки поляриметра в дециметрах,

C — навеска исследуемого вещества.

АНАЛИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ

Взятие для анализа средней пробы масел. В случае необходимости производства анализа масла от больших партий среднюю пробу согласно ОСТ/ВКС 8531, 7686 берут следующим образом:

а) Размер среднего образца в зависимости от веса партии: (см. табл. справа).

Вес отдельной партии (тонн)	Размер среднего образца (литров)
До 16	1
От 16 до 50	2
» 50 » 200	5
» 200 » 1 000	20
Свыше 1 000	50

б) Порядок изъятия отдельных выемок. Изъятие отдельных выемок для составления среднего образца в зависимости от характера тары или хранилища производится следующим образом.

1) Из бочек или барабанов отдельные выемки должны производиться из каждой десятой бочки, предварительно размешивая ее содержимое катанием бочки взад и вперед в течение $^1/_2$ минуты.

2) Из цистерны выемки должны производиться из верхней, средней и нижней части цистерны.

3) Из баков выемки должны производиться из верхней, средней и нижней части бака с тем, чтобы из нижней части они производились на уровне сливного отверстия.

4) Изъятие выемок при погрузке масла на пароход производится из струи масла в процессе налива через равные промежутки времени.

5) При изъятии выемок из застывшего масла последнее предварительно обогревается. При этом не допускается перегрев масла и попадание в него даже незначительных количеств воды.

6) Изъятые выемки масла помещаются в сухую, чистую стеклянную или металлическую посуду и являются средним образцом.

в) Выделение части среднего образца для анализа. 1) Средний образец тщательно перемешивают, и в том случае, если объем его равен 1 л, его делят пополам; при большем объеме после перемешивания образца из него выделяют 1 л и делят его пополам.

2) Выделенные части среднего образца по 0,5 л помещаются в чистые, тщательно высушенные стеклянные банки с притертыми или плотно пригнанными пробками. Хранение должно производиться в темном месте и при температуре не выше +5° С.

Определение физических констант масел. К физическим константам относятся: цвет, цветное число, прозрачность, вязкость, удельный вес, рефракция, температура застывания, число Крисмера. Из перечисленных констант наиболее существенное значение имеют последние четыре, методика определения которых и излагается.

Определение удельного веса масел растительного происхождения согласно ОСТ/ВКС 8531 и 7686 производят или при помощи пикнометра, или при помощи весов Мора — Вестфаля. Как в том, так и в другом случае определения производят при данной температуре лаборатории и приводят к 20° С по отношению к воде при температуре +4° С. Для поправки на температуру принимают коэфициент +0,00069 на каждый ±1° разницы между температурой помещения и 20°С. Для определения удельного веса исследуемый образец масла предварительно фильтруют для удаления могущих быть взвешенных частиц и осадка.

Определение удельного веса при помощи пикнометра. Берут пикнометр емкостью в 25 мл, снабженный капиллярным каналом и пришлифованным термометром, и определяют его вес на аналитических весах (при этом пикнометр обязательно должен быть чистый и сухой). Затем пикнометр осторожно заполняют свеже перегнанной дестиллированной водой, помещают в сосуд с водой таким образом, чтобы в воду была погружена большая часть пикнометра, и оставляют до тех пор, пока термометр планомерно не будет в течение 10 минут показывать ту же температуру, что и термометр, погруженный в воду. После этого пикнометр закрывают пробкой, причем следят за тем, чтобы в нем не осталось пузырьков воздуха. Выступивший из капилляра избыток воды снимают фильтровальной бумагой, сам пикнометр тщательно вытирают и взвешивают. Такое определение веса пикнометра с водой производят три раза и из полученных результатов выводят среднее. Затем пикнометр высушивают, споласкивая его спиртом и эфиром, наполняют при помощи пипетки исследуемым маслом и определяют его вес точно таким же способом, как и с водой. Удельный вес вычисляют по формуле:

$$x = \frac{b - a}{c - a},$$

где a — вес пустого пикнометра, b — вес пикнометра с маслом, c — вес пикнометра с водой.

При поправке на температуру масла удельный вес вычисляют по формуле:

$$D = D_1 + (t - 20) \cdot 0{,}00069,$$

где D — искомый удельный вес при температуре 20°С,
D_1 — найденный удельный вес,
t — температура при определении.

Вычисление при поправке на температуру воды производят по формуле:

$$D = D_1 \cdot Q,$$

где D — искомая величина удельного веса, приведенного по отношению к воде при +4° С,
D_1 — найденный удельный вес,
Q — плотность воды при температуре во время определения.

Определение удельного веса при помощи весов Мора — Вестфаля. В цилиндр осторожно наливают исследуемое масло, избегая образования стойкой пены, и охлаждают его до 15° С. Цилиндр с находящимся в нем ареометром-термометром устанавливают под крючком весов. Затем наклонное положение коромысла приводят в горизонтальное, навешивая на деления коромысла разновески. Число десятых, сотых и тысячных долей величины удельного веса узнают по цифрам тех делений коромысла, на которых находятся разновески уравновешенных весов. Например, из имеющихся при весах разновесок $P=1$, $P_1=0{,}1P$, $P_2=0{,}01P$ и $P_3=0{,}001P$ разновеска P_1 находится на 9-м, разновеска P_2— на 2-м и разновеска P_3—на 5-м делениях коромысла; суммируя отдельные величины (0,9+0,02+0,005), получают величину удельного веса исследуемого масла при температуре его в 15° С и при такой же температуре воды, равной 0,925. Удельные веса наиболее обычных растительных масел при 15° С:

Касторовое	0,950—0,966	Льняное вареное . .	0,941—0,947
Какао	0,945—0,976	Подсолнечное	0,921—0,926
Кокосовое	0,925	Пальмовое	0,920—0,925
Конопляное	0,925—0,935	Хлопковое	0,923
Льняное	0,922—0,930		

Определение рефракции (коэфициента преломления). Рефракцией называется отношение синусов углов, образованных лучом падающим и лучом преломленным с перпендикуляром к поверхности раздела двух сред, т. е. $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$. Обычно рефракцию определяют по отношению к спектральной линии D натриевого пламени; найденную таким образом рефракцию обозначают через nD. Согласно ОСТ/ВКС 8531 и 7686 рефракцию определяют при помощи буттеррефрактометров Цейса или

Цейса — Вольни или рефрактометра Аббе. Рефракция некоторых растительных масел:

Масла	t°	*nD*	Деление бутерреф-рактометра
Касторовое	20	1,4781	81,3
Конопляное	—	1,4770	77,7
Кокосовое	40	1,4497	33,5—36,3
Льняное	20	1,4816	84—90
Оливковое	25	1,4670	60—62,4
Подсолнечное	20	1,4762	75,1
Хлопковое	20	1,4792	71,3

Определение температуры застывания согласно тому же ОСТ производится следующим образом. Исследуемое масло наливают в пробирку на высоту 3 см и укрепляют в ней неподвижно термометр при помощи пробки таким образом, чтобы его ртутный шарик находился в середине жидкости. Пробирку ставят вертикально в охладительную смесь требуемой температуры и оставляют ее при этой температуре на 5 минут. Затем пробирку наклоняют под углом 45° и оставляют ее в таком положении при той же температуре еще в течение 5 минут. По истечении этого времени пробирку вынимают из охладительной смеси и наблюдают, не переместится ли уровень масла. Если поверхность масла не сдвинулась, то масло считают застывшим и отмечают показание термометра.

Температура застывания некоторых растительных масел:

Ореховое	— 3 до +3	Льняное	—16 до—17
Касторовое	—10 до—18	Оливковое	2—4
Какао	20,5	Пальмовое	21—37
Кокосовое	14—23	Подсолнечное	—16
Конопляное	—27	Рапсовое	0 до—10
Кунжутное	— 4 до—6	Хлопковое	—2

Приготовление некоторых охладительных смесей приводится в следующей таблице:

На 100 частей воды	Частей соли	t°	На 100 частей снега	Частей соли	t°
KNO_2	13	—2,85	NaCl	33	—21,3
KNO_3	13	—5,0	NH_4Cl	13	—30,7
NaCl	3,3		$NaNO_3$	37,5	
NH_4Cl	2,5	—15,4	$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	143	—50,0

Определение числа Крисмера. Числом Крисмера называется критическая температура растворения масла в абсолютном спирте (удельного веса 0,7967). Определение производят следующим образом. Наливают в пробирку 2 мл исследуемого масла и 2 мл абсолютного спирта, пробирку неплотно закрывают пробкой со вставленным в нее термометром, доходящим до середины жидкости, и нагревают при встряхивании до совершенного осветления смеси. После этого пробирку медленно охлаждают и замечают температуру, при которой вследствие выпадения масла из раствора начинает появляться муть. Полученная температура и называется числом Крисмера.

Если употребляемый спирт имеет удельный вес выше 0,7967, то на каждую единицу разницы в 4-м десятичном знаке его удельного веса уменьшают полученный отсчет по термометру на 0,186°.

Определение химических констант масел. Определение числа Кеттсторфера. Числом Кеттсторфера, или числом омыления, называется количество миллиграммов едкого кали, необходимое для нейтрализации всех свободных и связанных жирных кислот, содержащихся в 1 г масла. По ОСТ определение производится следующим образом. В колбу емкостью 150—200 мл приливают 2 мл исследуемого масла и 25 мл 0,5N спиртового раствора едкого кали, соединяют колбу с обратным холодильником и нагревают на кипящей водяной бане в течение не менее 1 часа. После этого прибавляют в качестве индикатора фенолфталеина и еще не остывший раствор титруют 0,5N раствором соляной кислоты. Ввиду того что титр спиртового раствора едкого кали часто меняется, то параллельно с анализом масла проводят контрольное определение в точно таких же условиях, но без масла. Вычисление производят по следующей формуле:

$$x = \frac{28,055\,(a - b)}{c},$$

где x — число омыления,

a — количество 0,5N раствора HCl, израсходованного при контрольном определении,

b — количество 0,5N раствора HCl, израсходованного при основном определении,

c — навеска масла.

Число Кеттсторфера для некоторых растительных масел:

Касторовое	183—186	Оливковое	185—196
Кокосовое	240—248	Подсолнечное	193,5
Конопляное	193	Рапсовое	170—179
Льняное	191—195	Хлопковое	193—195

Определение числа Рейхерта — Мейссля (растворимых летучих кислот). Числом Рейхерта — Мейссля называется количество миллилитров 0,1*N* раствора NaOH, необходимое для нейтрализации растворимых в воде летучих кислот в 5 г масла.

Из многочисленных предложенных методов определения числа Рейхерта — Мейссля наибольшим распространением пользуется вариант Поленске.

Определение производится следующим образом. 5 г исследуемого масла и 20 г глицерина помещают в плоскодонную колбу из иенского стекла емкостью 300 мл, прибавляют 2 мл раствора едкого натра (1 : 1) и нагревают на маленьком пламени газовой горелки при постоянном взбалтывании до кипения, нагревание продолжают до испарения воды и окончания омыления (обычно 5 — 15 минут). После этого содержимое колбы нагревают при постоянном поворачивании колбы и таким образом собирают вместе все частицы мыла, приставшие к стенкам колбы. Охлаждают содержимое колбы до 80—90°С и прибавляют 90 мл воды такой же температуры, при этом обычно получают совершенно прозрачный раствор мыла. Если при этом остаются кусочки нерастворившегося мыла, то колбу нагревают на водяной бане до их растворения. Затем в колбу прибавляют 50 мл разведенной H_2SO_4 (25 мл H_2SO_4 удельного веса 1,84 на 1 л воды), 0,6—0,7 г пемзы кусочками величиной с горошину и соединяют ее с вертикальным холодильником. Под конец холодильника подставляют мерную колбу на 110 мл, нагревают колбу на газовой горелке и отгоняют 110 мл жидкости в течение 18—21 минуты, при этом температура дестиллята не должна превышать 23 ° С. После этого колбу закрывают пробкой, охлаждают до 15° С, для чего помещают колбу на 10 минут в сосуд с водой соответствующей температуры. По охлаждении содержимое колбы взбалтывают и фильтруют через сухой фильтр в мерную колбу на 100 мл, переносят фильтрат в стакан, прибавляют 3—4 капли фенолфталеина и титруют 0,1*N* раствором едкого натра до неисчезающего в течение 2 минут розового окрашивания. К объему щелочи, пошедшему на титрование, прибавляют $^1/_{10}$ часть, так как на титрование было взято 100 мл, а объем всего дестиллята 110 мл.

Количество миллилитров 0,1*N* раствора едкого натра, пошедшее на титрование, и называется числом Рейхерта — Мейссля. Число это для большинства масел меньше 1.

Определение числа Поленске (нерастворимых летучих кислот). Числом Поленске называется количество

миллилитров 0,1*N* раствора едкого натра, требующееся для нейтрализации летучих нерастворимых кислот. Определение числа Поленске производится следующим образом. По окончании отгона при определении числа Рейхерта — Мейсля мерную колбу емкостью 110 мл заменяют какой-либо другой посудой и после этого прекращают перегонку. Собравшуюся жидкость фильтруют через тот же фильтр, через который фильтровался дестиллят при определении числа Рейхерта—Мейсля. Затем последовательно три раза споласкивают холодильник, стакан и приемную колбу по 15 мл воды, которую каждый раз сливают на фильтр. После промывки воронку с фильтром переносят на другую колбу, промывают холодильники, приемники и фильтр три раза 90% спиртом по 15 мл каждый раз и собранный фильтрат титруют в присутствии фенолфталеина 0,1*N* раствором едкого натра. Пошедшее на титрование количество миллилитров 0,1*N* раствора щелочи и называется числом Поленске.

Определение числа Гюбля (иодного числа). Числом Гюбля называется количество граммов иода, вступающее в химическое соединение со 100 г масла. Согласно ОСТ определение числа Гюбля производится следующим образом. Отвешивают в специальном стаканчике емкостью около 1 мл (который можно сделать из тонкостенной стеклянной трубки) следующие количества профильтрованного масла: для высыхающих — 0,15 — 0,18 г, для невысыхающих — 0,3—0,4 г и для остальных — 0,2—0,3 г. Навеску вместе со стаканчиком переносят в колбу емкостью 300 мл с хорошо притертой пробкой. В случае отсутствия стаканчика навеска масла берется по разности, но ни в коем случае не непосредственно в колбе. Затем в колбу приливают 10 мл хлороформа для растворения масла и 25 мл реактива Гюбля. Колбу закрывают притертой пробкой, предварительно смоченной раствором иодистого калия для избежания потери иода от улетучивания. Содержимое колбы осторожно перемешивают путем ее вращения и оставляют в темном месте при комнатной температуре. Если после перемешивания смесь в колбе не будет прозрачной, то добавляют необходимое количество хлороформа. Срок настаивания с реактивом Гюбля для высыхающих масел — 18 часов, для невысыхающих — 6 часов и для остальных — 8 часов.

Одновременно с анализом масла производят в тех же условиях контрольное определение без масла.

После окончания настаивания в контрольную колбу приливают 15 мл 10% раствора иодистого калия и 100 мл воды. Смесь

взбалтывают и титруют 0,1*N* раствором гипосульфита до появления желтой окраски, затем прибавляют 1 мл 1% раствора крахмала и продолжают титровать до обесцвечивания синей окраски раствора.

Точно таким же образом титруют содержимое колбы с исследуемым маслом. Если при приливании 10% раствора иодистого калия выпадет осадок иодистой ртути, то прибавляют 10% раствора иодистого калия до растворения выпавшего осадка. В таком случае такое же количество иодистого калия прибавляют в контрольную колбу.

Вычисление числа Гюбля производят по следующей формуле:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 0,01269 \cdot 100}{c},$$

где x — искомое число Гюбля,

a — количество миллилитров 0,1*N* раствора гипосульфита, израсходованное при контрольном определении,

b — количество миллилитров того же раствора, израсходованное при титровании масла,

c — навеска исследуемого масла.

1 мл 0,1*N* раствора гипосульфита соответствует 0,01269 г иода.

Необходимые реактивы и их приготовление.

1) Раствор Гюбля. а) Растворяют 25 г иода в 500 мл 95% спирта; б) растворяют 30 г сулемы в 500 мл 95% спирта и фильтруют.

Оба раствора сохраняют в отдельных склянках с притертыми пробками и смешивают в равных объемах за 48 часов до начала определения.

2) 0,1*N* раствор гипосульфита. Растворяют 24,8 г гипосульфита в свеже прокипяченной дестиллированной воде и доводят объем до 1 л. Титр раствора устанавливают по Фольгардту.

3) Хлороформ. После взбалтывания его с иодистым калием должен оставаться бесцветным.

4) 10% раствор иодистого калия. Растворяют 10 г KJ в воде и доводят водой до 100 мл. Иодистый калий не должен содержать иодноватокислого калия.

5) 1% раствор крахмала. Размешивают 1 г крахмала в холодной воде, нагревают до кипения и фильтруют. Для получения стойкого раствора прибавляют кристаллик сулемы.

Число Гюбля некоторых растительных масел:

Касторовое	82—86
Конопляное	140,5—166
Льняное	164—205,4
Подсолнечное	119—135
Хлопковое	108—110

Определение ацетильного числа. Ацетильным числом называется число миллиграммов едкого кали, необходимое для нейтрализации уксусной кислоты, образовавшейся при омылении ацетилированного масла.

Определение ацетильного числа производится следующим образом. Навеску масла в 10 г помещают в колбу, добавляют тройное количество уксусного ангидрида и нагревают в продолжение 2 часов с обратным холодильником. После этого содержимое колбы переносят в стакан емкостью в 1 л, приливают 500—600 мл горячей воды и нагревают в течение 30 минут. В продолжение этого времени в целях избежания перегрева через жидкость пропускают медленный ток углекислоты при помощи стеклянной трубки, опущенной до дна сосуда. Затем воду сливают при помощи сифона, а масло нагревают еще таким же способом 2—3 раза, до разложения уксусного ангидрида и удаления уксусной кислоты. Полноту удаления уксусной кислоты пробуют синей лакмусовой бумажкой. Полученное этим способом ацетилированное масло отделяют от воды, фильтруют через сухой фильтр и определяют в его навеске в 3—4 г число омыления.

Ацетильное число вычисляют по следующей формуле:

$$x = \frac{a - b}{1335 - b} \cdot 1335,$$

где x — искомое ацетильное число,

a — число омыления ацетилированного масла,

b — число омыления исходного масла.

Определение кислотного числа. Кислотным числом называется количество миллиграммов едкого кали, требующееся для нейтрализации свободных жирных кислот в 1 г масла.

Согласно ОСТ определение кислотного числа производится следующим образом. Навеску исследуемого профильтрованного масла в 3—5 г помещают в колбу Эрленмейера, приливают 50 мл нейтральной смеси серного эфира и 95% спирта (2 : 1) и прибавляют 5 капель индикатора. При светлых маслах в качестве индикатора употребляют 1% спиртовый раствор фенолфталеина, при

маслах с темной окраской употребляют 1% спиртовый раствор тимолфталеина или 0,75% спиртовый раствор алкалиблау «6В».

После этого жидкость взбалтывают. Если при этом масло не растворяется, то колбу при помешивании нагревают на водяной бане и затем охлаждают до комнатной температуры.

Полученный таким образом раствор при постоянном помешивании быстро титруют 0,1*N* водным раствором едкого натра до ясного изменения окраски индикатора.

Кислотное число вычисляют по следующей формуле:

$$x = \frac{5,611 \cdot a}{c},$$

где x — искомое кислотное число,

a — количество миллилитров 0,1*N* раствора щелочи, израсходованное при титровании,

c — навеска исследуемого масла.

Довольно часто кислотность масла выражают не в кислотном числе, а в процентах олеиновой кислоты, для этого кислотное число умножают на 0,503.

Определение неомыляемых веществ. По ОСТ определение неомыляемых веществ производится следующим образом. 5 г исследуемого профильтрованного масла помещают в колбу с обратным холодильником, приливают 15 мл 2*N* спиртового раствора едкого кали и нагревают в течение 20 минут. После этого добавляют равное количество воды; если при этом жидкость окажется мутной, производят вторичное кипячение. Охлажденный мыльный раствор переносят в делительную воронку, а колбу ополаскивают 50% спиртом. Далее производят извлечение не менее 2 раз порциями по 50 мл петролейного эфира, имеющего точку кипения 45—55°С. Во избежание образования эмульсии в делительную воронку прибавляют небольшое количество алкоголя и концентрированного раствора едкого кали.

Соединенные петролейно-эфирные вытяжки промывают сначала в делительной воронке 50% спиртом, содержащим небольшое количество щелочи, а затем для удаления остатков мыла повторно промывают порциями по 25 мл 50% спирта до тех пор, пока фенолфталеин не перестанет давать красного окрашивания промывной жидкости, предварительно разбавленной тройным количеством воды. После этого отгоняют петролейный эфир, а полученный остаток сушат в сушильном шкафу при температуре 100° С до тех пор, пока вес его после 15 минут сушки окажется изменившимся не более чем на 0,1%.

Вычисление количества неомыляемых веществ производят по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 100}{c},$$

где x — искомое количество неомыляемых веществ, выраженное в процентах,

a — вес остатка после высушивания,

c — навеска исследуемого масла.

Определение глицерина. Из существующих методов определения в маслах глицерина наиболее простым в смысле выполнения является весовой метод Жукова и Шестакова.

Определение по этому методу производится следующим образом. Навеску исследуемого масла около 10 г помещают в колбу Эрленмейера и омыляют спиртовым раствором едкого кали, как при определении неомыляемых веществ, затем алкоголь выпаривают на водяной бане, а оставшееся в колбе мыло разлагают разведенной серной кислотой, выделившиеся при этом кислоты отфильтровывают и промывают на фильтре горячей водой. Фильтрат выпаривают на водяной бане при температуре не выше 80° С до сиропообразного состояния, прибавляют 20 г безводного сернокислого натрия, прибавляют ацетона и все содержимое тщательно переносят в экстракционную колбу аппарата Сокслета или Гейдэ и экстрагируют в течение 4 часов. Употребляемый для этого аппарат Сокслета или Гейдэ должен иметь все части пришлифованными.

Затем отгоняют ацетон, а оставшийся в колбе глицерин сушат при температуре 75 —80° С и взвешивают.

Определение воды. Определение влажности масла по ОСТ производится следующим образом. В сушильном стаканчике размером 40 × 25 мм отвешивают 5 г исследуемого масла и высушивают в вакуум-сушильном шкафу в струе индиферентного газа при температуре 105° С до постоянного веса.

Проверочные взвешивания производят через каждые 30 минут.

Количество воды в процентах вычисляют по формуле:

$$x = \frac{a - b \cdot 100}{c},$$

где x — процент воды,

a — вес стаканчика с маслом до сушки,

b — вес стаканчика с маслом после сушки,

c — навеска исследуемого масла.

АНАЛИЗ ПРОДУКТОВ ЖИВОТНОВОДСТВА

МОЛОКО

Взятие средней пробы молока. Ввиду того что молоко отличается способностью быстро отстаиваться, перед взятием пробы оно должно быть очень тщательно перемешано. Перемешивание молока в небольших сосудах достигается встряхиванием; в большой таре (ведра, фляги) перемешивание достигается при посредстве мешалки. В этом случае, если молоко сильно отстоялось и на его поверхности образовался значительный слой сливок, такое молоко предварительно нагревают в закрытом сосуде на водяной бане до температуры 45° С, тщательно перемешивают и охлаждают до комнатной температуры. Замерзшее молоко подогревают в закрытом сосуде до температуры 70° С до полного его оттаивания.

Если подлежащее анализу молоко находится в нескольких сосудах, то после перемешивания из каждого сосуда берут пропорциональные части к общему весу молока данной посуды, которые и смешиваются. Таким же образом поступают при определении среднего состава молока за день — берут пропорциональные пробы от каждого удоя. Отобранную пробу помещают в совершенно чистую и сухую стеклянную посуду с хорошо пригнанной притертой пробкой.

Для анализа необходимо брать молока около 1 л.

В случае невозможности немедленного проведения анализа после взятия пробы молоко консервируют двухромовокислым калием: на каждый литр молока прибавляют 150 капель двухромовокислого калия (40 г двухромовокислого калия растворяют в 4 л воды).

Перед каждым взятием из средней пробы навески молока для анализа оно должна быть обязательно тщательно перемешано.

Определение реакции молока. Отливают небольшое количество молока в стакан и погружают в него лакмусовую бумажку. Свежее молоко должно иметь амфотерную реакцию, т. е. синяя лакмусовая бумажка должна слабо покраснеть (от присутствия в молоке NaH_2PO_4), а красная— слабо посинеть (от присутствия в молоке Na_2HPO_4).

Определение удельного веса. Определение производят по прошествии не менее 3 часов после дойки при температуре 15°С. Если нельзя получить указанную температуру, то определение

производят при 10—20°С, относя затем найденный удельный вес к 15° С при помощи таблиц Мюллера.

Определение удельного веса молока может быть произведено одним из следующих способов: пикнометром, гидростатическими весами Вестфаля или Немеца и лактоденсиметром. Из указанных способов в лабораторной практике наибольшим распространением пользуется последний способ.

Определение удельного веса молока при помощи лактоденсиметра Quevenne Müller'a производят следующим образом. Исследуемое молоко наливают в цилиндр высотой около 50 см, держа его при этом в наклонном положении, затем ставят цилиндр на ровный стол и уровень молока в цилиндре доводят вровень с его краями. После этого в цилиндр погружают совершенно чистый и сухой лактоденсиметр, выпуская его из рук не ранее того, как он погрузится приблизительно до 29-го деления.

Лактоденсиметр представляет видоизмененный ареометр, на тонкой части которого нанесены вторые и третьи десятичные знаки, предыдущие же цифры (1,0) подразумеваются, так как удельный вес молока всегда больше единицы.

При погружении в молоко лактоденсиметра он ни в коем случае не должен касаться стенок цилиндра. Как только лактоденсиметр установится неподвижно — производят отсчет; если температура молока при определении не была равной 15°С, вносят соответствующую поправку по таблицам Мюллера. Если, например, лактоденсиметр будет показывать 30, следовательно, удельный вес исследуемого молока равен 1,030.

Удельный вес цельного молока при 15°С колеблется в пределах 1,029—1,034. Удельный вес снятого молока при 15°С колеблется в пределах 1,033—1,037 (см. таблицу).

Определение жира. Из существующих способов определения жира в молоке: Адамс—Богданова, Готтлиб — Рёзе, Гербера (ацидбутирометрический и «Саль»), рефрактометрического Вольни, в лабораторной практике наибольшее распространение получил солевой способ Гербера.

Определение производят следующим способом. В специальный прибор (бутирометр) наливают 11 мл солевого раствора Гербера («Саль»), затем 0,5 мл изобутилового спирта и, наконец, сверху 10 мл исследуемого молока. Все употребляющиеся растворы и молоко должны иметь температуру 15°С. Бутирометр закрывают каучуковой пробкой, хорошо встряхивают, помещают на 3 минуты в водяную баню, имеющую температуру 45° С, снова тщательно встряхивают, центрифугируют на специальной центрифуге

точно 3 минуты при 1 000 оборотах в минуту, вновь нагревают при 45°С и отстаивают. Отсчет количества жира производят так: большим и указательным пальцами левой руки вынимают бутирометр из водяной бани, держа его в вертикальном положении, быстро вытирают мягким полотенцем шкалу бутирометра, держат ее на уровне глаз, а большим и указательным пальцами правой руки закручивают или выкручивают резиновую пробку так, чтобы нижняя граница столбика жира точно установилась на каком-либо делении шкалы, и производят отсчет до нижней части мениска жира.

В случае образования над жировым столбиком пены бутирометр встряхивают, снова центрифугируют, подогревают и делают новый отсчет.

По окончании отсчета содержимое бутирометров сейчас же выливают и кладут их в теплый раствор соды, в который помещают также и каучуковые пробки. Затем бутирометр моют в воде небольшими ершиками, споласкивают дестиллированной водой и высушивают.

Вместо препарата «Саль» можно работать со смесью М. Дьякова, которая представляет раствор 150 г едкого натра, 40 г сегнетовой соли и 10 г хлористого натрия в 1 л воды.

Раствор профильтровывают и сохраняют в хорошо закрывающейся склянке. Бутирометры наполняются реактивами в тех же количествах и в том же порядке, как и по методу Гербера.

Определение сухого вещества. Существует три метода определения сухого вещества молока: выпаривание без всасывающего вещества, выпаривание с всасывающим веществом и вычисление по формуле Флейшмана. Обычно для практических целей вычисление по формуле Флейшмана дает вполне точные результаты и поэтому наиболее часто используется в лабораториях.

Зная удельный вес молока S и содержание жира f, количество сухого вещества вычисляют по формуле:

$$t = 1{,}2f + 2{,}665\,\frac{100S - 100}{S}.$$

Вместо вычисления количества сухого вещества в молоке по вышеприведенной формуле Флейшмана можно воспользоваться таблицами Фита, вычисление по которым производят следующим образом: в первой верхней горизонтальной стороне находят цифру, соответствующую найденному анализом количеству жира, а в первом левом вертикальном столбце — цифру, соответствующую показанию лактоденсиметра, пересечение горизонтальной и вер-

Таблица Мюллера для приведения показаний лактоденсиметра к нормальной температуре в 15°С

а) Обыкновенное молоко

Градусы лактоденсиметра	Температура молока															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
14	12,9	12,9	12,9	13,0	13,0	13,1	13,1	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,7	13,8
15	13,9	13,9	13,9	14,0	14,0	14,1	14,1	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8
16	14,9	14,9	14,9	15,0	15,0	15,1	15,1	15,1	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6	15,7	15,8
17	15,9	15,9	15,9	16,0	16,0	16,1	16,1	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8
18	16,9	16,9	16,9	17,0	17,0	17,1	17,1	17,1	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8
19	17,8	17,8	17,8	17,9	17,9	18,0	18,1	18,1	18,2	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8
20	18,7	18,7	18,7	18,8	18,8	18,9	19,0	19,0	19,1	19,2	19,3	19,4	19,5	19,7	19,8
21	19,6	19,6	19,7	19,7	19,7	19,8	19,9	20,0	20,1	20,2	20,3	20,4	20,5	20,6	20,8
22	20,6	20,6	20,7	20,7	20,7	20,8	20,9	21,0	21,1	21,2	21,3	21,4	21,5	21,6	21,8
23	21,5	21,5	21,6	21,7	21,7	21,8	21,9	22,0	22,1	22,2	22,3	22,4	22,5	22,6	22,8
24	22,4	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9	23,0	23,1	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,8
25	23,3	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,8	23,9	24,0	24,2	24,2	24,3	24,5	24,6	24,8
26	24,3	24,3	24,4	24,5	24,6	24,7	24,8	24,9	25,0	25,1	25,2	25,3	25,5	25,6	25,8
27	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,7	25,8	25,9	26,0	26,1	26,2	26,3	26,5	26,6	26,8
28	26,1	26,3	26,3	26,4	26,5	26,6	26,7	26,8	26,9	27,0	27,1	27,2	27,4	27,6	27,8
29	27,0	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,7	27,8	27,9	28,1	28,2	28,4	28,6	28,8
30	27,9	28,0	28,1	28,1	28,3	28,4	28,5	28,6	28,7	28,8	29,0	29,2	29,4	29,6	29,8
31	28,8	28,9	29,0	29,2	29,2	29,3	29,5	29,6	29,7	29,8	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8
32	29,7	29,8	29,9	30,0	30,1	30,3	30,4	30,5	30,6	30,8	31,0	31,2	31,4	31,6	31,8
33	30,6	30,7	30,8	30,9	31,0	31,2	31,3	31,4	31,6	31,8	31,9	32,2	32,4	32,6	32,8
34	31,5	31,6	31,7	31,8	31,9	31,1	32,2	32,3	32,5	32,7	32,9	33,1	33,3	33,5	33,8
35	32,4	32,5	32,6	32,7	32,8	32,0	33,1	33,2	33,4	33,6	33,8	34,0	34,0	34,4	34,7

Таблица Мюллера (продолжение)

Градусы лактоденсиметра	Температура молока															
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
14	14,1	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	
15	15,1	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8	
16	16,1	16,3	16,5	16,7	16,9	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	
17	17,1	17,3	17,5	17,7	17,9	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	20,0	
18	18,1	18,3	18,5	18,7	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	21,0	
19	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	22,0	
20	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,1	22,3	22,5	22,7	23,0	
21	21,2	21,4	21,6	21,8	22,0	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,1	
22	22,2	22,4	22,6	22,8	23,0	23,2	23,4	23,6	23,8	24,1	24,3	24,5	24,7	24,9	25,2	
23	23,2	23,4	23,6	23,8	24,0	24,2	24,4	24,6	24,8	25,1	25,3	25,5	25,7	26,0	26,3	
24	24,2	24,4	24,6	24,8	25,0	25,2	25,4	25,6	25,8	26,1	26,3	26,5	26,7	27,0	27,3	
25	25,2	25,4	25,6	25,8	26,0	26,2	26,4	26,6	26,8	27,1	27,3	27,5	27,7	28,0	28,3	
26	26,2	26,4	26,6	26,9	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,2	28,4	28,6	28,9	29,2	29,5	
27	27,2	27,4	27,6	27,9	28,2	28,4	28,6	28,8	29,0	29,3	29,5	29,7	30,0	30,3	30,7	
28	28,2	28,4	28,6	28,9	29,2	29,4	29,6	29,9	30,1	30,4	30,6	30,8	31,1	31,4	31,7	
29	29,2	29,4	29,6	29,9	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2	31,5	31,7	31,9	32,2	32,5	32,8	
30	30,2	30,4	30,6	30,9	31,2	31,4	31,6	31,9	32,2	32,5	32,7	33,0	33,3	33,6	33,9	
31	31,2	31,4	31,7	32,0	32,3	32,5	32,7	33,0	33,3	33,6	33,8	34,1	34,4	34,7	35,1	
32	32,2	32,4	32,7	33,0	33,3	33,6	33,8	34,1	34,4	34,7	34,9	35,2	35,5	35,8	36,2	
33	33,2	33,4	33,7	34,0	34,3	34,6	34,9	35,2	35,5	35,8	36,0	36,3	36,6	36,9	37,3	
34	34,2	34,4	34,7	35,0	35,3	35,6	35,9	36,2	36,5	36,8	37,1	37,4	37,7	38,0	38,4	
35	35,2	35,4	35,7	36,0	36,3	36,6	36,9	37,2	37,5	37,8	38,1	38,4	38,7	39,0	39,5	

б) Снятое молоко

Градусы лактоденсиметра	Температура молока															
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
18	17,2	17,2	17,2	17,2	17,2	17,3	17,3	17,3	17,3	17,4	17,5	17,6	17,7	17,8	17,9
19	18,2	18,2	18,2	18,2	18,2	18,3	18,3	18,3	18,3	18,4	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9
20	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,3	19,3	19,3	19,3	19,4	19,5	19,6	19,7	19,8	19,9
21	20,2	20,2	20,2	20,2	20,2	20,3	20,3	20,3	20,3	20,4	20,5	20,6	20,7	20,8	20,9
22	21,1	21,0	21,1	21,2	21,2	21,3	21,3	21,3	21,3	21,4	21,5	21,6	21,7	21,8	21,9
23	22,0	22,1	22,0	22,0	22,1	22,2	22,3	22,3	22,3	22,4	22,5	22,6	22,7	22,8	22,9
24	22,9	22,9	22,9	22,9	23,0	23,2	23,2	23,2	23,2	23,3	23,4	23,5	23,6	23,7	23,9
25	23,8	23,3	23,8	23,8	23,9	24,0	24,1	24,1	24,1	24,2	24,3	24,4	24,5	24,6	24,8
26	24,8	24,8	24,8	24,8	24,9	25,0	25,1	25,1	25,1	25,2	25,3	25,4	25,5	25,6	25,8
27	25,8	25,8	25,8	25,8	25,9	26,0	26,1	26,1	26,1	26,2	26,3	26,4	26,5	26,6	26,8
28	26,8	26,7	26,8	26,8	26,9	27,0	27,1	27,1	27,1	27,2	27,3	27,4	27,5	27,6	27,8
29	27,8	27,8	27,8	27,8	27,9	28,0	28,1	28,1	28,1	28,2	28,3	28,4	28,5	28,6	28,8
30	28,7	28,8	28,7	28,7	28,8	28,9	29,0	29,0	29,1	29,2	29,3	29,4	29,5	29,6	29,8
31	29,7	29,7	29,7	29,7	29,8	29,9	30,0	30,0	30,1	30,2	30,3	30,4	30,5	30,6	30,8
32	30,7	30,7	30,7	30,7	30,8	30,9	31,0	31,0	31,1	31,2	31,3	31,4	31,5	31,6	31,8
33	31,7	31,7	31,7	31,7	31,8	31,9	32,0	32,0	32,1	32,2	32,3	32,4	32,5	32,6	32,8
34	32,6	32,6	32,6	32,7	32,8	32,9	32,9	33,0	33,1	33,2	33,3	33,4	33,5	33,6	33,8
35	33,5	33,5	33,5	33,6	33,7	33,8	33,8	33,9	34,0	34,1	34,2	34,3	34,4	34,6	34,8
36	34,4	34,4	34,5	34,6	34,7	34,8	34,8	34,9	35,0	35,1	35,2	35,3	35,4	35,6	35,8
37	35,3	35,4	35,5	35,6	35,7	35,8	35,8	35,9	36,0	36,1	36,2	36,3	36,4	36,6	36,8
38	36,2	36,3	36,4	36,5	36,6	36,7	36,8	36,9	37,0	37,1	37,2	37,3	37,4	37,6	37,8
39	37,1	37,2	37,3	37,4	37,5	37,6	37,7	37,8	37,9	38,0	38,2	38,3	38,4	38,6	38,8
40	38,0	38,1	38,2	38,3	38,4	38,5	38,6	38,7	38,8	38,9	39,1	39,2	39,4	39,6	39,8

Таблица Мюллера (продолжение)

Градусы лактоденсиметра	Температура молока															
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
18	18,1	18,2	18,4	18,6	18,8	18,9	19,1	19,3	19,5	19,7	19,9	20,1	20,3	20,3	20,7	
19	19,1	19,2	19,4	19,6	19,8	19,9	20,1	20,3	20,5	20,7	20,9	21,1	21,3	21,3	21,7	
20	20,1	20,2	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,3	21,5	21,7	21,9	22,1	22,3	22,3	22,7	
21	21,1	21,2	21,4	21,6	21,8	21,6	22,1	22,3	22,5	22,7	22,9	23,1	23,3	23,3	23,7	
22	22,1	22,2	22,4	22,6	22,8	22,9	23,1	23,3	23,5	23,7	23,9	24,1	24,3	24,3	24,7	
23	23,1	23,2	23,4	23,6	23,8	23,9	24,1	24,3	24,5	24,7	24,9	25,1	25,3	25,3	25,7	
24	24,1	24,2	24,4	24,6	24,8	24,9	25,1	25,3	25,5	25,7	25,9	26,1	26,3	26,3	26,7	
25	25,1	25,2	25,4	25,6	25,8	25,9	26,1	26,3	26,5	26,7	26,9	27,1	27,3	27,3	27,7	
26	26,1	26,3	26,5	26,7	26,9	27,0	27,2	27,4	27,6	27,9	28,0	28,2	28,4	28,6	28,8	
27	27,1	27,3	27,5	27,7	27,9	28,1	28,3	28,5	28,7	28,9	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9	
28	28,1	28,3	28,5	28,7	28,9	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9	30,1	30,3	30,5	30,7	31,0	
29	29,1	29,3	29,5	29,7	29,9	30,1	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	32,0	
30	30,2	30,3	30,5	30,7	30,9	31,1	31,3	31,5	31,7	31,9	32,1	32,3	32,5	32,7	33,0	
31	31,2	31,4	31,6	31,8	32,0	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,6	33,9	34,1	
32	32,2	32,4	32,6	32,8	33,0	33,2	33,4	33,6	33,9	34,1	34,3	34,5	34,7	35,0	35,2	
33	33,2	33,4	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	34,9	35,2	35,4	35,6	35,8	36,1	36,3	
34	34,2	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2	35,4	35,6	35,9	36,2	36,4	36,7	36,9	37,2	37,4	
35	35,2	35,4	35,6	35,8	36,0	36,2	36,4	36,6	36,9	37,2	37,4	37,7	38,0	38,3	38,5	
36	36,2	36,4	36,6	36,9	37,1	37,3	37,5	37,7	38,0	38,3	38,5	38,8	39,1	39,4	39,7	
37	37,2	37,4	37,6	37,9	38,2	38,4	38,6	38,8	39,1	39,4	39,6	39,9	40,2	40,5	40,8	
38	38,2	38,4	38,6	38,9	39,2	39,4	39,7	39,9	40,2	40,5	40,7	41,0	41,3	41,6	41,9	
39	39,2	39,4	39,6	39,9	40,2	40,4	40,7	41,0	41,3	41,6	41,8	42,1	42,4	42,7	43,0	
40	40,2	40,4	40,6	40,9	41,2	41,4	41,7	42,0	42,3	42,6	42,9	43,2	43,5	43,8	44,1	

тикальной строк указывает процентное содержание сухого вещества в исследуемом молоке (см. табл. на стр. 435).

Цельное молоко	содержит	около	12,5%	сухого	вещества
Полуснятое	»	»	11%	»	»
Снятое	»	»	9%	»	»

Кроме того, пользуясь формулой Флейшмана, можно вычислить и удельный вес сухого вещества:

$$m = \frac{t \cdot S}{f \cdot S - 100S + 100}.$$

Если через p обозначим количество жира в сухом веществе, то между величинами m и p получим следующие соотношения:

$$m = \frac{100}{62,5 + 0,45p}$$

и

$$p = \frac{100}{0,45m} - 139.$$

Количество обезжиренного сухого вещества вычисляют по формуле: $r = t - f$.

Знание величин S, f, t, r и m дает возможность определять различные способы фальсификации молока.

Определение кислотности. а) Способ Сокслэ—Генкеля. В небольшую колбу Эрленмейера наливают 50 мл хорошо перемешанного молока, прибавляют 2 мл 2% раствора фенолфталеина и титруют 0,25N раствором едкого натра до неисчезающей в течение 3—5 минут слаборозовой окраски. Полученное число миллилитров умножают на 2 для перевода к 100 мл молока, произведение выражает кислотность молока в градусах Сокслэ—Генкеля.

Свежее молоко имеет кислотность 6,5—7,5°.

б) Алкогольная проба. Смешивают в пробирке равные объемы молока и 68—70% спирта. Наклоняют пробирку так, чтобы стенки ее смочились жидкостью, затем придают ей вертикальное положение. Если на стенке пробирки будут видны белые хлопья, — молоко кислое.

При свежем молоке стенки пробирки остаются совершенно прозрачными и чистыми.

Необходимо отметить, что в следующих случаях свежее молоко не выдерживает алкогольной пробы:

1) когда корова находится в последнем периоде лактации,

Таблица Фита для определения количества сухого вещества молока по удельному весу и проценту жира

Процентное содержание жира в молоке

Удельный вес молока	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
28	8,6	8,7	8,8	8,9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9
28,5	8,7	8,8	8,9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,9	11,0
29	8,8	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1
29,5	9,0	9,1	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2
30	9,1	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,4
30,5	9,2	9,3	9,4	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,4	11,5
31	9,3	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,4	11,5	11,6
31,5	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7
32	9,6	9,7	9,8	9,9	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,9
32,5	9,7	9,8	9,9	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,9	12,0
33	9,8	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,3	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,0	12,1
33,5	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2
34	10,1	10,2	10,3	10,4	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,4
34,5	10,2	10,3	10,4	10,6	10,7	10,8	10,9	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,8	11,9	12,0	12,1	12,2	12,4	12,5
35	10,3	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1	12,3	12,4	12,5	12,6

Удельный вес молока	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0
28	11,0	11,1	11,2	11,3	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,3
28,5	11,1	11,2	11,3	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,7	12,8	12,9	13,0	13,1	13,3	13,4
29	11,2	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5
29,5	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6
30	11,5	11,6	11,7	11,8	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,8
30,5	11,6	11,7	11,8	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,8	13,9
31	11,7	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,2	13,3	13,4	13,5	13,6	13,8	13,9	14,0
31,5	11,9	12,0	12,1	12,2	12,3	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1
32	12,0	12,1	12,2	12,3	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,3
32,5	12,1	12,2	12,3	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,1	13,2	13,3	13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	14,0	14,1	14,3	14,4
33	12,2	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	14,5
33,5	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	14,5	14,7
34	12,5	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8
34,5	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2	13,3	13,4	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,8	14,9
35	12,7	12,9	13,0	13,1	13,2	13,3	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3	14,4	14,5	14,7	14,8	14,9	15,0

2) когда корова больна воспалением вымени,

3) когда молоко находится в стадии молозива.

Определение точки замерзания. Определение производят в криоскопе Бекмана следующим образом. Испытуемое молоко наливают после тщательного встряхивания в узкую склянку цилиндрической формы с корковой пробкой, имеющей 2 отверстия: в одно вставляют термометр Бекмана, а в другое — тонкую проволочную мешалку. Приготовляют охлаждающую смесь, состоящую из 1 части крупной поваренной соли и 3—4 частей мелко измельченного льда. В сосуд с охлаждающей смесью помещают склянку с испытуемым молоком и молоко помешивают мешалкой до тех пор, пока ртутный столбик термометра не перестанет падать. В цилиндре с молоком после этого вскоре появляются кристаллы льда, и ртутный столбик, вследствие освобождения скрытой теплоты, начинает быстро подниматься и останавливается на определенном делении.

Через 2 минуты, после того как ртутный столбик остановился, производят отсчет по термометру.

Затем вынимают из охлаждающей смеси склянку с молоком, оттаивают молоко в руке и криоскопируют вторично. Средняя величина из двух определений показывает точку замерзания молока.

Точка замерзания нормального молока колеблется в пределах от —0,54 до —0,57°С.

Точка замерзания молока дает возможность определять количество прибавленной к нему воды, пользуясь таблицей Винтера:

Криоскопическая точка	% воды	Криоскопическая точка	% воды
0,53	3,63	0,44	20,00
0,52	5,45	0,43	21,81
0,51	7,27	0,42	23,63
0,50	9,09	0,41	25,45
0,49	10,90	0,40	27,27
0,48	12,72	0,39	29,09
0,47	14,54	0,38	30,90
0,46	16,36	0,37	32,72
0,45	18,18	0,36	34,54

Существует также зависимость между криоскопической точкой и кислотностью молока, что видно из таблицы Куницкого, приведенной на странице 437.

Определение молочного сахара. Точно взвешивают 25 мл хорошо перемешанного молока, переносят его в мерную колбу емкостью 500 мл, разбавляют 400 мл воды, затем прибавляют 10 мл раствора

Кислотность в градусах	Криоскопическая точка	Кислотность в градусах	Криоскопическая точка
6,8	0,570	10	0,582
7,3	0,625	10—15	0,631
10,9	0,640	15—20	0,657
12,8	0,665	20—25	0,679
37,5	0,880	25—30	0,733
		30—35	0,797

сернокислой меди (69,28 г медного купороса в 1 л), 6,5—7,5 мл раствора едкого кали или натра (14,2 г едкого кали или 10,2 г едкого натра в 1 л) и колбу тщательно перемешивают. При этом раствор над осадком должен иметь слабокислую реакцию. Содержимое колбы доливают водой до метки, тщательно перемешивают и фильтруют через сухой фильтр.

Затем в стакан емкостью 400 мл наливают 50 мл фелинговой жидкости, дают ей закипеть, после этого приливают 100 мл фильтрата и кипятят ровно 6 минут. Дальше поступают, как указано на стр. 403.

Определение золы. Отвешивают 20—25 г молока в платиновую чашку, прибавляют несколько капель уксусной кислоты, досуха выпаривают на водяной бане и полученный остаток осторожно обугливают на слабом пламени горелки. Обугленную массу смачивают небольшим количеством горячей воды и тщательно растирают стеклянной палочкой с округленным концом. Раствор фильтруют, перенося при этом на фильтр как можно меньше углистых частиц. Такую обработку горячей водой повторяют до тех пор, пока фильтрата не наберется 100—150 мл (5—10 раз); фильтрат при этом должен быть бесцветным. Фильтр высушивают, сжигают в той же платиновой чашке и затем прокаливают до тех пор, пока весь уголь не сгорит; зола должна быть совершенно белого цвета. По охлаждении платиновой чашки в нее переносят фильтрат (частями) и выпаривают досуха на водяной бане. Полученную таким образом золу прокаливают на слабом пламени горелки и по охлаждении в эксикаторе взвешивают.

Определение общего азота по Кьельдалю. Хорошо размешанное молоко наливают в пробирку и взвешивают. Затем, держа наклонно колбу Кьельдаля, вливают в нее молоко из пробирки; пробирку снова взвешивают и по разнице весов определяют количество взятого молока. Навеска молока должна быть 15—20 г.

Приливают в колбу Кьельдаля 20 мл крепкой серной кислоты удельного веса 1,84 и дальше поступают, как указано на стр. 393.

Определение белкового азота по Риттгаузену. Взвешивают точно 25 мл молока, переносят его в стакан емкостью 600 мл и разбавляют 400 мл дестиллированной воды. Прибавляют 10 мл раствора медного купороса и 6,5—7,5 мл раствора едкого кали или натра (концентрации растворов медного купороса и едких щелочей такие же, как при определении молочного сахара, см. стр. 436). Жидкость над осадком должна иметь обязательно слабокислую реакцию. Осадок отфильтровывают через тигель Гуча, промывают его водой до исчезновения реакции на серную кислоту с хлористым барием, затем спиртом (95%) и эфиром. Осадок вместе с асбестом переносят в колбу Кьельдаля, тщательно смывают осадок со стенок тигля, прибавляют 20 мл крепкой серной кислоты удельного веса 1,84, выпаривают воду, сжигают и поступают дальше, как указано на стр. 393.

Найденное количество азота умножают на коэфициент 6,39, полученное произведение показывает общее количество белков в молоке.

Определение азота казеина. Навеску молока 10—20 г разбавляют десятерным количеством воды (100—200 мл), подогревают до 30—35°С и прибавляют несколько капель уксусной кислоты, при этом в осадок выпадает казеин. Казеин отфильтровывают через тигель Гуча, промывают теплой водой, переменяют коническую колбу для отсасывания на другую и промывают спиртом и эфиром.

Осадок переносят в колбу Кьельдаля и определяются в нем азот обычным методом по Кьельдалю (см. стр. 393).

Полученное количество азота умножают на коэфициент 6,39 и получают содержание казеина в молоке.

Определение азота лактоальбумина. Фильтрат от казеина в первой колбе Бунзена (для отсасывания) переносят в стакан, тщательно споласкивают колбу водой. Фильтрат кипятят, при этом лактоальбумин свертывается и выпадает в осадок. Осадок лактоальбумина фильтруют через тигель Гуча и промывают водой. Осадок переносят в колбу Кьельдаля и определяют азот, как обычно (см. стр. 393).

Найденное количество азота, умноженное на коэфициент 6,34, показывает содержание лактоальбумина в исследуемом молоке.

Определение азота лактоглобулина. Фильтрат от осаждения лактоальбумина в фарфоровой чашке на водяной бане выпари-

вают до небольшого объема, переносят его в колбу Кьельдаля, споласкивают чашку водой, которую помещают в ту же колбу и определяют азот обычным методом по Кьельдалю.

Найденное количество азота умножают на коэфициент 6,25 и получают содержание лактоглобулина в испытуемом молоке.

Отличие кипяченого молока от сырого. 1) Способ Рубнера. Испытуемое молоко насыщают поваренной солью до тех пор, пока соль не перестанет растворяться и остаток ее не будет на дне сосуда; такое насыщенное солью молоко подогревают до 30—40°С, фильтруют и фильтрат (светложелтого цвета) кипятят. Выпадение осадка от кипячения указывает на то, что взятое молоко было или целиком сырое, или смесь сырого с кипяченым. Отсутствие осадка или наличие незначительного осадка указывает на то, что молоко было кипяченое.

2) Способ Арнольда. Сырое молоко с настойкой гваяка дает голубое окрашивание, которого не наблюдается в случае кипяченого молока.

3) Способ Шторха. 5 мл испытуемого молока наливают в пробирку и последовательно прибавляют: одну каплю 0,2% раствора перекиси водорода и две капли 2% раствора парафенилендиамина и хорошо встряхивают, при этом:

а) если молоко сразу окрашивается в сильно голубой цвет,— молоко сырое или нагрето не выше 78° С;

б) если молоко сразу или через $^1/_2$ минуты приняло светлый серо-голубой цвет, — нагрето выше 79° до 80°С;

в) если цвет молока не изменится, — нагрето выше 80°С.

Способ Шторха считается самым чувствительным.

Средний химический состав молока (натурального)

(в процентах)

Молочные продукты	Вода	Азотистые вещества	Жир	Молочный сахар	Зола
Коровье молоко	87,27	3,39	3,68	4,94	0,72
Сливки	67,61	4,12	23,80	3,92	0,55
Снятое молоко	90,43	3,26	0,87	4,74	0,70
Масло	13,45	0,76	83,70	0,50	1,59
Козье молоко	87,0	4,63	3,60	4,30	0,80

Средние физические величины коровьего молока

Удельный вес	1,0315
Точка замерзания	—0,555°С
» кипения	100°С (немного выше)
Теплоемкость	0,847
Коэфициент преломления	1,3430—1,3445
Сопротивление электрическому току	186—304 ом

Средний состав молочного жира

Пальмитина, стеарина, олеина и следы миристина и бутина	91,5%
Бутирина	4,2%
Капронина	2,5%
Остальных	1,8%

Средний состав белковых веществ коровьего молока

(в процентах от всего количества белков)

Казеин	85
Лактоальбумин	15
Лактоглобулин	следы

Средний химический состав молочной золы

(по Зельднеру)

Хлористый натрий	10,62%
Хлористый калий	9,16%
Кислый фосфорнокислый калий	12,77%
Фосфорнокислый калий	9,22%
Лимоннокислый калий	5,47%
Фосфорнокислый магний	3,71%
Лимоннокислый магний	4,05%
Кислый фосфорнокислый кальций	7,42%
Средний фосфорнокислый кальций	8,90%
Лимоннокислый кальций	23,55%
Окись кальция, связанная казеином	5,13%

Содержание газов в коровьем молоке

(по Тернеру)

Кислорода	0,44—1,10%
Азота	2,3—3,3%
Углекислоты	5,56—7,30%

Определение фальсификаций. Прибавку воды к молоку узнают по одному из следующих способов.

1) По удельному весу — от прибавления к молоку воды уменьшается его удельный вес, содержание жира в нем и сухого вещества.

2) По удельному весу сыворотки. В колбу емкостью 750—1000 мл вливают 500 мл испытуемого молока и 20 мл ледяной уксусной кислоты, тщательно перемешивают и нагревают в закрытой колбе в течение 5—6 минут при температуре 60—65°С, охлаждают до комнатной температуры и фильтруют. Фильтрат нагревают до тех пор, пока не выпадет альбумин, после этого альбумин отфильтровывают, фильтрат охлаждают до 15°С и определяют его удельный вес.

Удельный вес сыворотки цельного (не разбавленного водой) молока не бывает ниже 1,026.

3) По точке замерзания — см. таблицу на стр. 436.

4) По присутствию азотной кислоты. Цельное молоко, если оно выдоено в сухую и чистую посуду, как правило, совершенно не содержит нитратов; от прибавления небольшого количества воды нитраты обнаруживают по способу Соксле — Меслингера.

К 100 мл испытуемого молока прибавляют 1,5 мл 20% раствора хлористого кальция, кипятят и фильтруют. Наливают 2 мл раствора дифениламина в маленькую фарфоровую чашку и в середину его капают 0,5 мл приготовленного, как указано, фильтрата. Дают чашке спокойно стоять в течение 2—3 минут, затем ее осторожно наклоняют в разные стороны и опять оставляют в покое. Так поступают несколько раз.

В случае разбавленного водой молока в чашке или появляются интенсивно окрашенные синие полосы, или весь раствор окрашивается в синий цвет.

Реакция очень чувствительная, позволяет открывать присутствие 2 мг нитратов воды в 1 л молока.

Приготовление раствора дифениламина: 20 мг дифениламина растворяют в 20 мл разведенной серной кислоты (1 : 3) и раствор доводят крепкой (удельного веса 1,84) химически чистой серной кислотой до 100 мл.

МАСЛО

Взятие пробы для анализа. Так как масло по химическому составу неоднородно в разных слоях своей массы, то пробу берут во всю толщу из разных мест при помощи специального масляного бурава.

Пробу из подлежащей анализу массы масла берут следующим образом: протыкают буравом всю толщу масла и поворачивают бур один раз вправо или влево и вынимают — к нему плотно пристает кусок масла цилиндрической формы. Такие пробы берут из

нескольких мест и помещают их в стеклянную банку с хорошо пришлифованной пробкой. Вес пробы должен быть не меньше 200 г. Сохраняют пробу до анализа в темном и холодном помещении во избежание испарения воды.

Перед анализом взятую пробу масла растапливают, для чего помещают банку с пробой в воду, имеющую температуру 40°С. После растопления масла на дне банки образуется белый осадок, состоящий из казеина и воды с растворенными в ней веществами. Перед взятием навески пробу тщательно встряхивают, чтобы перемешать оба слоя.

Определение воды. В фарфоровую чашку (плоскую) диаметром 6 см насыпают около 15 г предварительно прокаленной пемзы кусочками величиной с горошину. Чашку с кусочками пемзы помещают на 30 минут в сушильный шкаф при температуре 100°С, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают. После этого наливают на пемзу около 5 г растопленного, как указано выше, масла и быстро взвешивают. Чашку помещают на 1 час в сушильный шкаф при температуре 100°С, по прошествии этого времени чашку охлаждают в эксикаторе, взвешивают и снова помещают в сушильный шкаф. В дальнейшем чашку охлаждают и взвешивают через каждые 15 минут, до тех пор пока 3 последние взвешивания не будут хорошо совпадать (постоянного веса достигнуть трудно).

Определение влажности заканчивается обычно часа через 2, сушить масло в сушильном шкафу более 3 часов не рекомендуется, так как при продолжительной сушке масла жир окисляется и вес увеличивается.

Определение жира. Жир определяют в остатке от определения влажности по методу Сокслета так, как указано на стр. 398.

Определение белка. Сжигание и отгон производят по методу Кьельдаля (см. стр. 393). Навеску масла для определения берут 2—5 г, сжигание ведут на слабом пламени горелки, так как масло сильно пенится. Найденное количество азота умножают на коэфициент 6,37 и получают количество белка.

Определение числа Рейхерта—Мейсля—см. стр. 421. Навеску масла для определения берут точно в 5 г.

Определение числа омыления (числа Кеттсторфера) — см. стр. 420. Навеску масла для определения берут в 1—2 г.

Определение иодного числа по Гюблю—см. стр. 422. Навеску масла для определения берут в 0,8—1 ,0 г.

Таблица характерных чисел жиров

Продукты	Иодное число	Число омыления	Число Рейхерта—Мейселя
Говяжье сало	42—46	195—200	0,3
Бараньe сало	42—46	195—200	0,3
Свиное сало	58—60	195—197	0,3
Коровье масло	26—36	227	25—33
Гусиное сало	71—72	184—198	0,5
Маргарин	49—55	194—197	0,4—1,0

Удельные веса и точки плавления животных жиров

Продукты	Удельный вес при 15°С	Точка плавления
Говяжье сало	0,925—0,930	42,5—43,0
Бараньe сало	0,925—0,930	47—50
Свиное сало	0,931—0,938	35—42
Коровье масло	0,926—0,940	31—32

СЫР

Определение влажности. Мелко нарезанный сыр высушивают в сушильном шкафу при температуре 100—105° С.

Определение жира. Высушенную после определения влажности навеску сыра растирают с песком и определяют жир по методу Сокслета (см. стр. 398).

Определение белков. Определяют азот по Кьельдалю (см. стр. 393). Навеску сыра для определения берут около 1—1,5 г. Умножая найденное количество азота на коэфициент 6,5 получают содержание казеина.

Определение золы. Производят, как при определении молока (см. стр. 437).

Средний химический состав сыров

	Белков	Жира	Солей
Тощие сыры	35	10	3—5
Жирные сыры	25	30—60	3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В УДОБРЕНИЯХ

Определение потребности в основных удобрениях делается по восьмерной схеме, предложенной Жорж Вилем, состоящей из следующих восьми вариантов:

1. Без удобрений	5. NP
2. N	6. NK
3. P	7. PK
4. K	8. NPK

Эта схема является полной, в ней имеются все возможные комбинации из трех основных видов удобрений. Если по этому же принципу изучать потребность в четырех видах удобрений, то число делянок удвоилось бы, так как потребовалось бы иметь все эти восемь комбинаций + четвертое удобрение. Такой подход к изучению действия четырех видов удобрений делается редко, так как это связано с сильным увеличением числа делянок или сосудов. Применение такого удвоения схемы при введении четвертого элемента имеет место при изучении известкования почвы. Добавка извести существенным образом влияет на плодородие почвы и ее отзывчивость на N, P и K, поэтому делается наложение восьмерной схемы на известковый и неизвестковый фон. В большинстве случаев, когда хотят изучить потребность в N, P, K и в каком-либо второстепенном элементе, ограничиваются введением в восьмерную схему только добавочного девятого варианта. Например: 9. NPK+Mg или 9.NPK+Na.

В тех случаях, когда изучают несколько добавочных элементов, возможно следующее расширение схемы:

9. NPK + Mg
10. NPK + Na
11. NPK + S
12. NPK + Mg + Na + S

Вообще, как правило, изучение потребности во второстепенных или стимулирующих удобрениях делается на так называемом оптимальном фоне, обычно NPK.

Во многих случаях стремятся сократить восьмерную схему. Известны следующие основные способы ее сокращения: пятерная схема Вагнера:

1. 0
2. NP
3. NK
4. PK
5. NPK

и четверная схема Митчерлиха, которая является той же схемой Вагнера, но в ней исключен вариант без удобрений: 1. NP, 2. NK, 3. PK и 4. NPK. Все эти сокращения безусловно нежелательны, так как только восьмерная схема дает полное представление о действии удобрений.

При исключении вариантов без удобрения, как это советует Митчерлих, мы не можем даже сказать, имело ли место в нашем опыте положительное или отрицательное действие удобрений (последнее далеко не является редким явлением). Часто наблюдаются такие случаи, когда внесение парной комбинации, например NK понижает урожай, а добавка к ней P устраняет это вредное действие удобрений. Восьмерная схема позволяет судить о действии каждого элемента как на фоне без удобрений, так и на фоне других удобрений, взятых вместе или порознь. Это не только позволяет нам делать более достоверные выводы, но позволяет еще делать выводы об условиях их действия. Практически весьма важно установить не только ту прибавку, которую дает азот, фосфор и калий на фоне других элементов, но и то, действуют ли они порознь или только совместно.

ИЗУЧЕНИЕ ФОРМ УДОБРЕНИЙ

Обычная постановка опытов с формами удобрений сводится к следующей схеме:

1. Основное удобрение (фон)
2. » » » + 1-я форма
3. » » » + 2-я форма

Например, изучение форм азотных удобрений делается обычно по такой схеме:

1. Основное удобрение (фон) PK
2. » » » + $(NH_4)_2SO_4$
3. » » » + $NaNO_3$
4. » » » + $CaCN_2$
5. » » » + $Ca(NO_3)_2$

и т. д.

Далеко не всегда, однако, эта схема является удовлетворительной. Выбранное в опыте основное удобрение может быть выбрано неудачно. Конечно, в тех случаях, когда речь идет об уже хорошо изученных почвах и растениях, можно безошибочно выбрать для основного удобрения формы и дозы удобрений. Но в ряде случаев, когда речь идет о мало изученной культуре, необходимо для проверки правильности избранного фона вводить вариант без удобрений. Вполне возможно, что выбранный фон действовал вредно, в этом случае результаты опыта делаются весьма сомнительными. Обычно в таких случаях бывает необходимо дальнейшее изучение вопроса. Оно заключается в подыскании нового, более подходящего фона или сравнении форм удобрений на неудобренном фоне. Во многих случаях, по избежании потери в темпах исследования например, желательно сразу ставить опыт на двух фонах— без удобрений и удобренном:

1. Без удобрений	1а. PK (фон)
2. $(NH_4)_2SO_4$	2а. » » + $(NH_4)_2SO_4$
3. $NaNO_3$	3а. » » + $NaNO_3$
и т. д.	

В общем виде схема изучения новой формы имеет следующий трехчленный вид:

1. Фон
2. Фон + стандартное удобрение
3. Фон + изучаемая форма удобрений

Без варианта со стандартными удобрениями нельзя установить, было ли действие испытуемого удобрения нормальным или меньше, чем следовало.

Без варианта с одним фоновым удобрением нельзя вообще говорить о том, какую прибавку дает изучаемое удобрение, да и нельзя сказать вообще, действовало оно или нет.

Приведенная трехчленная схема изучения новой формы удобрения не всегда оказывается достаточной.

В тех случаях, когда хотят установить сравнительную эффективность питательного вещества в различных удобрениях, необходимо в схему опыта вводить контрольные варианты, показывающие степень чувствительности опыта к изменению в удобрениях количества усвояемого питательного вещества. С этой целью в схемы опытов с формами удобрений включаются варианты с несколькими дозами стандартного удобрения.

В развернутом виде схема опыта с формами удобрений, предложенная А. В. Соколовым, имеет следующий вид:

1. Основное удобрение
2. » » + $^1/_2$ дозы стандартного удобрения
3. » » + $^3/_4$ » » »
4. » » + полная доза » »
5. » » + полная доза 1-го испытуемого удобрения
6. » » + полная доза 2-го испытуемого удобрения

Например, схема опыта по изучению усвояемости P_2O_5 в новых формах фосфатов может быть построена следующим образом:

1. Фон (К)
2. » 30 кг P_2O_5 в суперфосфате
3. » 45 » » » »
4. » 60 » » » »
5. » 60 » » » преципитате
6. » 60 » » » термофосфате
7. » 60 » » » полусуперфосфате
8. » 60 » » » фосфорите

Такая схема уже дает возможности правильно оценить усвояемость P_2O_5 в различных формах.

Если при такой постановке опыта мы имеем достоверные разности между урожаями, полученными по различным дозам стандартного удобрения, то мы можем делать уже определенные выводы и об эффективности испытуемых удобрений.

Если урожай испытуемого фосфорного удобрения расположится между урожаями для $^1/_2$ и $^3/_4$ доз стандартного удобрения, мы можем делать заключение, что P_2O_5 в испытуемом удобрении имеет соответствующую эффективность. Если мы хотим судить об эффективности питательных веществ в удобрении с большой точностью, надо вводить дробное изменение дозировок стандартного удобрения. Но обычно точность полевого и вегетационного методов не позволяет вводить более дробную дозировку, так как между дробными дозировками не оказывается достоверной разности, даже при большой повторности.

Для повышения чувствительности опыта необходимо прежде всего быть весьма осторожным в выборе основной дозы. Полная доза отнюдь не должна быть такой, чтобы с дальнейшим ее увеличением урожай не давал прибавок.

Необходимо отметить большое значение в опытах по сравнительной эффективности различных удобрений анализа урожаев. Поступление в растение питательного вещества характеризует степень доступности его растениям. Поэтому в опытах по оценке эффективности единицы питательного вещества в разных формах

удобрений, как правило, должен делаться химический анализ урожая. Часто только при помощи химического анализа мы можем установить, что различие в урожаях было вызвано именно различной доступностью их питательных веществ, а не другими свойствами удобрений, действием их на реакцию почвы или наличием в них полезных или вредных примесей. Но далеко не всегда будет правильным судить об эффективности удобрений по проценту использования питательных веществ урожаями растений. Процесс поступления питательных веществ происходит в течение почти всего вегетационного сезона, для урожая же растений важно обеспечить растения питательными веществами в определенный критический период потребности растений в питательных веществах. Поэтому для оценки эффективности удобрения большое значение имеет его способность в нужный момент обеспечить растение питательными веществами. Например, в опытах иногда наблюдается, что по суммарному поступлению P_2O_5 в растение трудно растворимые нормы фосфатов мало чем уступают легко растворимым, но по урожаям отстают от последних. Это вызывается тем, что легко растворимые фосфаты лучше обеспечивают растение P_2O_5 в молодом возрасте, чем трудно растворимые, а для фосфорного питания критический период падает именно на начальные стадии развития растений. Поэтому весьма необходимо дополнять опыты введением сосудов с уборкой растений не только в стадии полной спелости, но и в более ранние сроки. Хотя последнее значительно увеличивает число вариантов в опыте, но возрастает понимание нами причин различной эффективности разных форм удобрений.

СХЕМЫ ОПЫТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ КАЧЕСТВА ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ

В таких удобрениях, как аммофос или суперфосфат, большая часть P_2O_5 находится в воднорастворимой форме. Но в зависимости от качества фосфорного сырья в этих удобрениях может находиться значительное количество и нерастворимых в воде примесей, главным образом фосфатов полуторных окислов. В этом случае также нельзя довольствоваться обычной трехчленной схемой: 1) без P_2O_5, 2) P_2O_5 в стандартном удобрении и 3) P_2O_5 в испытуемом удобрении плохого качества. Вполне возможно, что количество воднорастворимой P_2O_5, находящееся в испытуемом удобрении, окажется вполне достаточным, чтобы обеспечить в условиях данного опыта ту же прибавку урожая, что и стандартное удобрение. Поэтому на основании равенства действия пло-

хого и стандартного удобрения в опыте, построенном по такой сокращенной схеме, нельзя делать вывода о равноценности удобрений. Чтобы проверить пригодность опыта, надо обязательно ввести в схему четвертый вариант: стандартное удобрение, вносимое по количеству растворимой P_2O_5 в испытуемом удобрении. Только в этом случае, когда между этим вариантом и действием полной дозы стандартного удобрения имеется достоверная разность, опыт пригоден для оценки усвояемости примесей в фосфорном удобрении. К сожалению, такая степень чувствительности наблюдается редко, поэтому приходится прибегать к непосредственному изучению действия выщелоченных, нерастворимых в воде примесей удобрений.

Приведем в качестве примера схему опыта с оценкой качества аммофосов, приготовленных на различном фосфорном сырье. Основной формой P_2O_5 в аммофосах является $NH_4H_2PO_4$. В аммофосе, изготовленном на апатитовой муке, почти вся P_2O_5 находится в воднорастворимой форме $NH_4H_2PO_4$ и частично в форме $(NH_4)_2HPO_4$. Наоборот, в аммофосах, изготовленных на низкопроцентной, богатой R_2O_3 фосфоритной муке, имеется большое количество нерастворимой в воде P_2O_5 в виде комплексных аммиачных солей фосфатов полуторных окислов. Количество последних достигает иногда $^1/_3$ от общего количества P_2O_5 в удобрении. Чтобы установить усвояемость P_2O_5 этих нерастворимых примесей короткая схема опыта была бы такой:

1. К
2. » + 45 кг P_2O_5 в апатитовом аммофосе
3. » + 45 кг P_2O_5 в фосфоритовом аммофосе
4. » + 30 кг P_2O_5 в апатитовом аммофосе

Последний, четвертый вариант пришлось ввести в схему, так как при дозе 45 кг P_2O_5 в фосфоритовом аммофосе содержалось 30 кг воднорастворимой P_2O_5. На основании нашего опыта мы можем судить о доступности для растений P_2O_5 нерастворимых примесей фосфоритового аммофоса только в том случае, когда есть вполне достоверная разность между действием 30 кг и 45 кг воднорастворимой P_2O_5. Практически последнее бывает редко, поэтому приходится в схему опыта включать 45 кг P_2O_5 в форме остатка, полученного от выщелачивания фосфоритового аммофоса водой, и для уточнения эффективности P_2O_5 этого остатка вводить в схему опыта малые дозы воднорастворимой P_2O_5:10 кг и 22,5 кг P_2O_5 в форме апатитового аммофоса. Понятно, что в этом опыте с аммофосом необходимо при внесении фона учитывать количество азота в аммофосах.

По аналогичной схеме можно подойти к оценке качества суперфосфатов, преципитатов и других фосфорных удобрений.

Мало чем будет отличаться и схема опыта с оценкой усвояемости различных форм азота или калия в составе смешанных удобрений.

СХЕМЫ ОПЫТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ НА РЕАКЦИЮ ПОЧВЫ

При выяснении действия различных форм удобрений на реакцию почвы возможно не вводить в схему опыта вариантов с дозами удобрений.

Например, изучая воздействие на реакцию почвы новых форм азотных удобрений: мочевины, лейнаселитры и т. д., можно взять следующую схему:

1. Без N
2. $Ca(NO_3)_2$ (как физиологически щелочное удобрение)
3. $(NH_4)_2SO_4$ (как физиологически кислое удобрение)
4. NH_4NO_3
5. Мочевина
6. Лейнаселитра

и т. д.

При постановке опытов по этой схеме надо быть весьма осторожным с выбором фона РК. Наиболее подходящий фон в вегетационных опытах — это смесь моно- и дикалийфосфата, в полевых опытах — суперфосфата и преципитата. Если калий не вносится, то можно взять моно- и динатрийфосфаты. pH смеси может быть подобрано близкое к pH почвы, чтобы не вносить существенного изменения в свойства почвы. Дозировка фосфатов должна быть невысокая, чтобы заметным образом не усилить буферности самой почвы.

Действие удобрений в значительной мере зависит от фона сопутствующих удобрений. Известно, что кислые азотные удобрения сильнее действуют на фоне щелочного фосфата, а щелочные, наоборот, выделяются на фоне кислого фосфата. Это явление приводит к проведению схем опытов с формами на нескольких фонах, обычно на двух: кислом и щелочном. При этом при изучении азотных удобрений обычно берут два фона: слабокислый (почти нейтральный) — суперфосфат и щелочный фон — томасшлак. При изучении форм фосфорных удобрений берут кислый азотистый фон $(NH_4)_2SO_4$ и щелочный $NaNO_3$.

ИЗУЧЕНИЕ ДЕЙСТВИЯ ДОБАВОЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ УДОБРЕНИЙ

Выбор правильного фонового удобрения имеет большое значение и в том случае, когда при изучении форм удобрений преследуется изучение роли добавочного компонента удобрения, например Na в $NaNO_3$ или гипса в суперфосфате. В этом случае основным положением должно быть наличие в опыте вариантов с исключением добавочного компонента, а также с добавкой его к другой форме удобрений. Например, желая установить специфичность действия Na $NaNO_3$, прибегают к схемам вроде следующей:

1. Без N
2. $NaNO_3$
3. $Ca(NO_3)_2$
4. $Ca(NO_3)_2 + NaCl$
5. $Ca(NO_3)_2 + (Na)_2SO_4$
6. $NaNO_3 + NaCl$
7. $NaNO_3 + (Na)_2SO_4$

В этой схеме необходимо вводить два последних варианта, так как вполне возможно, что действие на урожай в 4 и 5 вариантах NaCl и Na_2SO_4 вызывалось не Na, а Cl и SO_4. Схема опыта может быть заложена на фоне богатом и бедном калием, так как известно, что натрий может действовать на урожай растений, уменьшая их потребность в калийных удобрениях.

Гораздо проще построение схемы опыта в том случае, когда хотят выяснить, в какой мере прибавка от суперфосфата зависит от гипса, а в какой мере — от фосфатов суперфосфата. В этом случае примесь удобрения не входит в состав питательной соли, как это имеет место для натровой селитры. Поэтому можно просто добавить гипс к другому фосфатному удобрению, а в качестве фосфата, не содержащего гипс, взять двойной суперфосфат, в котором, так же как и в простом суперфосфате, фосфор находится в форме монокальцийфосфата. Схема опыта может быть сведена к следующим вариантам:

1. Без P_2O_5
2. Суперфосфат простой
3. Гипс в количестве, вносимом во втором варианте в суперфосфате
4. Двойной суперфосфат
5. Двойной суперфосфат + гипс в количестве, вносимом во втором варианте

Но эта, казалось бы, безукоризненная схема опыта может вызвать все же возражения. Эффективность P_2O_5 в двойном супер-

фосфате может быть выше, чем в простом. Эта большая эффективность P_2O_5 в двойном суперфосфате может вызываться именно отсутствием в нем гипса. Гипс в простом суперфосфате, увеличивая концентрацию кальция в почвенном растворе, может уменьшать растворимость фосфатов. Поэтому целесообразно дополнить эту схему вариантами двойного суперфосфата с гипсом, но внесенными раздельно и совместно. Гипс может понижать усвояемость P_2O_5 удобрения в том случае, если он находится в одном «очаге» с фосфатом.

При одновременном внесении действие форм удобрений зависит от того, какие формы взяты одновременно. В этом случае урожай растений определяется комбинацией форм удобрений. При этом иногда в различных видах удобрений находятся одинаковые добавочные компоненты. Например, изучая вредное действие Cl в NH_4Cl или в сильвините, мы можем неудачным сочетанием обоих этих удобрений сильно снизить урожай. В качестве схемы опыта с комбинацией форм хлористых и сернокислых удобрений приведем следующую предложенную при изучении NH_4Cl:

1. Без N и K ($CaHPO_4$ или преципитат, фон)
2. NH_4Cl
3. $(NH_4)_2SO_4$
4. $CO(NH_2)_2$
5. $NH_4Cl + KCl$
6. $(NH_4)_2SO_4 + KCl$
7. $CO(NH_2)_2 + KCl$
8. $NH_4Cl + K_2SO_4$
9. $(NH_4)_2SO_4 + K_2SO_4$
10. $CO(NH_2)_2 + K_2SO_4$
11. KCl
12. K_2SO_4
13. Без удобрений (без $CaHPO_4$)

СХЕМЫ ОПЫТОВ СО СЛОЖНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ

Наиболее простой схемой опыта со сложными удобрениями является сравнение их с эквивалентными количествами односторонних удобрений. Схема такого опыта имеет всего три варианта, а именно:

1. Без удобрения или фоновое удобрение.
2. Сложное удобрение.
3. Эквивалентная смесь простых удобрений.

Дать правильную оценку сложному удобрению опыт, поставленный по такой схеме, может только в том случае, когда в сложном удобрении имеется оптимальное соотношение питательных

веществ и когда в качестве простых удобрений взяты действительно стандартные удобрения для данных условий. Однако оба эти момента налицо бывают сравнительно редко. При внесении неуравновешенных сложных удобрений в их форме вносится не все потребное количество питательных веществ, а только часть их, остальная потребность покрывается добавкой, нехватающей до нормы части питательного вещества в форме одностороннего удобрения. Например, удобряя аммофосом, можем покрыть им все потребное количество P_2O_5 и недостающий азот додать в виде сульфата аммония. Поэтому имеющую практическое значение оценку неуравновешенного сложного удобрения можно дать, только вводя в схему опыта соответствующую делянку со сложными удобрениями, исправленными односторонним до нормы. Таким образом в общем виде схема опыта по сравнению сложного удобрения с простыми (предложенная А. В. Соколовым) должна иметь уже пять следующих вариантов:

1. Без удобрения или фон.
2. Сложное удобрение.
3. Эквивалентные количества односторонних стандартных удобрений.
4. Сложное удобрение + одностороннее стандартное удобрение для получения нормальных доз питательных веществ.
5. Односторонние стандартные удобрения в нормальных дозах.

Выбор стандартных форм односторонних удобрений является существенным моментом при детализации схемы опыта. В тех случаях, когда нет одной общепринятой комбинации односторонних удобрений, приходится иметь для сравнения две-три комбинации простых удобрений. Результаты сравнения в значительной мере будут зависеть от того, какие удобрения будут взяты за стандартные. Если имеется кислое сложное удобрение и опыт ставится на кислой почве под чувствительное к кислоте растение, то в зависимости от того, возьмем ли мы для сравнения кислую комбинацию простых удобрений или нейтральную, или щелочную, будем иметь то лучшее, то худшее действие сложного удобрения по сравнению с простыми. Выбор форм односторонних удобрений должен делаться тщательно, применительно к конкретным условиям постановки опыта.

Рекомендуемая пятиделяночная схема дает возможность установить относительную эффективность сложного удобрения путем сравнения урожаев вариантов 2 и 3 или 4 и 5 при наличии равенства количества вносимых питательных веществ. Сравнение уро-

жаев вариантов 2 и 5, 2 и 4, 3 и 5 указывает на степень уравновешенности сложного удобрения и необходимость исправления его путем внесения одностороннего удобрения. Понятно, что приведенная пятивариантная схема является только костяком, к которому могут быть сделаны дополнения. Например, можно ввести варианты, которые позволят выявить, нельзя ли обойтись двойным удобрением вместо тройного и роль каждого компонента удобрения в отдельности.

Если для характеристики эффективности сложного удобрения было необходимо вести сравнение на выравненном, в отношении количества питательных веществ, фоне удобрений, то, наоборот, изучение соотношения питательных веществ в составе сложного удобрения надо вести при возможно меньшем изменении форм удобрений, чтобы изменение форм удобрений не путало картину действия соотношения питательных веществ. Если в качестве источника азота и фосфора взять две кислые формы, то при постепенном увеличении дозировок одной из форм и происходящем увеличении подкисления почвы трудно решить, что надо отнести в результате такого опыта на счет изменения дозы питательного вещества, а что — на счет изменения реакции почвы. Еще сложнее обстоит дело, когда форма одного элемента щелочная, а другого — кислая. Здесь вместе с соотношением будет меняться и реакция удобрительной смеси. Конечно, перенесение результатов таких опытов на сложные удобрения условно и они нуждаются в проверке непосредственно на сложных удобрениях. Если хотят установить наиболее оптимальное соотношение N, P и K в составе нитрофоски, то решать эту задачу надо, работая с теми исходными веществами, из которых приготовляется нитрофоска, учитывая, понятно, весь тот опытный материал, который был уже создан по вопросу о дозах и соотношении компонентов при помощи простых удобрений. При изготовлении из аммофоса уравновешенного удобрения желательную степень обогащения аммофоса азотом проще всего установить, меняя в составе смеси количества аммофоса и сульфата аммония, а не решая этот вопрос на простых удобрениях, так как аммофос имеет свою специфическую кислотность и большую подвижность в почве P_2O_5, которых не имеют другие фосфаты.

Для изучения вопроса о соотношении питательных веществ в обогащенных аммофосах и вообще в неуравновешенных азотисто-фосфатных удобрениях поэтому ставится схема такого типа:

1. Без удобрений.
2. Аммофос (или диаммофос).

3. Аммофос (или диаммофос)+сернокислый аммоний для доведения отношения между азотом и P_2O_5 до 1 : 1.

4. То же, но с отношением 1 : $1^1/_3$.

5. То же, но с отношением 1 : $^2/_3$ и т. д.

Количество выбранных соотношений различно в зависимости от культуры и отзывчивости почвы на N и P_2O_5. При введении двух дозировок азота повторяются дважды те же соотношения и т. д.

ОПЫТЫ С ДОЗАМИ УДОБРЕНИЙ

Схемы опытов с дозами удобрений весьма просты и состоят из фоновой делянки и набора делянок с различными дозами изучаемого удобрения. Интервалы между дозами должны быть достаточно велики, чтобы прибавки от соседних вариантов различались бы на величину, в два раза превышающую ошибку опыта.

Опыты с дозами не всегда допускают широкое толкование полученных результатов; например, на основании опытов с дозами сернокислого аммония нельзя всегда делать выводов о потребности в азоте. Подкисление почвы, вызываемое физиологической кислотностью сернокислого аммония, может иногда перекрыть действие его как источника азота для растений. Дозы удобрений, испытанные на одном фоне, часто непригодны на другом фоне удобрений или агротехники. Например, оптимальные дозы азота при наличии полива будут одни, без полива — другие, на фоне фосфора — одни, без фосфора—другие и т. д.

Опыты с дозами, естественно, переходят в опыты с соотношениями питательных веществ при различных дозах. Схема опыта может быть построена по методу звеньев. Например, изучение оптимального соотношения между азотом и фосфором может быть проведено по такой схеме:

I звено, доза N = 45 кг/га

1. Без удобрений (фон K)
2. N 45 кг
3. N 45 кг + P_2O_5 22,5 кг (N : P_2O_5 = 1 : 0,5)
4. N 45 кг + P_2O_5 45 кг (N : P_2O_5 = 1 : 1)
5. N 45 кг + P_2O_5 67,5 кг (N : P_2O_5 = 1 : 1,5)
6. N 45 кг + P_2O_5 90 кг (N : P_2O_5 = 1 : 2)

II звено, доза N = 90 кг

1. Без удобрений (фон)
2. N 90 кг
3. N 90 кг + P_2O_5 45 кг (N : P_2O_5 = 1 : 0,5)
4. N 90 кг + P_2O_5 90 кг (N : P_2O_5 = 1 : 1)
5. N 90 кг + P_2O_5 135 кг (N : P_2O_5 = 1 : 1,5)
6. N 90 кг + P_2O_5 180 кг (N : P_2O_5 = 1 : 2)

На основании результатов такого опыта можно ответить на практически важный вопрос — какая степень обеспеченности фосфором нужна для выявления полного действия различных доз азота.

Для изучения соотношения компонентов в составе смешанных удобрений в свое время О. Шрейнером была предложена постановка опытов по треугольной системе, когда в основу всех комбинаций кладется сумма $N+P_2O_5+K_2O$ и все комбинации, участвующие в опытах, должны иметь одну и ту же сумму этих элементов.

При такой системе чисто механическое установление возможных комбинаций лишает возможности проверить пригодность даже самых ходовых комбинаций. Нельзя, оставляя нормальную дозу азота, выключить действие фосфора, так как внесение одних азота и калия не может быть произведено при системе треугольника в дозе, меньшей суммы доз всех трех элементов. В схеме такого опыта нет даже сравнимых делянок, так как все они отличаются сразу по дозам по крайней мере двух питательных веществ.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИКИ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

В последнее время большое распространение получили у нас опыты с техникой внесения удобрений. В условиях вегетационного метода тоже возможно изучение влияния распределения в почве удобрений на их эффективность. При построении таких схем опытов необходимо обязательное наличие контрольных сосудов без удобрений, вторым контрольным вариантом является обычно равномерное распределение удобрения по всему сосуду. Ошибкой ряда проведенных в последние годы у нас опытов было отсутствие в схемах опытов варианта без удобрения, способы внесения которого изучались. Например, если в опыте наблюдалось, что при послойном внесении удобрение действует тем лучше, чем глубже слой почвы, в который оно внесено, то отсюда делали вывод о преимуществе глубокого внесения удобрений. Такой вывод вполне правилен, если действие удобрений в опыте положительное. Если же удобрение не только не давало прибавки, но даже действовало отрицательно, то увеличение урожая с удалением удобрения вглубь вызывалось просто уменьшением действия удобрения, так как оно было дальше от корней молодых растений. Для сельскохозяйственной практики надо как раз обратное — усиление действия удобрения, так как удобрения следует применять лишь при их положительном действии.

Поэтому при постановке опытов с техникой внесения удобрений надо прежде всего обеспечить наличие положительного действия удобрений, для этого надо брать почву, заведомо реагирующую на удобрения, удобрения надо брать в дозах, при которых уловима степень их доступности, следовательно не в высоких дозах. При высоких дозах удобрений либо безразлично, каким способом вносить удобрение, так как при всех способах растение оказывается обеспеченным питательными веществами, либо высокие дозы при местном внесении вредно сказываются на развитии растений.

Несколько особняком стоят опыты с изучением вредного действия непосредственного контакта между удобрением и семенами растений, в этом случае дозировки удобрений устанавливаются исходя из задач опыта.

При постановке опытов со способами внесения удобрений в полевых условиях обычной ошибкой является отсутствие контрольных делянок для дополнительных обработок, вызываемых внесением удобрений. Например, изучая глубокое внесение удобрений, забывают дать контроль с одной глубокой обработкой без внесения удобрений.

Существенным моментом при опытах с техникой внесения удобрений является изучение степени однородности развития отдельных растений. Неравномерное внесение удобрений вызывает пестроту урожая, которая вредно сказывается на его качестве.

СХЕМЫ КОМПЛЕКСНЫХ ОПЫТОВ

Комплексным опытом называется всякий опыт, в котором изучается одновременно несколько факторов, влияющих на урожай растений. В этом отношении типичным многофакторным, комплексным опытом является восьмерная схема, где изучается одновременно азотное, фосфорное и калийное питание растений. По тому же принципу, заменив азот, фосфор и калий на воду, углекислоту и освещение, получим схему опыта с набором других факторов. Часто комплексный опыт сливается в один опыт с опытом с дозами факторов. Например, опыт с дозами азота, можно поставить на фоне различных норм полива или доз P_2O_5, что уже рассмотрено выше. Часто комплексные опыты понимаются как совместное изучение в одном опыте нескольких агротехнических приемов, например способов посева и доз удобрений, времени вспашки и времени внесения удобрений. Общим недостатком их является многоделяночность, которая значительно понижает точность работы.

Обычной ошибкой в таких опытах является пропуск необходимых контрольных вариантов, без которых нельзя объяснить получаемые явления. Например, изучая действие различных доз удобрений в зависимости от норм полива, при переходе к высоким нормам полива, дают одновременно и высокие дозы удобрений, почему делается невозможным сказать, чем вызвана прибавка и что надо увеличивать в практических условиях: полив, удобрение или то и другое вместе.

Пропуск каких-либо вариантов, как это делает Митчерлих, опуская делянки с одними факторами и делянку без удобрений, снижает точность и ценность комплексного опыта.

В качестве примера приведем схему комплексного опыта с двумя сортами, двумя дозами удобрения и двумя площадями питания — малой и большой, поставленного по методу звеньев; схема может быть представлена следующим образом:

I звено, сорт A

1.	Без удобрений,	малая	площадь	питания (*а*)
2.	$N_1P_1K_1$	»	»	»
3.	$N_2P_2K_2$	»	»	»
4.	Без удобрений,	большая	»	» (*б*)
5.	$N_1P_1K_1$	»	»	»
6.	$N_2P_2K_2$	»	»	»

II звено, сорт B

1.	Без удобрений,	малая	площадь	питания (*а*)
2.	$N_1P_1K_1$	»	»	»
3.	$N_2P_2K_2$	»	»	»
4.	Без удобрений,	большая	»	» (*б*)
5.	$N_1P_1K_1$	»	»	»
6.	$N_2P_2K_2$	»	»	»

Этот же опыт, поставленный без звеньев, может иметь следующий вид:

1.	Без удобрений,	сорта	A,	площадь	питания	*а*
2.	»	»	B	»	»	»
3.	»	»	A	»	»	*б*
4.	»	»	B	»	»	»
5.	$N_1P_1K_1$	»	A	»	»	*а*
6.	»	»	B	»	»	»
7.	»	»	A	»	»	*б*
8.	»	»	B	»	»	»
9.	$N_2P_2K_2$	»	A	»	»	*а*
10.	»	»	B	»	»	»
11.	»	»	A	»	»	*б*
12.	»	»	B	»	»	»

При постановке по методу звеньев все делянки, относящиеся к одному сорту, располагаются в одном месте; при обычной постановке имеем ряд повторностей, в которые входят все 12 вариантов схемы опыта. В первом случае имеем более точное изучение зависимости эффективности удобрений от площади питания внутри отдельных сортов и слабую сравнимость абсолютных урожаев для разных сортов. При втором способе постановки опыта имеем одинаковое право сравнивать между собой все делянки опыта. Постановка по методу звеньев вызывается отсутствием больших площадей одинаковой по своим свойствам почвы.

СХЕМЫ МНОГОЛЕТНИХ И СЕВООБОРОТНЫХ ОПЫТОВ

Для многолетних или севооборотных опытов с удобрениями в зависимости от темы опытов остаются в силе те или другие схемы опытов, разработанные для решения этих вопросов, но, кроме того, появляются схемы опытов, в которых изучаются вопросы, связанные с чередованием культур в севообороте, например влияние предшественников на потребность в удобрении, влияние наличия клевера в севообороте на эффективность удобрений и т. д. Затруднения возникают с необходимостью уложить в краткую схему вопросы, для решения которых требуется много вариантов. Существующие схемы многолетних опытов можно разбить на следующие основные типы:

1) Изучение потребности в удобрениях при длительном их применении. Обыкновенно восьмерная или пятерная схема, из года в год повторяемая под все культуры севооборота.

2) Изучение действия форм удобрений при их длительном одностороннем применении. Например, из года в год одни делянки получают сернокислый аммоний, а другие — селитру.

3) Изучение распределения форм удобрений между культурами севооборота, когда на одной и той же делянке под одну культуру вносится одна форма азота, а под другую — другая форма азота.

4) Изучение степени насыщения севооборота различными питательными веществами.

5) Размещение питательных веществ между культурами севооборота.

6) Длительное последействие различных удобрений.

Все эти вопросы могут изучаться в рамках одного выбранного для опыта севооборота, но ряд вопросов требует наличия в опыте нескольких севооборотов:

1) изучение влияния набора культур севооборота для эффективности удобрений;

2) установление оптимальных форм удобрений в зависимости от состава культур севооборота.

Закладка многолетних опытов требует тщательного предварительного изучения предшествующих опытов. В схемах опыта желательно предусмотреть наличие запасных делянок для введения новых вариантов или большой размер делянок, допускающий введение нового фона во время проведения опыта.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОПЫТА

Основные формулы, употребляемые при математической обработке результатов опытов

Основное, квадратическое отклонение:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n}},$$

и при небольшом числе отдельных определений:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}}.$$

Квадратическая или срединная ошибка среднего:

$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n \cdot n}},$$

или при небольшом числе случаев:

$$m = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n\,(n-1)}}.$$

Ошибка разности двух средних:

$$m_{(D)} = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}.$$

Упрощенные формулы для вычислений по Петерсу:

а) Основное отклонение:

$$\bar{\sigma} = \pm \frac{1{,}2523}{\sqrt{n\,(n-1)}} \sum v.$$

б) Срединная ошибка среднего:

$$\bar{m} = \pm \frac{1{,}2533}{n\sqrt{n-1}} \sum v.$$

Ошибка среднего для варианта опыта:

$$m = \pm\sqrt{\frac{\sum v^2}{N \cdot n}}.$$

Ошибка опыта равняется ошибке разности средних для двух вариантов:

$$m_{(on)} = \pm\sqrt{2\,\frac{\sum v^2}{N \cdot n}}.$$

Показатель точности опыта и процентированная ошибка среднего при вычислении по А. А. Сапегину:

$$p = \pm\sqrt{\frac{\sum v^0/_0}{Nn}}.$$

Обозначения:

v — отклонение от среднего для отдельного определения.
M — среднее арифметическое.
n — число случаев, число повторений для варианта.
N — общее число делянок, сосудов.
$\sum v^2$ — сумма квадратов отклонений отдельных определений от среднего.
$\sum v$ — сумма отклонений от среднего.
σ — основное отклонение отдельного определения.
σ — основное отклонение, вычисленное по упрощенной формуле.
m — квадратическая срединная ошибка среднего.
$\overline{m}$ — квадратическая ошибка среднего, вычисленная по упрощенной формуле.
r — вероятная ошибка отдельного определения ($=0{,}6745\,\sigma$).
R — вероятная ошибка среднего ($=0{,}6745\,m$).

Пример вычисления основного отклонения (σ) и квадратической ошибки среднего (m)

№ сосудов	Урожай по сосудам	Отклонение от среднего v	Квадрат отклонения v^2	№ сосудов	Урожай по сосудам	Отклонение от среднего v	Квадрат отклонения v^2
1	10,55	+ 0,35	0,1225	5	10,08	— 0,12	0,0144
2	10,09	— 0,11	0,0121	6	10,67	+ 0,47	0,2209
3	10,54	+ 0,34	0,1156	7	9,62	— 0,58	0,3364
4	9,77	— 0,43	0,1849	8	10,28	+ 0,08	0,064

$$M = 10{,}20;\ \sum v = 2{,}48;\ \sum v^2 = 1{,}0132.$$

$$\sigma = \pm\sqrt{\frac{\sum v^2}{n-1}} = \pm\sqrt{\frac{1{,}0132}{7}} = \pm\sqrt{0{,}1447} = \pm 0{,}38.$$

$$m = \pm\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm\frac{0{,}38}{\sqrt{8}} = \pm 0{,}13.$$

Приближенное вычисление по упрощенной формуле:

$$\bar{\sigma} = \pm\frac{\sum v}{\sqrt{n(n-1)}} \cdot 1{,}2533;$$

$$\bar{\sigma} = \frac{2{,}48}{\sqrt{8(8-1)}} \cdot 1{,}253 = \pm 2{,}48 \cdot 0{,}168\ * = \pm 0{,}416;$$

и ошибки среднего $\bar{m}$ по формуле:

$$\bar{m} = \pm\sum v\,\frac{1{,}2533}{n\sqrt{n-1}};$$

$$\bar{m} = \pm 2{,}48\,\frac{1{,}2533}{8\sqrt{8-1}} = \pm 2{,}48 \cdot 0{,}059\ * = \pm 0{,}146.$$

Факторы для упрощенного вычисления стандартного отклонения и ошибки среднего при разном числе повторений

$$\left(\sigma = \pm\sum v\,\frac{1{,}2533}{\sqrt{n(n-1)}};\quad \bar{m} = \sum v\,\frac{1{,}2533}{n\sqrt{n-1}}\right).$$

Число повторений	$\bar{\sigma}$	$\bar{m}$	Число повторений	$\bar{\sigma}$	$\bar{m}$
2	0,886	0,627	12	0,109	0,032
3	0,512	0,295	13	0,100	0,028
4	0,362	0,181	14	0,093	0,025
5	0,280	0,125	15	0,086	0,022
6	0,229	0,093	16	0,081	0,020
7	0,193	0,073	17	0,076	0,018
8	0,168	0,059	18	0,072	0,017
9	0,148	0,049	19	0,068	0,016
10	0,132	0,042	20	0,064	0,014
11	0,119	0,036			

* Коэфициенты взяты по нижеприводимой таблице.

Схема вычисления ошибки опыта при отсутствии систематических ошибок

(по А. В. Соколову. Вегетационный метод)

№ вариантов схемы	№ сосудов (делянок)	Урожай по делянкам	Средний урожай для варианта схемы M	Отклонения от среднего урожая v	Квадраты отклонения v^2
1	1	10,36	10,01	+0,35	0,1225
	2	9,43		−0,58	0,3364
	3	10,35		+0,34	0,1156
	4	9,90		−0,11	0,0121
2	5	10,054	10,47	−0,43	0,1849
	6	10,35		−0,12	0,0144
	7	10,94		+0,47	0,2209
	8	10,55		+0,08	0,0064
3	9	13,10	13,77	−0,67	0,4489
	10	13,56		−0,21	0,0441
	11	14,60		+0,83	0,6889
	12	13,80		+0,03	0,0009
4	13	20,07	20,58	−0,51	0,2601
	14	20,98		+0,40	0,1600
	15	21,08		+0,50	0,2500
	16	20,17		−0,40	1,1600
5	17	25,92	25,03	+0,90	0,8100
	18	23,64		−1,38	1,9044
	19	25,29		+0,27	0,0729
	20	25,24		−0,22	0,0484
6	21	10,48	10,89	−0,41	0,1681
	22	11,48		+0,59	0,3481
	23	10,80		−0,09	0,0081
	24	10,79		−0,10	0,0100
7	25	14,60	13,47	+1,13	1,2769
	26	13,40		−0,07	0,0049
	27	12,54		−0,93	0,8649
	28	13,32		−0,15	0,0225

Схема вычисления ошибки (продолжение)

№ вариантов схемы	№ сосудов (делянок)	Урожай по делянкам	Средний урожай для варианта схемы M	Отклонения от среднего урожая v	Квадраты отклонения v^2
8	29	20,74	20,60	+0,14	0,0196
	30	20,82		+0,22	0,0484
	31	20,10		−0,50	0,2500
	32	20,72		+0,12	0,0144
9	33	28,72	29,09	−0,37	0,1369
	34	29,04		−0,05	0,0025
	35	28,72		−0,37	0,1360
	36	29,88		+0,77	0,5929
				$\Sigma v = 14,81$	$\Sigma v^2 = 9,7669$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{9,7669}{36}} = \pm 0,51 \text{ (г, кг или ц);}$$

$$m = \pm \frac{0,52}{\sqrt{4}} = \pm 0,26 \text{ (г, кг или ц).}$$

Ошибка опыта $m_{(on)} = \pm \sqrt{m^2 + m^2} = m\sqrt{2} = \pm 0,26 \cdot 1,414 = \pm 0,37$ (г, кг или ц).

Приближенное вычисление по упрощенной формуле:

$$\sigma = \frac{\Sigma v}{n} \cdot 1,253,$$

$$\frac{\sigma}{\sigma} = \pm \frac{14,81}{36} \cdot 1,253 = \pm 0,51 \text{ (г, кг или ц);}$$

$$\bar{m} = \pm \frac{0,51}{\sqrt{4}} = \pm 0,26 \text{ (г, кг или ц).}$$

Обработка результатов опыта методом приведения А. А. Сапегина
(«Вариационная статистика», стр. 76, 1929 г.)
В опыте 17 вариантов, 4-кратная повторность

Урожай по отдельным повторениям	Урожай в % от среднего для варианта	Отклонение в %	Квадраты отклонений	Урожай по отдельным повторениям	Урожай в % от среднего для варианта	Отклонение в %	Квадраты отклонений
28	103	+ 3	9	26,75	94	— 6	36
24	88	— 12	144	31,25	110	+ 10	100
29	107	+ 7	49	27	95	— 5	25
28	103	+ 3	9	28,75	101	+ 1	1
$M = 27,25$				$M = 28,44$			
20,50	85	— 15	225	25	109	+ 9	81
21,25	88	— 12	144	20	86	— 14	196
29,75	123	+ 23	529	26	113	+ 13	169
25,50	105	+ 5	25	21	91	— 9	81
$M = 24,25$				$M = 23$			
27,5	102	+ 2	4	29	107	+ 7	49
20,5	76	— 24	576	25	77	— 23	529
31,5	117	+ 17	289	31,5	116	+ 16	256
28,5	106	+ 6	36	27	100	0	0
$M = 27$				$M = 27,13$			
29	104	+ 4	16	27,5	97	— 3	9
26,5	95	— 5	25	28	99	— 1	1
27,5	99	— 1	1	25,5	90	— 10	100
28,5	102	+ 2	4	32,5	114	+ 14	196
$M = 27,9$				$M = 28,4$			
26	102	+ 2	4	21,5	97	— 3	9
27	106	+ 6	36	23	104	+ 4	16
23,5	95	— 5	25	24,5	111	+ 11	121
25	97	— 3	9	19,5	88	— 12	144
$M = 25,4$				$M = 22,1$			

Урожай по отдельным повторениям	Урожай в % от среднего для варианта	Отклонение в %	Квадраты отклонений	Урожай по отдельным повторениям	Урожай в % от среднего для варианта	Отклонение в %	Квадраты отклонений
23,5	100	0	0	23,75	99	−1	1
25	97	−3	9	24,75	103	+3	9
24	101	+1	1	25	104	+4	16
24	101	+1	1	23	95	−5	25
$M = 23,6$				$M = 24,1$			
21	97	−3	9	24	98	−2	4
20,5	94	−6	36	29	118	+18	324
24,5	113	+13	169	23	93	−7	49
21	97	−3	9	22,5	91	−8	64
$M = 21,75$				$M = 24,6$			
30,5	100	0	0	25,5	94	−6	36
27,5	90	−10	100	27,5	101	+1	1
32,5	107	+7	49	31,5	116	+16	256
31,5	103	+3	9	23,75	88	−12	144
$M = 30,5$				$M = 27,06$			
26	96	−4	16				
24	89	−11	121				
30,25	112	+12	144				
28	103	+3	9				
$M = 27,06$							

$$\Sigma v^2\% = 5\,879$$

$$P_{(4)} = \pm\sqrt{\frac{\Sigma v^2\%}{nN}} = \sqrt{\frac{5\,879}{4 \cdot 68}} = \pm 4{,}7\%$$

P — показатель относительной точности опыта, т. е. процентированная ошибка среднего для варианта;

$\Sigma v^2\%$ — сумма квадратов отклонений, выраженных в процентах;

n — число повторений;
N — число делянок.

Для получения ошибки среднего в процентах делается вычисление для каждого варианта $= \frac{M \cdot P}{100} = \frac{27{,}06 \cdot 4{,}7}{100} = \pm 1{,}27$. Ошибка разности двух средних (ошибка опыта) устанавливается по формуле $m_{(D)} = \pm\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$; например, $M_1 = 27{,}08$, $M_2 = 30{,}5$, $m_1 = \pm 1{,}27$, $m_2 = \pm 1{,}43$, $m_{(D)} = \pm\sqrt{1{,}27^2 + 1{,}43^2}$.

Вероятность отклонения показания от истинного среднего при нормальном распределении

$\pm X$ Отклонение от истинного среднего в частях квадратического отклонения ($\pm\sigma$, $\pm m$)	P Вероятность отклонения за пределы $\pm X$	$\pm X$ Отклонение от среднего	P Вероятность отклонения за пределы $\pm X$
0,50	0,617	2,75	0,0056
0,67	0,501	3,00	0,0027
0,75	0,453	3,29	0,0010
1,00	0,317	3,89	0,0001
1,25	0,211	4,42	0,00001
1,50	0,134	4,89	0,000001
1,75	0,080	5,33	0,0000001
2,00	0,045	5,73	0,00000001
2,17	0,030	6,11	0,000000001
2,25	0,024	—	—
2,33	0,020	—	—
2,50	0,012	—	—
2,58	0,010	—	—

Числа графы $\pm X$ представляют величину отклонения от среднего (M) в частях квадратического отклонения.

Для отдельных показаний $\pm\sigma$, для средних $\pm m$ и для разности средних $\pm m_{(D)} = \pm\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$.

P — вероятность нахождения показания за пределами $\pm X$, выраженная в долях нормально распределенной совокупности, находящейся за пределами $\pm X$. Например, при $\pm X = 2{,}17$ $P = 0{,}03$; это указывает, что 3% показаний (дат) совокупности превышают отклонение от среднего $\pm X = 2{,}17$. Вероятность отклонения в одну сторону в два раза меньше, например, для $+2{,}17$ $P = 0{,}015$. Геометрически P равна части

площади нормальной кривой, находящейся за ординатами, восстановленными из точек $+X$ и $-X$.

Таблица величин t по Стюденту и Фишеру

Определение вероятности нахождения среднего значения вне пределов $\pm t$ при малом числе наблюдений

n' ($n-1$) \ P	0,50	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002
1	1,00	3,08	6,31	12,70	31,82	63,66	318,54
2	0,82	1,37	2,92	4,30	6,96	6,92	22,38
3	0,76	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84	10,24
4	0,74	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60	7,58
5	0,73	1,48	2,02	2,57	3,36	4,03	5,90
6	0,72	1,44	1,94	2,45	3,14	3,70	5,20
7	0,71	1,42	1,90	2,36	3,00	3,50	4,80
8	0,71	1,40	1,86	2,31	2,90	3,35	4,50
9	0,70	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25	4,30
10	0,70	1,37	1,81	2,22	2,76	3,17	4,15
11	0,70	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11	4,00
12	0,69	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95	3,75
20	0,69	1,32	1,73	2,09	2,53	2,84	3,55
25	0,68	1,32	1,71	2,06	2,48	2,80	3,30
30	0,68	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75	3,05
∞	0,67	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58	3,00

Примечания:

1. n_1 — число степеней свободы, равное $n-1$ для M и для разности средних $M_1 - M_2$ равное $n_1 + n_2 - 2$.

2. t — отношение среднего к его квадратической ошибке; для M, т. е. для среднего арифметического, $t = \pm \frac{M}{m}$, для разности двух средних t будет равно $\frac{M_1 - M_2}{m_{(D)}}$.

3. P — вероятность нахождения среднего вне пределов $\pm t$. При отклонении только в одну сторону, положительную или отрицательную, P в два раза меньше. Пример: разность между средними равна 7,0 г, повторность четырехкратная, ошибка разности 2,1 г. Следовательно, $t = \pm 3{,}33$ и $n_1 = 6$, откуда $P = 0{,}02$, т. е. в 2% всех случаев разность выходит за пределы ± 7 г. Возможность исчезновения разности между средними, т. е. отклонение за пределы — 7,0 г равно $\frac{P}{2} = \frac{0{,}02}{2} = 0{,}01$, или одному случаю из 100 возможных.

Достоверность разности двух средних, выраженная в процентах от общего числа возможных случаев

$\frac{D}{m_{(D)}}$	%	$\frac{D}{m_{(D)}}$	%	$\frac{D}{m_{(D)}}$	%	$\frac{D}{m_{(D)}}$	%
0,2	57,9	0,8	78,8	1,4	91,32	2,0	97,73
0,3	61,8	0,9	81,3	1,5	93,77	2,1	98,21
0,4	65,5	1,0	84,1	1,6	94,52	2,2	98,61
0,5	69,2	1,1	86,4	1,7	95,54	2,4	99,18
0,6	72,6	1,2	88,99	1,8	96,41	2,6	99,53
0,7	75,8	1,3	90,32	1,9	97,13	3,0	99,87

Уменьшение ошибки при увеличении размера делянок и числа повторений по Рэмеру

Величина делянки в м²	Относительная величина ошибки	Число повторений	Относительная величина ошибки	Величина делянки в м²	Относительная величина ошибки	Число повторений	Относительная величина ошибки
25	100	1	100	150	64	6	41
50	83	2	71	175	61	7	38
75	76	3	58	200	59	8	35
100	71	4	50	225	57	9	33
125	67	5	45	250	56	10	32

АНАЛИЗ ИНСЕКТИСИДОВ И ФУНГИСИДОВ

ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Анализ средств борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства построен на основе общих аналитических методов. Количественное определение токсического начала производится в большинстве случаев весовым или объемным методом. Поэтому прежде всего следует обращать внимание на проверку аналитических весов, разновесов, пипеток, мерных колб, бюреток, с которыми аналитику приходится работать по анализу. После проверки весов, разновесов и мерной посуды следует приготовление и установка титра рабочих растворов. Титрованные растворы, применяемые для анализа средств борьбы с вредителями сельского хозяйства, изготовляются и хранятся обычным способом. Установку их титра следует делать по общепринятым прописям, которые приводятся в учебниках и руководствах по количественному анализу. Основные вещества, предназначенные для установления титра, надо проверить по стандартам. Если они загрязнены, их надо либо очистить, либо установить процентное содержание их активной части. Целесообразно получить 200—300 г безукоризненно чистого вещества (вполне отвечающего стандарту) и, сохраняя его как «фонд», по нему проверять продажные химически чистые вещества, которые в дальнейшем служат для установки титра в процессе работы. Для установки титра иода и бромноватокислого калия рекомендуется возогнанный белый мышьяк. В повседневной работе удобнее пользоваться мышьяковистокислым натрием, проверив содержание в нем трехокиси мышьяка как параллельными титрованиями с белым мышьяком, так и окислением его в арсенат с последующим определением пятивалентного мышьяка.

Вычисление титров и результатов анализа. Если титр раствора устанавливается по определяемому веществу, то можно сразу по результатам титрования вычислить титр раствора. Например, на титрование навески трехокиси мышьяка 0,2068 г из-

расходовано 40,7 мл бромноватокислого калия. Титр раствора по трехокиси мышьяка равен 0,005081 As_2O_3.

В большинстве случаев титры растворов ставятся по основным веществам, не связанным с определяемым веществом. В этих случаях сначала вычисляют нормальность раствора, а затем его титр. Так как нормальность растворов обычно близка к 0,1, то по нормальности легче следить за изменением титра раствора. Для того чтобы выразить концентрацию раствора в виде титра, надо нормальность раствора умножить на миллиэквивалент (миллиэквивалент — 0,001 эквивалентного веса). Например, гипосульфит 0,10635 N будет иметь такой титр:

$$T_{AS} = 0{,}10635 \cdot 0{,}037455 = 0{,}003983.$$
$$T_{As_2O_5} = 0{,}10635 \cdot 0{,}05747 = 0{,}006111.$$
$$T_{CuO} = 0{,}10635 \cdot 0{,}07957 = 0{,}008462.$$

При серийных анализах удобнее концентрации раствора выражать в титре, при анализах несерийных — в нормальности.

Для вычисления результатов анализа надо прежде всего написать уравнения реакций, протекающих при анализе исследуемого вещества. На основании уравнений реакций вычислить эквивалентный вес, если определение производилось объемным путем, или фактор (множитель) для перечисления, если анализ делается весовым путем. Возьмем для примера определение сероуглерода. Сероуглерод спиртовым раствором щелочи превращается в ксантогеновокислый калий:

$$CS_2 + C_2H_5OH + KOH \rightarrow CS\begin{<}{OC_2H_5}{SK} + H_2O.$$

Ксантогенат калия можно титровать иодом в уксуснокислой среде:

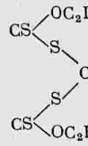
$$CS\begin{<}{OC_2H_5}{SK} + CH_3COOH \rightarrow CS\begin{<}{OC_2H_5}{SH} + CH_3COOK;$$

$$2CS\begin{<}{OC_2H_5}{SH} + J_2 \rightarrow \begin{|}{S-CS\cdot OC_2H_5}{S-CS\cdot OC_2H_5} + 2HJ.$$

В этой реакции иод получает от ксантогената один электрон $J \rightarrow J'$. Следовательно, эквивалентный вес ксантогената, а сле-

довательно и эквивалентный вес сероуглерода, равен молекулярному. Эквивалентный вес сероуглерода равен 76,12.

При определении весовым путем к подкисленному уксусной кислотой раствору ксантогената прибавляют раствор медного купороса. При этом выпадает осадок ксантогеновокислой меди



при прокаливании дающий окись меди. По уравнению реакций и формуле ксантогената меди видно, что множитель для пересчета будет

$$\frac{2CS_2}{CuO} = \frac{2 \cdot 76,12}{79,57} = 1,9133.$$

При анализе нового вещества нужно вычислить его эквивалентный вес, или множитель для пересчета. Старые эквивалентные веса следует проверять по исправленным атомным весам. Исправленные атомные веса ежегодно публикуются в периодической химической печати.

АНАБАЗИН-СУЛЬФАТ

Водный раствор сернокислых солей алкалоидов, получаемых из растений Anabasis Aphylla, известен под названием анабазин-сульфата. Прозрачный раствор темнобурого цвета должен содержать по стандарту не менее 30% алкалоидов. Раствор имеет специфический запах и показывает обычно слабокислую реакцию на лакмус. В отличие от растворов никотина и никотинсульфата дает осадок с кремнефтористоводородной кислотой.

Определение содержания анабазин-основания по стандарту производится следующим образом. В мерную колбу емкостью 250 мл взять навеску образца 1,5—2 г и разбавить водой до черты. В стаканчик емкостью 100 мл отмерить пипеткой 25 мл этого раствора. В другом стаканчике 40 мл 6% раствора сулемы осадить 25 мл 10% раствора иодистого калия. Слить маточный раствор с выпавшего осадка иодной ртути, по возможности полностью, к осадку прибавить снова 10—15 мл 10% раствора иодистого калия. При этом часть иодной ртути растворяется с обра-

зованием комплексной соли. К отмеренным ранее 25 мл образца анабазин-сульфата прибавить 3 мл нормального раствора едкого натра и к щелочной смеси прилить полученную комплексную иодно-ртутную соль вместе с осадком иодной ртути. Для полноты осаждения анабазина смесь оставить на час, часто помешивая ее. Через час перенести осадок на фильтр и промыть его 5—6 раз водой. Во избежание излишних промываний каждую порцию фильтрата нужно проверять на полноту промывания, подкисляя ее 0,1*N* соляной кислотой. Промывание закончить, когда при подкислении фильтрата из него перестанет выделяться муть. Фильтр с осадком перенести в стаканчик и обработать 0,25% соляной кислотой. Кислоту прибавлять небольшими порциями и профильтровывать затем в мерную колбу емкостью 100 мл. Обработку осадка соляной кислотой и фильтрование продолжать до тех пор, пока не наберется 100 мл фильтрата. Отмерить 5 мл этого раствора проверенной пипеткой в пробирку и осадить анабазин 0,01-молярным раствором кремневольфрамовой кислоты из микробюретки. В таблице указано количество раствора, которое следует брать исходя из ожидаемого процентного содержания анабазина и из навески образца. Пробирку со смесью нагреть в течение нескольких минут в теплой воде (50—70°), охладить и профильтровать. К фильтрату прибавить 2—3 капли кремневольфрамовой кислоты. Образование осадка или мути указывает, что содержание анабазина в образце оказалось больше предполагаемого. Если осадка не получилось, то значит кремневольфрамовой кислоты прибавлено сколько следует или меньше, чем следует.

Взятая навеска анабазин-сульфата в г на 250 мл воды	Процентное содержание анабазина										
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	Потребное количество мл кремневольфрамовой кислоты										
1,5	0,58	0,60	0,62	0,65	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81
1,6	0,62	0,64	0,67	0,69	0,71	0,74	0,76	0,78	0,81	0,84	0,86
1,7	0,65	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91
1,8	0,69	0,72	0,75	0,78	0,80	0,83	0,86	0,88	0,91	0,94	0,97
1,9	0,73	0,76	0,79	0,82	0,85	0,88	0,90	0,93	0,96	1,00	1,02
2,0	0,77	0,80	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1,01	1,04	1,06

После этого предварительного опыта надо взять в несколько пробирок по 5 мл того же раствора анабазина в 0,25% соляной кислоте и прибавить 0,01-молярный раствор кремневольфрамовой кислоты, последовательно уменьшая или увеличивая на 0,01 мл. Пробы нагреть в воде, остудить и профильтровать. Каждый фильтрат разделить на две части. В одну прибавить 2 капли кремневольфрамовой кислоты, в другую — раствора анабазина. Образование мути в первом случае указывает на неполное осаждение алкалоида, во втором случае — на избыток осадителя. Результаты опыта записать, обозначая появление мути знаком плюс, отсутствие мути — знаком минус, и сделать вывод о точном количестве кремневольфрамовой кислоты, необходимом для осаждения анабазина из 5 мл солянокислого раствора.

Пример. К порциям солянокислого раствора алкалоида по 5 мл последовательно прибавлено миллилитров 0,01-молярного раствора кремневольфрамовой кислоты:

	0,60	0,61	0,62	0,63	0,64
К фильтрату прибавлено: по 2 капли реактива	+	+	+	—	—
по 2 капли раствора алкалоида	—	следы	следы	+	+

Если третья порция с 2 каплями реактива дала густой белый осадок, то расход реактива на 5 мл фильтрата надо принять равным 0,625 мл. Если третья порция с 2 каплями реактива дает только опалесценцию, то расход будет 0,62 мл.

1 мл 0,01-молярного раствора кремневольфрамовой кислоты осаждает 0,00324 г анабазина.

Содержание анабазина в образце вычислить по формуле:

$$\frac{0,00324 \cdot a \cdot 20 \cdot 10 \cdot 100}{b} = \frac{64,8a}{b}$$

где a — количество миллилитров 0,01-молярного раствора кремневольфрамовой кислоты, необходимое для осаждения анабазина из 5 мл раствора его в 0,25% соляной кислоте, b — навеска образца.

ЕДКИЙ НАТР (КАУСТИЧЕСКАЯ СОДА, КАУСТИК)

Едкий натр (каустическая сода) продается либо в твердом виде, либо в растворе. Твердый едкий натр продается в железных барабанах, куда он заливается в расплавленном состоянии и затем затвердевает.

Раствор едкого натра поступает в продажу под названием «Сода каустическая жидкая электролитическая». Он должен содержать в 1 л не менее 610 г едкого натра. Цвет раствора — от сине-фиолетового до бурого.

Обычно в продажном едком натре определяют содержание гидроокиси натрия и углекислого натрия. Если едкий натр твердый, то надо снять с поверхности выветрившийся слой, быстро отвесить на весах 40 г и растворить в мерной колбе емкостью 1 л в свеже прокипяченной дестиллированной воде, не содержащей углекислоты. Для анализа жидкого каустика надо взять 50 мл. Для этого мерную колбочку емкостью 50 мл взвесить, налить до черты жидкого каустика, имеющего температуру 20° С, и снова взвесить. Затем перелить каустик в мерную колбу емкостью 1 л, ополоснуть колбочку с каустиком несколько раз водой туда же, разбавить до черты свеже прокипяченной, лишенной углекислоты дестиллированной водой. Из полученного таким образом раствора твердого или жидкого каустика делается определение едкого и углекислого натрия. Для этого 50 мл раствора надо оттитровать 1*N* серной кислотой или соляной кислотой с метилоранжем. К другой порции раствора, тоже 50 мл, прибавить 20 мл 10% раствора хлористого бария.

CO''_3 выпадает в виде $BaCO_3$. Оставшуюся в растворе едкую щелочь оттитровать 1*N* соляной или серной кислотой с фенолфталеином.

Процентное содержание едкого натра в твердом каустике вычислить по формуле:

$$\frac{B \cdot T_{NaOH} \cdot 1\,000 \cdot 100}{c \cdot 50}.$$

Содержание едкого натра в жидком каустике вычислить по формулам:

Содержание в граммах на 1 л:

$$\frac{B \cdot T_{NaOH} \cdot 1\,000 \cdot 1\,000}{50 \cdot 50}.$$

Содержание в 1 г жидкого каустика:

$$\frac{B \cdot T_{NaOH} \cdot 1\,000}{p \cdot 50}.$$

Содержание углекислого натрия в твердом каустике вычислить по формуле:

$$\frac{(A - B)\, T_{Na_2CO_3} \cdot 1\,000 \cdot 100}{c \cdot 50}.$$

Содержание углекислого натрия в жидком каустике вычислить по формулам:

$$\frac{(A - B)\, T_{Na_2CO_3} \cdot 1\,000 \cdot 1\,000}{50 \cdot 50}$$ г в 1 л жидкого каустика;

$$\frac{(A - B)\, T_{Na_2CO_3} \cdot 1\,000}{p \cdot 50}$$ г в 1 г жидкого каустика,

где A — расход кислоты с метилоранжем,

B — расход кислоты с фенолфталеином,

$T_{NaOH} = N \cdot 0{,}040$ — титр кислоты, выраженный в едком натре,

$T_{Na_2CO_3} = N \cdot 0{,}053$ — титр кислоты выраженный в углекислом натрии,

c — навеска образца твердого каустика,

p — вес 50 мл жидкого каустика при 20° С.

ЖЕЛЕЗНЫЙ КУПОРОС

Количественно в железном купоросе обычно определяют содержание сернокислой закиси железа и свободную кислоту.

Содержание $FeSO_4$. Навеску образца около грамма растворить в 25 мл прокипяченной и остуженной воды, прибавить 50 мл 20% серной кислоты и оттитровать перманганатом. Содержание сернокислой закиси железа вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T_{FeSO_4} \cdot 100}{c},$$

где A — расход марганцовокислого калия,

$T_{FeSO_4} = N \cdot 0{,}15190$ — титр марганцовокислого калия, выраженный в $FeSO_4$,

c — навеска образца.

Содержание свободной серной кислоты. 25 г железного купороса (навеска с точностью до 0,1 г) растворить в 400 мл дистиллированной воды, предварительно прокипяченной и охлажден-

ной. Прибавить к раствору 2—3 капли метилоранжа и оттитровать 0,1N едким натром. Содержание свободной серной кислоты вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T_{H_2SO_4} \cdot 100}{25},$$

где A — расход едкого натра,

$T_{H_2SO_4} = N \cdot 0{,}049038$ — титр едкого натра по серной кислоте.

ЖИДКОЕ МЫЛО

Обычно в мыле определяют общее содержание жирных кислот, свободную едкую и углекислую щелочь.

Общее содержание жирных кислот, неомыленных и неомыляемых органических веществ. В коническую колбу отвесить 10 г мыла, растворить его в 60 мл воды и разложить 40 мл 10% серной кислоты. С помощью метилоранжа убедиться в наличии избытка серной кислоты. По охлаждении выделившиеся жирные кислоты количественно перенести в делительную воронку и извлечь их двукратным взбалтыванием с серным эфиром (по 50 мл). Соединенные эфирные вытяжки промыть в делительной воронке водой (по 10 мл) до исчезновения кислой реакции с метилоранжем и слить в коническую колбу с 15 г прокаленной глауберовой соли. Обезвоженный таким образом эфирный раствор слить через фильтр во взвешенную колбу, сполоснуть первую колбу несколькими порциями эфира и слить через тот же фильтр. Эфир отогнать на водяной бане, остаток в колбе сушить до постоянного веса в токе углекислого газа при 95° С. По стандарту содержание жирных кислот и органических веществ должно быть не менее 40%.

Содержание свободной едкой щелочи. 5 г мыла растворить при нагревании на бане с обратным холодильником в конической колбе с 70 мл 95% нейтрализованного этилового спирта. По охлаждении прибавить маленькими порциями 4—6 г химически чистого обезвоженного сернокислого натрия и титровать 0,1N спиртовым раствором соляной кислоты с фенолфталеином. Содержание свободной едкой щелочи в мыле вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T_{KOH} \cdot 100}{c},$$

где A — расход соляной кислоты,

$T_{кон}=N\cdot 0{,}05611$ — титр соляной кислоты, выраженный в едком кали,

c — навеска мыла.

Содержание свободной углекислой щелочи. 5 г мыла растворить при нагревании на бане в конической колбе с обратным холодильником в 50 мл 60% винного спирта. Если по охлаждении раствор застынет, то прибавить еще 50 мл спирта и снова нагреть. По охлаждении оттитровать 0,1N соляной кислотой с фенолфталеином. Содержание свободной углекислой щелочи вычислить следующим образом. Расход соляной кислоты в этом случае состоит из соляной кислоты, необходимой для нейтрализации едкого кали и кислоты, необходимой для перевода углекислой щелочи в двууглекислую ($K_2CO_3 \rightarrow KHCO_3$). Условно перечислить этот расход на содержание едкой щелочи в процентах по формуле:

$$\frac{A\cdot T_{кон}\cdot 100}{c_1},$$

где A — расход соляной кислоты,

$T_{кон}=N\ 0{,}056104$ — титр соляной кислоты по едкому кали,

c_1 — навеска мыла.

Если обозначить через P условное содержание щелочи, полученное этим путем, и через p — истинное содержание едкой щелочи, полученное по предыдущему пункту, то $P > p$ и процентное содержание углекислой щелочи будет равно:

$$(P-p)\cdot\frac{K_2CO_3}{KOH}=(P-p)\cdot\frac{138{,}20}{56{,}104}=(P-p)\cdot 2{,}463.$$

ИЗВЕСТКОВЫЙ ОТВАР

Известковый отвар содержит до 300 г серы в литре. Для анализа следует брать раствор, разбавленный в 20—25 раз. Для этого сухой и чистой пипеткой на 20—25 мл нужно отмерить исследуемый образец в мерную колбу емкостью 500 мл, долить до метки водой, не содержащей углекислоты, и перемешать. Этим раствором пользоваться для последующих определений. При хранении в соприкосновении с воздухом раствор портится.

Общее содержание серы. Для окисления всей серы известково-серного отвара в сульфатную можно пользоваться или пергидролем (30% перекись водорода), или щелочным раствором брома (смесь гипобромита и бромида).

а) Окисление пергидролем. В стакан емкостью 250 мл отмерить 50 мл воды, 5 мл 10*N* едкого натра с 5 мл пергидроля. В эту смесь отмерить пипеткой 10 мл разбавленного раствора известково-серного отвара, погрузив кончик пипетки в жидкость. Покрыть стакан часовым стеклом, нагреть до кипения и некоторое время поддерживать смесь при температуре, близкой к кипению, для того, чтобы произошло полное окисление сульфидов. При этом раствор и хлопьевидный осадок обесцвечиваются. Затем осторожно, по стенке стакана, при помешивании, влить под стекло 25 мл соляной кислоты 1 : 1 и выпарить на водяной бане досуха, снова прибавить 25 мл соляной кислоты 1 : 1, выпарить на бане досуха и сушить 1 час. Осадок растворить в горячей воде, отфильтровать выпавшую кремнекислоту и промыть ее горячей водой. К фильтру прибавить 50 мл соляной кислоты удельного веса 1,19, нагреть до кипения и осадить серную кислоту горячим 10% раствором хлористого бария, прибавляя его по каплям и все время помешивая раствор. Убедившись в полноте осаждения, выпарить на водяной бане досуха, сухой остаток обработать горячей водой, перенести на фильтр и промывать горячей водой до исчезновения реакции на хлор-ион. Промытый осадок сернокислого бария высушить, сжечь, прокалить и взвесить. Содержание серы в литре отвара вычислить по формуле:

$$\frac{D \cdot 0{,}13735 \cdot 500 \cdot 1\,000}{10 \cdot F},$$

где D — вес сернокислого бария,

0,13735 — множитель для перечисления сернокислого бария на серу,

F — объем известково-серного отвара, взятый для приготовления разбавленного раствора.

б) Окисление щелочным раствором брома. Необходимый для окисления щелочной раствор брома приготовляется следующим образом: в колбу отмерить 150 мл 10*N* раствора едкого натра и небольшими порциями, в 5—6 приемов, прилить 40 мл брома, перемешивая и охлаждая колбу после каждой порции брома. Затем прилить еще 50 мл 10*N* едкого натра и разбавить водой до 1 л.

В стакан емкостью 250 мл прилить 40 мл щелочного раствора брома, отмерить пипеткой 10 мл разбавленного раствора известково-серного отвара и вести определение дальше так же, как описано в п. а.

Ввиду возможного загрязнения реактивов следует одновременно проводить контрольный опыт с реактивами. Многократные выпаривания необходимы ввиду наличия больших количеств щелочного металла в реакционной смеси. Если осаждать сульфат-ион как обычно, то получаются пониженные и сильно колеблющиеся результаты.

Моносульфидный эквивалент. Определение по методу Боднара. В стакан емкостью 150—200 мл отмерить пипеткой 50 мл 0,1*N* раствора азотнокислого серебра, прибавить при помешивании 10 мл разбавленного раствора известково-серного отвара, встряхивать 1—2 минуты, профильтровать через бумажный фильтр и промывать водой до исчезновения реакции на ион серебра. Фильтраты и промывные воды собрать в мерную колбу емкостью 250 мл и разбавить водой до черты. Реакции протекают по следующим уравнениям:

$$CaS_4 + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + Ag_2S + 3S.$$
$$CaS_5 + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + Ag_2S + 4S.$$
$$Ca_2S_2O_3 + 2AgNO_3 \rightarrow Ca(NO_3)_2 + Ag_2S_2O_3.$$
$$Ag_2S_2O_3 + H_2O \rightarrow Ag_2S + H_2SO_4.$$

В виде сернистого серебра осаждается вся моносульфидная сера и половина тиосульфатной. Полисульфидная сера выделяется в свободном состоянии и осаждается вместе с сернистым серебром.

Фильтрат и промывные воды содержат избыток непрореагировавшего азотнокислого серебра. Отмерить пипеткой две порции фильтрата по 50 мл и оттитровать их роданистым калием (или аммонием) по Фольгарду. Этим путем будет определена сумма моносульфидной и тиосульфатной серы. Вычисление произвести по формуле:

$$(10T_1 - AT_2) \cdot \frac{250 \cdot 500}{50 \cdot 10} \cdot \frac{1000}{F},$$

где $T_1 = N_1 \cdot 0{,}01603$ — титр азотнокислого серебра по сере,
$T_2 = N_2 \cdot 0{,}01603$ — титр роданида по сере (через азотнокислое серебро),
A — расход роданида на титрование избытка азотнокислого серебра,
F — объем известково-серного отвара, взятый для приготовления разбавленного раствора.

Для того чтобы получить содержание моносульфидной серы (моносульфидный эквивалент), нужно вычесть из этой суммы тиосульфатную серу.

Тиосульфатная сера. Согласно приведенным выше уравнениям, молекула серноватистокислого серебра распадается на молекулу сернистого серебра и молекулу серной кислоты. Для определения тиосульфатной серы две порции фильтрата по 50 мл оттитровать 0,1N едким натром с фенолфталеином. Содержание тиосульфатной серы вычислить по формуле:

$$A \cdot T \cdot \frac{250}{50} \cdot \frac{500}{10} \cdot \frac{1\,000}{F},$$

где A — расход едкого натра на 50 мл фильтрата,

$T = N \cdot 0{,}03206$ — титр едкого натра по тиосульфатной сере,

F — объем известково-серного отвара, взятый для приготовления разбавленного раствора.

Полисульфидная сера. По уравнениям реакций, полисульфидная сера выделяется в свободном виде и при фильтровании остается на фильтре вместе с сернистым серебром. Определение полисульфидной серы производится следующим образом.

Промытый осадок серы и сернистого серебра вместе с фильтром перенести в коническую колбу емкостью 300 мл, прибавить пипеткой 25 мл 0,5N едкого натра и 3 мл пергидроля, разбавить водой до 100 мл и кипятить с обратным холодильником в течение 30 минут. Если жидкость окрасится в желтый цвет, то нужно прибавить еще несколько капель пергидроля. Затем дать колбе остыть, смыть холодильник несколькими миллилитрами воды и оттитровать избыток щелочи 0,5N серной кислотой с метилоранжем. Содержание полисульфидной серы вычислить по формуле:

$$(25 \cdot T_1 - A \cdot T_2) \cdot \frac{500}{10} \cdot \frac{1\,000}{F},$$

где A — расход серной кислоты на титрование избытка едкого натра,

$T_1 = N_1 \cdot 0{,}01603$ — титр едкого натра по полисульфидной сере (через серную кислоту),

$T_2 = N_2 \cdot 0{,}01603$ — титр серной кислоты по полисульфидной сере,

F — объем известково-серного отвара, взятый для приготовления разбавленного раствора.

ИЗВЕСТЬ ГАШЕНАЯ (ПУШОНКА)

Содержание окиси кальция. Отвесить 100 г извести в мерную колбу емкостью 500 мл и при постоянном помешивании отобрать оттуда 100 мл в другую мерную колбу емкостью 500 мл. Разбавить водой, тщательно перемешать и отобрать пробу емкостью 25 мл (=1 г образца). Прибавить 1 каплю фенолфталеина и очень медленно титровать $1N$ соляной кислотой, хорошо взбалтывая, пока не исчезнет розовая окраска. Содержание окиси кальция вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100 \cdot 100}{c},$$

где A — расход соляной кислоты на 25 мл раствора,
$T = N \cdot 0{,}02804$ — титр соляной кислоты по окиси кальция,
c — навеска образца.

ИЗВЕСТЬ ЖЖЕНАЯ

Содержание окиси кальция. Навеску образца 100 г тщательно погасить, перенести в мерную колбу емкостью 500 мл и, непрерывно помешивая, взять оттуда пробу 100 мл в другую мерную колбу емкостью 500 мл. В дальнейшем поступать, как указано при определении содержания окиси кальция в гашеной извести.

ИЗВЕСТЬ ХЛОРНАЯ

Содержание белящего хлора. Навеску хлорной извести около 7 г растереть с водой в кашицу в фарфоровой ступке. Кашицу перенести в мерную колбу емкостью 1 л и смыть туда же ступку. Для анализа брать пробы по 50 мл после тщательного взбалтывания колбы и титровать $0{,}1N$ раствором трехокиси мышьяка. Конец титрования определить, помещая каплю реакционной смеси на иодо-крахмальную бумажку. Титрование считать оконченным, когда на иодо-крахмальной бумажке появится не бурое, а слабосинее окрашивание. Содержание активного хлора вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 1\,000 \cdot 100}{c \cdot 50},$$

где A — расход раствора трехокиси мышьяка,
$T = N \cdot 0{,}035456$ — титр раствора трехокиси мышьяка по хлору,
c — навеска образца.

Раствор мышьяковистой кислоты готовить, либо исходя из мышьяковистокислого натрия, либо растворением белого мышьяка в едком натре. В обоих случаях приготовленный раствор надо нейтрализовать разбавленной серной кислотой по фенолфталеину, а затем прибавить двууглекислого натрия из расчета около 40 г на 1 л.

КАРБОЛКА ЧЕРНАЯ

Содержание воды и пределы кипения. В сухую колбу Вюрца емкостью 250 мл отмерить мерным цилиндром 100 мл образца. Отводную трубку колбы соединить с холодильником с помощью хорошей корковой пробки. Колбу закрыть пробкой с термометром. Верхний край шарика термометра должен быть против нижнего края отводной трубки. Колбу поставить на асбестовый картон с круглым отверстием так, чтобы колба погружалась в отверстие на $^1/_4$ своей высоты, считая от дна до горла. Перегонку вести на коптящем пламени газовой горелки среднего размера. Если перегонка будет производиться на спиртовой или бензиновой горелке, асбестовый картон можно заменить асбестированной сеткой. Перегонку до 170° следует вести очень медленно, дестиллят собирать в мерный цилиндр емкостью 25 мл. Когда произойдет расслоение воды и масла, перегоняющегося до 170°, сделать отсчет.

Когда температура достигнет 170°, перегонку прервать, дать колбе несколько остыть, заменить холодильник форштоссом длиной 800 мм и шириной 15 мм и продолжать перегонку, собирая дестиллят от 170 до 240° в тот же мерный цилиндр емкостью 100 мл, которым отмеривали образец. Перегонку вести со скоростью 5 мл в минуту (2 капли в секунду). Объем фракции от 170 до 240° должен быть не менее 85 мл. Объем воды — не более 5 мл.

Содержание феноло-крезолов. Дестиллят 170—240°, собранный в цилиндр, довести до 100 мл чистым бензолом, высушенным над хлористым кальцием, и перемешать. В мерный цилиндр емкостью 200 мл налить 100 мл 20% раствора едкого натра, 50 мл чистого бензола и 50 мл разбавленного бензолом дестиллята, тщательно взболтать, по охлаждении до комнатной температуры отсчитать высоту щелочного слоя. Разность между полученной высотой и первоначальной (100 мл), умноженная на 2, дает содержание феноло-крезолов в образце. Калибровка мерных цилиндров должна быть проверена.

КРЕМНЕФТОРИСТЫЙ БАРИЙ

Содержание бария. Навеску кремнефтористого бария около 0,3 г сплавить с 10-кратным количеством соды. Сплав выщелочить водой. Остаток, состоящий из углекислого бария и непрореагировавшего кремнефтористого бария, промыть 3—4 раза водой, сжечь фильтр и снова сплавить с содой. Сплав выщелочить водой и промыть 5—6 раз. Остаток на фильтре обработать 5—6 мл горячей соляной кислоты 1 : 1, приливая ее на фильтр по каплям. При этом углекислый барий растворяется. Фильтр промыть горячей водой до исчезновения реакции на хлор-ион. Фильтрат и промывные воды собрать в один стакан, довести до объема 150—200 мл, нагреть до кипения и осадить кипящим 1% раствором серной кислоты. Стакан держать на сетке на маленьком огне до тех пор, пока осадок не осядет на дно плотным слоем. Тогда сделать пробу на полноту осаждения, поставить на 2 часа на горячую водяную баню (или на сетку на небольшой огонь), а затем на ночь убрать в стол. На другой день осадок профильтровать, промыть горячей водой, сначала 2—3 раза декантацией, а затем на фильтре до исчезновения реакции на хлор-ион, высушить, прокалить и взвесить. Содержание бария вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot 0{,}5885}{c} \cdot 100,$$

где A — вес сернокислого бария,

0,5885 — множитель для пересчета сернокислого бария на барий,

c — навеска образца.

Содержание фтора. Растворы, полученные после выщелачивания сплавов соды с кремнефтористым барием содержат весь фтор в виде фтористого натрия. Растворы эти надо соединить вместе, прибавить 5 мл растворимого стекла, содержащего 0,01 г кремнезема в 1 мл, 0,5 г твердого хлористого калия, одну каплю метилоранжа и прибавлять по каплям, при постоянном помешивании, соляную кислоту 1 : 1 до явственно-кислой реакции, прилив 2—3 капли избытка. Затем прилить равный объем спирта-ректификата, так чтобы получился приблизительно 50% спиртовый раствор. При этом выпадает кремнефтористый калий. Для того чтобы осадок принял крупнокристаллическое строение и хорошо фильтровался, его следует оставить на ночь. На другой день осадок промыть декантацией 50% спиртом, по возможности

не перенося его на фильтр. Когда реакция на хлор-ион исчезнет, фильтр с попавшим на него осадком поместить в тот же стакан, где производилось осаждение, прибавить 50 мл воды, 1—2 капли фенолфталеина, нагреть до кипения и титровать 0,1*N* раствором едкого натра (не содержащим карбонатов) до постоянного розового окрашивания. Содержание фтора вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход едкого натра,

$T = N \cdot 0{,}0285$ — титр едкого натра по фтору,

c — навеска образца.

КРЕМНЕФТОРИСТЫЙ НАТРИЙ

Общее содержание фтора. Навеску образца около 0,2—0,25 г растворить в 50 мл кипящей воды, профильтровать и промыть горячей водой. Фильтрат и промывные воды собрать в один стакан, дать остыть, прибавить 5 мл растворимого стекла, содержащего 0,01 г SiO_2 в 1 мл, затем 0,5 г твердого хлористого калия, одну каплю метилоранжа и прибавлять по каплям при непрерывном помешивании соляную кислоту 1 : 1 до явственно-кислой реакции, прилив 1—2 капли избытка. В дальнейшем определение общего содержания фтора вести, как описано в кремнефтористом барии (п. 2, «Содержание фтора»).

Содержание свободной кислоты. Навеску образца около 0,5 г прокипятить в платиновой чашке с 50 мл воды, прибавить 2—3 г твердого хлористого калия, остудить и прибавить равный объем спирта-ректификата. При этом образовавшийся из хлористого калия фторосиликат калия выйдет из сферы действия реакции. Раствор оттитровать на холоду 0,1*N* едким натром (не содержащим карбонатов) с фенолфталеином до неисчезающего розового окрашивания. При этом титруется только $NaF \cdot HF$. Содержание свободной кислоты вычислить в HF по формуле

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход едкого натра,

$T = N \cdot 0{,}02001$ — титр едкого натра по фтористому водороду,

c — навеска образца.

Содержание кремнефтористого натрия. Навеску образца 0,2—0,25 г растворить в платиновой чашке в 50—60 мл горячей

воды и, поддерживая раствор горячим, оттитровать его с фенолфталеином 0,1N едким натром, не содержащим карбонатов. При этом титруются Na_2SiF_6 и $NaF \cdot HF$. Расход едкого натра перечислить на навеску 100 г. Затем перечислить на навеску 100 г расход едкого натра на свободную кислоту, полученный по п. 2. Содержание кремнефтористого натрия вычислить по формуле:

$$(R - S) \cdot T,$$

где R — расход едкого натра, полученный по п. 3 и перечисленный на навеску 100 г,

S — расход едкого натра, полученный по п. 2 и перечисленный на навеску 100 г,

$T = N \cdot 0{,}047075$ — титр едкого натра по кремнефтористому натру.

Содержание фтористого натрия. Для вычисления количества фтористого натрия надо из общего содержания фтора вычесть фтор, связанный в HF и Na_2SiF_6, а остаток фтора перечислить на фтористый натрий.

МЕДНЫЙ КУПОРОС

Содержание меди. Навеску около 10 г растворить в воде в мерной колбе емкостью 250 мл. Для титрования брать порции по 25 мл. Для того чтобы парализовать вредное действие железа, прибавить по 10 мл насыщенного раствора фтористого натрия, затем прилить по 5 мл 40% раствора иодистого калия. Выделившийся иод оттитровать 0,1N гипосульфитом, прибавив крахмал в конце титрования. Титрование вести до перехода грязно-сиреневого цвета в кремовый. Содержание меди вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 250 \cdot 100}{c \cdot 25},$$

где A — расход гипосульфита,

$T = N \cdot 0{,}06357$ — титр гипосульфита по меди,

c — навеска образца.

Содержание свободной кислоты. 50 мл полученного выше раствора оттитровать 0,1N едким натром до появления мути. Содержание свободной серной кислоты вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 250 \cdot 100}{c \cdot 50},$$

где A — расход едкого натра,

$T=N\cdot 0{,}04904$ — титр едкого натра по серной кислоте,

c — навеска образца.

Если раствор образца в воде получился мутный, то для анализа его надо профильтровать через сухой фильтр и сухую воронку в сухой стакан, отбросив первые порции фильтрата.

МЫЛОНАФТ

Анализ ведется по тому же принципу, как и анализ жидкого мыла. Омыляемые нефтяные кислоты и неомыляемые органические вещества (масла) извлекаются из подкисленной пробы петролейным эфиром. Подробный ход анализа см. ОСТ 4936 и 4937.

МЫШЬЯК БЕЛЫЙ

Нелетучий остаток. Навеску 1—2 г нагреть в тигле сначала на маленьком пламени, постепенно усиливая его до слабокрасного каления. Нелетучий остаток вычислить в процентах. Определение вести в вытяжном шкафу с сильной тягой.

Содержание трехокиси мышьяка. Навеску около 2 г растереть в небольшой ступке с 15 мл 30% едкого натра (4 г щелочи) так, чтобы получилась однородная смесь, а затем наступило растворение. Перенести смесь в мерную колбу емкостью 500 мл, смыть водой ступку и пестик туда же, перемешать раствор в колбе и наблюдать за тем, чтобы не осталось нерастворившейся трехокиси мышьяка, что видно по характеру осадка. Затем прибавить 1 каплю фенолфталеина и нейтрализовать раствор серной кислотой 1 : 4, прибавить несколько капель избытка; помешивая колбу, долить ее водой почти до горлышка и дать остыть. По охлаждении довести водой до черты и перемешать. Определение трехокиси мышьяка можно производить или иодометрически, или броматным методом.

а) Иодометрический метод. К 50 мл полученного выше раствора осторожно прибавить двууглекислого натрия для нейтрализации свободной серной кислоты и сверх того 5—10 г избытка, 100 мл воды, несколько миллилитров крахмала и титровать 0,1N раствором иода до постоянной синей окраски.

б) Броматный метод. К 50 мл полученного выше раствора прибавить 10 мл соляной кислоты удельного веса 1,19, нагреть с термометром до 60°, смыть термометр горячей водой в ту же колбочку, прилить 3—4 капли метилоранжа и титровать 0,1N раствором бромноватокислого калия, до исчезновения

розовой окраски. Титрование вести по каплям, под конец — с небольшими промежутками. Содержание трехокиси мышьяка вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 500 \cdot 100}{c \cdot 50},$$

где A — расход иода (или бромата),

$T = N \cdot 0{,}049455$ — титр иода (или бромата) по трехокиси мышьяка,

c — навеска образца.

МЫШЬЯКОВИСТОКИСЛЫЙ КАЛЬЦИЙ

Содержание трехокиси мышьяка. Навеску около 3 г поместить в мерную колбу емкостью 500 мл, прилить 100 мл воды, 100 мл серной кислоты 1 : 4, прикрыть воронкой хвостом вниз и кипятить 15 минут. По охлаждении довести до метки водой и перемешать. Для титрования брать порции по 50 мл. При определении иодометрическим путем порции раствора нейтрализовать сначала едкой щелочью, а под конец — двууглекислым натрием, прибавить избыток его 4—5 г и вести определение, как описано в анализе белого мышьяка (п. а). При определении броматным методом поступать, как описано в анализе белого мышьяка (п. б).

МЫШЬЯКОВИСТОКИСЛЫЙ МАГНИЙ

Содержание трехокиси мышьяка. Определение производится так же, как описано в мышьяковистокислом кальции.

МЫШЬЯКОВИСТОКИСЛЫЙ НАТРИЙ

Содержание трехокиси мышьяка. Навеску сухого образца для анализа надо брать около 2 г; пасту тщательно перемешать и навеску взять около 2,5 г. Навеску поместить в мерную колбу емкостью 500 мл, прилить 100 мл воды, 100 мл серной кислоты 1 : 4 и кипятить 15 минут. По охлаждении долить до метки водой, перемешать и, если образец грязный, профильтровать через сухой фильтр и сухую воронку в сухой стакан, отбросив первые порции. Кипячение преследует цель перевести весь мышьяк в раствор. Это следует делать в кислой среде, так как при нагревании, и тем более при кипячении в щелочной среде, происходит окисление мышьяка.

В дальнейшем анализ производится, как описано в белом мышьяке (п. а и б).

МЫШЬЯКОВОКИСЛЫЙ КАЛЬЦИЙ

Содержание пятиокиси мышьяка. Навеску около 0,5 г растворить в конической колбе в 50 мл соляной кислоты 1 : 1 при постоянном помешивании, прилить 5 мл 40% раствора иодистого калия, перемешать, прикрыть часовым стеклом и выжидать в течение 1 минуты (по часам). Через 1 минуту прилить 100 мл воды и тотчас титровать выделившийся иод 0,1*N* гипосульфитом до обесцвечивания раствора. В процессе титрования раствор энергично перемешивать, гипосульфит приливать по каплям, но быстро; крахмала применять не следует, так как переход его в этих условиях не резок. Содержание пятиокиси мышьяка вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход гипосульфита,

T = N·0,057455 — титр гипосульфита по пятиокиси мышьяка,

c — навеска образца.

НАФТАЛИН

Определение температуры застывания. Определение проводится в приборе Жукова (имеется в продаже). 20 г нафталина расплавить в стаканчике на водяной бане, нагреть до 85° С и вылить в прибор Жукова, предварительно нагретый в паровом шкафу. Прибор закрыть пробкой с термометром так, чтобы шарик термометра отстоял от дна сосуда на 2 см. Термометр, применяемый для определения, должен быть калиброван на 0,1°С и иметь аттестат. Расплавленный нафталин должен занимать около $^2/_3$ сосуда. Жидкий нафталин необходимо постоянно взбалтывать, непрерывно наблюдая за термометром. Ртутный столбик постепенно понижается, перед моментом образования кристаллов несколько повышается, и затем некоторое время стоит на одном уровне. Эту температуру, с поправкой на выступающий столбик ртути, надо считать за температуру застывания нафталина. Если повышения температуры не наблюдается, опыт надо произвести вновь, делая наблюдения через каждые полминуты. Температурой застывания считать ту температуру, которая остается постоянной в течение не менее минуты.

По стандарту (ОСТ 667) температура застывания нафталина — от 79 до 80°С.

Содержание золы. Навеску нафталина около 1 г осторожно нагреть в тигле, до улетучивания нафталина, довести тигель

до темнокрасного каления и прокаливать в течение 10 минут, затем охладить и взвесить. Содержание золы по стандарту не должно превышать 0,5%.

НИКОТИН-ОСНОВАНИЕ

Содержание никотина. В круглодонную колбу емкостью 500—750 мл поместить 2 г свеже прокаленной окиси магния, 50 г чистой поваренной соли и навеску никотин-основания. Если на анализе находится никотин-основание 50%, то навеску надо взять около 0,5 г. Если на анализе никотин-основание 95—98%, то надо взять навеску образца около 1 г в мерную колбу, разбавить водой и для анализа взять $^1/_5$ часть навески. Смесь образца поваренной соли и окиси магния довести водой до 200 мл и отгонять никотин с водяным паром через холодильник Либиха, собирая дестиллят в мерную колбу емкостью 500 мл, содержащую 10 мл соляной кислоты 1 : 4. Перегонку продолжать до тех пор, пока капля дестиллята не перестанет давать осадка с раствором кремневольфрамовой кислоты. Обычно дестиллят достигает к этому времени объема 400—450 мл. Дестиллят довести до черты водой, имеющей температуру +10°С, перемешать и отобрать для анализа 100 мл. К этой порции дестиллята прилить 3 мл соляной кислоты 1 : 4 и избыток 12% раствора кремневольфрамовой кислоты (до 10 мл). Выпавший аморфный осадок перемешать и оставить стоять до отчетливой и полной кристаллизации, на срок не менее 12 часов, при температуре 30—40°С. Затем осадок профильтровать и промыть водой, содержащей 1 г концентрированной соляной кислоты в 1 л. Промытый осадок высушить, осторожно озолить, прокалить и взвесить. Множитель для пересчета веса осадка на никотин-основание равен 0,114.

Применяемая для анализа кремневольфрамовая кислота отвечает составу $SiO_2 \cdot 12WO_3 \cdot 26H_2O$ и растворима в эфире.

НИКОТИН-СУЛЬФАТ

Содержание никотина определяется так же, как описано в никотин-основании. Навеску для анализа надо брать около 0,5 г.

Избыточная щелочность или кислотность. Никотин-сульфат должен иметь щелочную реакцию. Допускается избыточная щелочность не выше 2% в пересчете на никотин-основание или избыточная кислотность не выше 0,4% в пересчете на серную кислоту. Для определения нейтральности образец надо

разбавить водой 1 : 25 и прибавить 2 капли метилрота. При кислой реакции окраска раствора — розовая или красная; при щелочной реакции — желтая; при нейтральной реакции — переходная оранжево-желтая или оранжево-красная, переходящая в красную от двух капель 0,1*N* соляной или серной кислоты и в желтую — от двух капель 0,1*N* едкой щелочи. Для количественного определения в коническую колбу емкостью 100 мл взять навеску образца около 1 г, прибавить 25 мл воды, 2 капли метилрота и оттитровать соответственно 0,1*N* кислотой или 0,1*N* щелочью. На 1 г 40% никотин-сульфата допускается расход 0,1*N* кислоты — не более 0,8 мл и 0,1*N* щелочи — не более 1,2 мл.

ПАРИЖСКАЯ ЗЕЛЕНЬ

Содержание трехокиси мышьяка. Навеску 0,35—0,40 г тщательно истертого образца взять в коническую колбу емкостью 250 мл, прибавить 50 мл воды, 10 мл серной кислоты 1 : 4, покрыть воронкой и кипятить 10 минут, при этом образец растворяется. Дальнейшее определение можно вести либо иодометрическим, либо броматным методом.

а) Иодометрический метод. К раствору, полученному выше, прибавить 2—3 г виннокислого натрия или сегнетовой соли, остудить, осторожно нейтрализовать серную кислоту двууглекислым натрием, прибавить избыток его 4—5 г, прилить несколько миллилитров крахмала и титровать 0,1*N* иодом до появления неисчезающей синей окраски.

б) Броматный метод. К полученному выше раствору прилить 15 мл соляной кислоты 1 : 1, 4—5 капель метилоранжа, нагреть смесь до 60° (с термометром) и титровать 0,1*N* бромноватокислым калием до перехода грязно-фиолетового цвета в ярко-зеленый. Титрование вести осторожно, под конец прибавлять бромат с промежутками. Содержание трехокиси мышьяка вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход иода (бромата),

$T = N \cdot 0{,}049455$ — титр иода (бромата) в трехокиси мышьяка,

c — навеска.

Содержание окиси меди. Навеску около 0,7 г поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, прилить 50 мл насыщенной бромной воды, покрыть воронкой и помешивать 5—10 минут. Затем нагреть до кипения и кипятить до полного растворения

вещества и удаления свободного брома и охладить. К охлажденному раствору прилить воды до 50 мл, прибавить 10 мл 10% раствора уксуснокислого натрия, 5 мл 10% раствора фосфорнокислого натрия, 5 мл 80% уксусной кислоты и 5 мл 40% иодистого калия. Выделившийся иод оттитровать 0,1N гипосульфитом, прибавив крахмал в конце титрования. Титровать до перехода грязно-сиреневого цвета в кремовый. Содержание окиси меди вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход гипосульфита,

$T = N \cdot 0{,}07957$ — титр гипосульфита по окиси меди,

c — навеска зелени.

Содержание водорастворимой трехокиси мышьяка. 1 г зелени поместить в мерную колбу емкостью 1 л и долить до черты дестиллированной водой, прокипяченной и остуженной до 20° С. Смесь встряхивать в течение 2 минут. Повторять энергичное встряхивание 5 раз по 30 секунд с промежутками в 1 час. На другой день смесь снова встряхивать в течение 30 секунд и профильтровать. Отобрать 200 мл совершенно прозрачного фильтрата и определить содержание трехокиси мышьяка иодометрическим или броматным методом. В последнем случае к взятым 200 мл фильтрата прибавить 20 мл соляной кислоты удельного веса 1,19.

По $\frac{\text{ОСТ}}{\text{НКТП}} — \frac{5882}{130}$ парижская зелень содержит не менее 53% трехокиси мышьяка, 28,5—30,5% окиси меди. Содержание водорастворимой трехокиси мышьяка должно быть не выше 3%.

ПРЕПАРАТ АБ

Содержание меди. Навеску образца около 0,5 г поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, прилить 50 мл воды, 10 мл серной кислоты 1 : 4, покрыть воронкой и кипятить 10—15 минут. Затем прибавить 25 мл насыщенного раствора фтористого натрия, 5 мл 40% иодистого калия и оттитровать выделившийся иод 0,1N гипосульфитом, прибавив к концу титрования несколько миллилитров крахмала. Титрование вести до перехода грязно-сиреневого цвета в кремовый. Содержание меди вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход гипосульфита,

$T=N\cdot 0{,}06357$ — титр гипосульфита по меди,

c — навеска образца.

Содержание влаги. Навеску образца около 2 г поместить в предварительно высушенный весовой стаканчик с притертой крышкой и сушить в сушильном шкафу при 70—80° С в течение 2 часов. Содержание влаги вычислить в процентах.

ПРОТАРС (ПРЕПАРАТ ДАВЫДОВА)

Содержание трехокиси мышьяка. Навеску образца около 1 г поместить в коническую колбу емкостью 250 мл, прилить 10 мл серной кислоты 1 : 4, 50 мл воды, покрыть воронкой и кипятить 15 минут. За это время арсенит кальция растворяется в серной кислоте, в остатке остается наполнитель и часть образовавшегося при реакции сернокислого кальция. В дальнейшем определение вести либо иодометрическим, либо броматным методом, как описано в белом мышьяке.

Иногда попадают препараты, наполнитель которых содержит много железа, растворяющегося в серной или соляной кислоте. В этих случаях надежнее определять трехокись мышьяка отгонкой ее в виде треххлористого мышьяка в приборе Ледебура. Навеску образца 1 г поместить в перегонную колбу прибора Ледебура через особую воронку с длинным и широким хвостом, прибавить туда же 10 г железного купороса, или 5 г однохлористой меди, или 2 г сернокислого гидразина, прилить 100 мл крепкой соляной кислоты и отгонять, пока не отгонится $^2/_3$ объема жидкости. Тогда добавить еще 50 мл соляной кислоты и продолжать отгонку, пока снова не отгонится $^2/_3$ объема жидкости. Дестиллят содержит весь мышьяк в виде трехвалентного. Смыть холодильник и соединительные трубки в колбу с дестиллятом, перелить туда же воду из предохранительной колбочки, нагреть все до 60—70°, прилить 5—6 капель метилоранжа и оттитровать 0,1N раствором бромата калия. Содержание трехокиси мышьяка вычислить по формуле:

$$\frac{A\cdot T\cdot 100}{c},$$

где A — расход бромата калия,

$T=N\cdot 0{,}049455$ — титр бромата калия по трехокиси мышьяка,

c — навеска образца.

СЕРА КОМОВАЯ

Из принятых ОСТ 6854 способов испытания комовой серы для серы, предназначенной для целей борьбы с вредителями сельского хозяйства, целесообразно делать определение влажности, зольности и содержания серы.

Влажность. Навеску серы около 10 г сушить до постоянного веса при 70°С.

Зольность. Навеску серы 5 г сжечь в тарированной фарфоровой чашечке и взвесить остаток. Иногда в сере попадает уголь, его легко обнаружить при наружном осмотре. В этом случае тотчас по сгорании серы надо удалить горелку, чтобы не сжечь уголь и не присчитать его к сере.

Содержание серы. а) Весовым путем. Навеску серы 0,25 г обработать сначала 10 мл раствора брома в сероуглероде (2 : 3 по объему), затем 15 мл азотной кислоты удельного веса 1,4, выпарить почти досуха, прибавить 10 мл HCl удельного веса 1,19 и снова выпарить досуха, растворить в воде, отфильтровать от нерастворившегося остатка и осадить хлористым барием как обычно. На сульфаты ввести поправку, для чего 10 г серы обработать 2N соляной кислотой при кипячении, профильтровать и в фильтрате осадить сульфат-ион хлористым барием. Множитель для перечисления сернокислого бария на серу равен 0,13735.

б) Объемным путем. Навеску тонко измельченной серы около 1 г кипятить с обратным холодильником 1—1$^1/_2$ часа с раствором 25 г $Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$ в 50 мл воды. По охлаждении нерастворившийся остаток отфильтровать, промыть водой, фильтрат и промывные воды собрать в мерную колбу емкостью 250 мл. К 50 мл этого раствора прибавить 3—4 мл 40% формалина, подкислить уксусной кислотой по фенолфталеину, прилить несколько миллилитров крахмала и оттитровать 0,1N иодом. Содержание серы вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 250 \cdot 100}{c \cdot 50},$$

где A — расход иода,

$T = N \cdot 0{,}03206$ — титр иода по сере,

c — навеска серы.

СЕРА МОЛОТАЯ

В молотой сере производятся те же определения, что и в комовой сере. Тонина помола определяется путем просева 100 г образца через сита: для I сорта — 250 меш (10 000 отверстий на

1 см²), для II сорта — 200 меш (6 400 отверстий на 1 см²), для III и IV сорта — 175 меш (5 000 отверстий). Кроме того, определяют кислотность. Она не должна превышать 0,1%. Для определения кислотности 50 г серы кипятить с 500 мл воды, по охлаждении довести до 1 л, профильтровать и 100 мл фильтрата оттитровать 0,1N едким натром с фенолфталеином.

СЕРНАЯ КИСЛОТА

Содержание свободной серной кислоты. С помощью кислотной пипетки отвесить около 2 г образца, выпустить в большое количество (200—250 мл) воды и снова взвесить пипетку. Полученный раствор серной кислоты оттитровать 1N едкой щелочью с метилоранжем. Содержание серной кислоты вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход щелочи,

$T = N \cdot 0{,}04904$ — титр щелочи по серной кислоте,

c — навеска образца.

СЕРОУГЛЕРОД

По $\frac{\text{ОСТ}}{\text{ВКС}}$ 5017 в пределах 46—47° должно перегоняться не менее 98% сероуглерода I сорта и 92% сероуглерода II сорта. Стандарт указывает размеры перегонной колбочки, холодильника, установки для нагревания. Этот способ определения прост, но огнеопасен. Можно определить содержание сероуглерода и химическим путем. Для этого из пипетки для кислот взять навеску образца 0,3 г и растворить ее в спиртовом растворе едкого кали. Через $^1/_2$ часа прибавить уксусной кислоты до кислой реакции, избыток кислоты нейтрализовать добавкой углекислого кальция, прибавить несколько миллилитров крахмала и оттитровать 0,1N иодом. Содержание сероуглерода вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход иода,

$T = N \cdot 0{,}07612$ — титр иода по сероуглероду,

c — навеска образца.

Можно также осадить образовавшийся ксантогенат раствором медного купороса. Для этого надо подкислить ксантогенат уксусной кислотой до кислой реакции и понемногу прибавлять

раствор медного купороса, пока не прекратится выделение желтого осадка ксантогената меди. Осадок отфильтровать, промыть, высушить, прокалить и взвесить. Множитель для пересчета окиси меди на сероуглерод равен 1,9133.

СЕРОУГЛЕРОДНАЯ ФРАКЦИЯ

Содержание сероуглерода в сероуглеродной фракции производится аналогично описанному в сероуглероде. Навеску фракции растворить в спиртовом растворе едкого кали. Образовавшийся ксантогенат или оттитровать иодом, или осадить в виде медной соли, как описано при анализе сероуглерода.

СОДА КАЛЬЦИНИРОВАННАЯ

Содержание углекислого натрия. Навеску образца около 2 г растворить в воде и оттитровать 1N соляной или серной кислотой. Содержание углекислого натрия вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход кислоты,

$T = N \cdot 0{,}053$ — титр кислоты по углекислому натрию,

c — навеска образца.

Потеря при прокаливании в двойном тигле. Навеску соды около 10 г прокаливать до постоянного веса в тигле, вставленном в другой фарфоровый тигель. Потерю веса вычислить в процентах.

По ОСТ 4892 содержание углекислого натрия должно быть не менее 98%, потеря при прокаливании — не более 4%. Потерю при прокаливании в двойном тигле имеет смысл делать в том случае, если содержание углекислого натрия резко отклоняется от 98%.

СОЛЬБАР

Навеску образца около 6 г поместить в мерную колбу емкостью 250 мл, прилить 150 мл воды, замкнуть пробкой и нагревать в течение часа на водяной бане при 80°С, часто помешивая. По охлаждении довести до черты водой, тщательно перемешать и оставить на ночь. Прозрачный раствор отобрать в маленькие колбочки, наполнив их доверху, чтобы по возможности предотвратить окисление полисульфидов воздухом. Тут же отобрать и порции раствора для анализа.

Анализ вести по тем же методам, которые приведены в анализе известково-серного отвара. Иметь в виду следующее: при определении общего содержания серы после окисления серы в сульфат-ион выпадет сернокислый барий, так как сольбар, это — полисульфид бария. Остаток этот может быть загрязнен кремнекислотой и другими примесями. Поэтому, отделив осадок, в растворе надо осадить сульфат-ион так, как это описано по ходу анализа. Осадок же, содержащий сернокислый барий, сплавить с 6-кратным количеством соды, сплав выщелочить водой, осадок промыть. Фильтрат и промывные воды соединить и осадить из них сульфат-ион хлористым барием как обычно. Осадок, состоящий из углекислого бария, может быть обращен на определение бария, если это требуется по обстоятельствам дела.

ТАБАЧНЫЙ ЭКСТРАКТ

Определение никотина в табачном экстракте производится таким же путем, как в никотин-основании. Навеску надо брать 2—3 г.

УГЛЕКИСЛЫЙ БАРИЙ

Содержание углекислого бария. Навеску образца около 0,2 г растворить в соляной кислоте 1 : 1, разбавить небольшим количеством воды, профильтровать и промыть водой до исчезновения реакции на хлор-ион.

В растворе будет содержаться весь барий, бывший в виде карбоната. Раствор нагреть до кипения и осадить кипящей серной кислотой как обычно.

Множитель для перечисления сернокислого бария на углекислый равен 0,8455.

ФОРМАЛИН

Наилучшим способом определения формальдегида является иодометрический. Навеску образца около 10 г разбавить водой в мерной колбе емкостью 500 мл. Для анализа взять 5 мл этого раствора, прилить 30 мл нормального едкого натра и тотчас 50 мл 0,1*N* иода (из бюретки или пипетки). Раствор окрашивается в слабожелтый цвет. Взбалтывать в течение минуты, затем прилить 40 мл нормальной серной кислоты. Выделившийся при этом иод оттитровать 0,1*N* гипосульфитом, прибавив крахмал в конце титрования. Предварительно оттитровать иод ги-

посульфитом, чтобы установить соотношение между этими титрами. Расчет произвести по формуле:

$$\frac{(A-B)\,T\cdot 500\cdot 100}{c\cdot 5},$$

где A — количество миллилитров гипосульфита, отвечающее 50 мл иода,

B — расход гипосульфита на обратное титрование иода,

$T = N\cdot 0{,}01501$ — титр гипосульфита по формальдегиду,

c — навеска формалина.

ФТОРИСТЫЙ НАТРИЙ

Общее содержание фтора. Навеску образца около 0,25 г нагревать в течение часа в стаканчике с 30 мл воды и 10 мл 20% едкого натра. Раствор профильтровать, фильтр промыть горячей водой. Фильтрат и промывные воды соединить, дать остыть, прибавить 10 мл растворимого стекла, содержащего 0,01 г SiO_2 в 1 мл, затем 1 г твердого хлористого калия, 1 каплю метилоранжа и прибавлять по каплям при непрерывном помешивании соляную кислоту 1 : 1 до явственно кислой реакции, прилив 2—3 капли избытка. В дальнейшем определение вести, как описано в кремнефтористом барии (п. 2, «Содержание фтора»).

Содержание свободной кислоты. Навеску 0,5 г прокипятить в платиновой чашке с 50 мл воды, прибавить 2 г хлористого калия, остудить и прибавить равный объем спирта-ректификата. При этом фторосиликат калия выпадает и выходит из сферы действия реакции. В дальнейшем анализ вести, как описано в кремнефтористом натрии (п. 2, «Содержание свободной кислоты»).

Содержание кремнефтористого натрия. Навеску образца около 0,5 г растворить при нагревании в платиновой чашке в 50—60 мл воды и горячий раствор оттитровать едким натром, не содержащим карбонатов. При этом титруются Na_2SiF_6 и $NaF\cdot HF$. Вычисление результатов анализа произвести так, как это описано в кремнефтористом натрии (п. 3).

Содержание фтористого натрия. Для вычисления количества фтористого натрия надо из общего количества фтора вычесть фтор, связанный в HF и в Na_2SiF_6, и остаток перечислить на NaF.

Поступать следующим образом: 1) Содержание HF в процентах, полученное по п. 2, умножить на фактор 0,9495 (F/HF). 2) Содержание кремнефтористого натрия в процентах, полученное по п. 3, умножить на фактор 0,6054 ($6F/Na_2SiF_6$). 3) Коли-

чество процентов фтора, полученные по пп. 1 и 2, сложить; полученную сумму вычесть из общего содержания фтора, найденного по п. 1 хода анализа. Разность даст фтор, связанный в виде фтористого натрия. 4) Разность эту умножить на множитель 2,2105 (NaF/F)— получится содержание фтористого натрия в образце.

ХЛОРИСТЫЙ БАРИЙ

Содержание хлористого бария. Навеску около 0,5 г растворить в небольшом количестве горячей воды, профильтровать, фильтр промыть горячей водой. Фильтрат и промывные воды довести до объема 200 мл, нагреть до кипения и осадить 60 мл кипящей 1% серной кислоты. В дальнейшем поступать, как описано в кремнефтористом барии (п. 1, «Содержание бария»). Для перечисления полученного сернокислого бария на $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ пользоваться множителем 1,0436.

Кислотность. Навеску образца около 10 г растворить в конической колбе в 100 мл воды и оттитровать 0,1*N* едким натром с метилоранжем. Расчет произвести по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход едкого натра,

$T = N \cdot 0{,}036465$ — титр едкого натра по хлористому водороду,

c — навеска образца.

ХЛОРПИКРИН

Перегонка хлорпикрина. 150—200 г хлорпикрина отогнать из колбы. Перегонку вести под хорошей тягой, на масляной бане— во избежание взрыва под конец перегонки. Дестиллят собирать в пределах 109,5—113° в тарированную колбочку и взвесить. Остаток, не превышающий 1%, остающийся после конденсации наполняющих колбу паров хлорпикрина, в расчет не принимать.

Содержание свободных кислот. 50 г хлорпикрина взболтать в делительной воронке со 100 мл воды. После отстаивания хлорпикрина водяной слой слить и снова взболтать со 100 мл воды. Водные вытяжки соединить и оттитровать 0,1*N* щелочью с метилротом. Содержание свободных кислот вычислить в азотной кислоте по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 100}{c},$$

где A — расход щелочи,

$T = N \cdot 0{,}063016$ — титр едкой щелочи по азотной кислоте,

c — навеска образца.

ЦИАНИСТЫЙ КАЛИЙ

Содержание цианистого калия. Навеску образца около 5 г растворить в воде в мерной колбе емкостью 500 мл. Для титрования взять с помощью бюретки 25 мл и прибавлять по каплям 0,05N раствор азотнокислого серебра до появления неисчезающей мути. Содержание цианистого калия вычислить по формуле.

$$\frac{A \cdot T \cdot 500 \cdot 100}{c \cdot 25},$$

где A — расход азотнокислого серебра,

$T = N \cdot 0{,}130228$ — титр азотнокислого серебра по цианистому калию,

c — навеска образца.

ЦИАНИСТЫЙ НАТРИЙ

Содержание цианистого натрия. Навеску образца около 4 г растворить в воде в мерной колбе емкостью 500 мл. Для титрования брать по 25 мл и прибавлять по каплям 0,05N раствор азотнокислого серебра до появления неисчезающей мути. Содержание цианистого натрия вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 500 \cdot 100}{c \cdot 25},$$

где A — расход азотнокислого серебра,

$T = N \cdot 0{,}098$ — титр азотнокислого серебра по цианистому натрию,

c — навеска образца.

ЦИАНПЛАВ

Из всех аналитических определений, которые производятся при анализе цианплава, наибольший интерес с точки зрения борьбы с вредителями сельского хозяйства представляет определение количества синильной кислоты, выделяющейся из цианплава при взаимодействии с водой или с разбавленной кислотой.

Содержание синильной кислоты. Навеску около 1,5 г хорошо измельченного и перемешанного образца поместить в мерную колбу емкостью 500 мл, прибавить 20 г углекислого свинца для того, чтобы связать сульфиды, взбалтывать в течение 3 минут, затем долить до черты водой, перемешать и дать отстояться. Раствор профильтровать и 100 мл фильтрата оттитровать 0,05 N азотнокислым серебром. Часто углекислый свинец, проходя сквозь фильтр

в состоянии крайне мелкого дробления, дает мутные фильтраты. Поэтому титрование следует проводить в присутствии иодистого калия. К порции фильтрата, предназначенной для титрования (100 мл), надо прибавить 2 мл 5% раствора иодистого калия и титровать не до появления мути, а до появления опалесценции, вызванной образованием иодистого серебра. Содержание синильной кислоты вычислить по формуле:

$$\frac{A \cdot T \cdot 500 \cdot 100}{c \cdot 100},$$

где A — расход азотнокислого серебра,

$T = N \cdot 0{,}05403$ — титр азотнокислого серебра по синильной кислоте,

c — навеска образца.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Тредвелл, В. Голл. Курс аналитической химии. Т. II, ч. 1-я и 2-я. Изд. 7-е, 1935.
2. Берль-Луиге. Справочник по основной химической промышленности. Ч. 1, изд. 2-е, 1937.
3. Стандарты инсектофунгисидов. Государственное издательство стандартизации и рационализации, 1934.
4. А. Д. Петров. Химические свойства и методы анализа инсектофунгисидов, 1933.
5. А. Панченко. Методы исследования и химические свойства отравляющих веществ, 1934.
6. А. Митгел и А. Уорд. Новые методы количественного химического анализа, 1933.
7. Lunge-Berl. Chemisch-technische Untersuchungsmethoden, 7 Auflage.
8. Official and Tentalive Methods of Analysis.

ИНСЕКТИСИДЫ И ЗООСИДЫ

Сельскохозяйственные растения и их урожай повреждаются животными и растительными организмами. К числу вредителей с.-х. растений из мира животных относятся: насекомые, их личинки и гусеницы, клещи, черви (главным образом нематоды), слизни, грызуны (мыши, крысы, суслики) и др. К числу приносящих вред растениям организмов относятся грибки, бактерии и вирусы.

Для борьбы с вредителями и болезнями с.-х. растений разработан ряд агротехнических, механических, химических и биологических мероприятий (паразитарный и бактериологический метод).

Химический метод борьбы с вредителями и болезнями с.-х. растений занял прочное и в ряде случаев ведущее положение.

Яды, применяемые для борьбы с болезнями с.-х. растений, называются фунгицидами или бактерицидами, в зависимости от того, применяются ли они против грибных заболеваний или бактериальных.

Яды, применяемые для борьбы с вредителями, в основном называются инсектицидами. В последнее время, если яды применяются против личинок насекомых, их стали называть ларвицидами, овицидами—в случае применения их когда насекомое бывает в стадии яичка, акарицидами — при применении против клещей, лимацидами — против слизней и зооцидами — при применении против мышей, крыс, сусликов и т. д. Последняя, дробная классификация инсектицидов еще мало привилась, и в широких кругах сохраняется их общее название — инсектициды и зооцидами — в случае применения против грызунов.

В зависимости от способов воздействия на насекомых инсектициды делятся на три основные группы.

1) *Кишечные инсектициды, или яды внутреннего действия.* Наносятся тем или иным способом на повреждаемые растения или вводятся в корм-приманку. Поедая растения или приманку, вредители поедают и яд, который отравляет их. Эти яды применяются против вредителей с грызущими ротовыми частями (саранчевые, жуки и их личинки, гусеницы бабочек, грызуны и др.).

2) *Контактные инсектициды, или яды наружного действия, наружные яды.* Убивают насекомых, разъедая их покровы, закупоривая дыхательные отверстия или проникая через дыхательные отверстия в организм и отравляя его. Контактные яды применяются против открыто живущих мелких насекомых с нежными покровами. Против насекомых с сосущими ротовыми частями (тли, клопы, щитовки, червецы) применимы только контактные яды. К этой группе инсектицидов относятся и яды, убивающие яички насекомых, — овициды. Контактные яды обычно действуют, попадая непосредственно на вредящих насекомых.

3) *Фумиганты.* Отравляют вредителей, проникая в их организм через дыхательную систему в газообразном или парообразном состоянии.

Инсектициды применяются:

1. В виде опрыскивания, когда инсектицид в водном растворе, суспензии или эмульсии наносится на кормовые растения или непосредственно на вредителей с помощью специальных аппаратов — опрыскивателей.

Нерастворимые в воде жидкие инсектисиды должны образовать стойкие эмульсии, твердые — стойкие водные суспензии, для чего твердые препараты должны быть очень тонкого размола. При грубом размоле яд быстро оседает и дает неравномерное опрыскивание. Растворимые в воде инсектисиды легче смываются дождями.

Жидкие инсектисиды должны хорошо смачивать растения и особенно хорошо опрыскиваемых насекомых при пользовании контактными ядами. Для этого в рабочие смеси и растворы инсектисидов добавляют ингредиенты, уменьшающие их поверхностное натяжение. Часто для этой цели добавляется мыло, патока-мелясса, рекомендуются казеинаты и др. В качестве ингредиентов в инсектисиды, применяемые в форме опрыскивания, добавляют вещества, содействующие прилипанию инсектисидов к поверхности после высыхания жидкости. Часто это бывают те же вещества, которые прибавляются для уменьшения поверхностного натяжения. Они же, увеличивая вязкость среды, препятствуют оседанию частиц в суспензии и способствуют образованию мельчайших капель при опрыскивании, которые лучше удерживаются на опрыскиваемой поверхности.

Иногда при опрыскивании пользуются смесью двух инсектисидов, действующих в разном направлении, например контактного и кишечного.

При смешении инсектисидов и введении ингредиентов необходимо учитывать возможность химического взаимодействия между ними.

В некоторых случаях такое взаимодействие недопустимо: например, добавление мыла к хлористому барию ведет к образованию нерастворимого мыла; в других случаях оно желательно: например, реакция инсектисидов, содержащих значительное количество водорастворимого мышьяка с известью, содействует понижению ожогов растений.

Добавлять известь к фтористому натрию не следует, так как образующийся фтористый кальций много менее токсичен, чем фтористый натрий.

2. В виде опыливания, когда сухие пылевидные инсектисиды или фунгисиды наносятся на кормовые растения и насекомых, при помощи аппаратов-опыливателей.

Для получения хорошего опыливания необходимо отсутствие у препарата слипания частиц и комкования, что зависит от влажности и гигроскопичности препарата и электрического заряда его частиц.

Прилипание частиц к поверхности зависит от характера опыливаемой поверхности (гладкая, волосистая), от заряда частиц и опыливаемой поверхности (листья растений имеют отрицательный заряд) и величины и формы частиц. Тонко размолотые препараты прилипают лучше.

Слишком тонкий помол тоже нежелателен, так как мелкие частицы будут при опыливании в значительной степени сноситься в сторону или уноситься вверх восходящими токами воздуха, особенно при авиаопыливании.

Обычно к пылевидным препаратам применяется требование размола 175—200 меш, т. е. когда частицы препарата проходят через сито с 175—200 отверстиями на 1 линейный английский дюйм или с 4 900—6 400 отверстиями на 1 см². Диаметр частиц препарата в этом случае бывает 0,01—0,06 мм. Встречаются и другие степени помола препаратов, которые всегда характеризуются числом отверстий в сите, через которое просеивается препарат полностью (100%) или в известном проценте.

Выражение «минус 80% 200 меш» указывает, что 80% препарата просеивается через сито с 200 отверстиями на 1 линейный английский дюйм.

В следующей таблице приведены величины диаметра частиц, соответствующие различным помолам, выраженным в мешах.

Меш (отверстий на 1 линейный дюйм сита)	Число отверстий на 1 см² сита	Диаметр частиц, проходящих через сито	Меш (отверстий на 1 линейный дюйм сита)	Число отверстий на 1 см² сита	Диаметр частиц, проходящих через сито
30	144	До 0,49 мм	200	6 400	До 0,07 мм
70	576	» 0,25 »	250	10 000	» 0,055 »
150	3 600	» 0,10 »	300	14 000	» 0,045 »
175	4 900	» 0,08 »			

В пылевидные препараты также вводятся различные ингредиенты: для разбавления препарата, для улучшения его прилипания, для уменьшения ожигающего действия препарата на растение, для изменения удельного веса. Величина удельного веса препаратов влияет на прилипание их к опыливаемой поверхности, на снос ветром и т. д.

Обычно удельный вес пылевидных препаратов лежит между 1,3—2,5.

В качестве ингредиентов в пылевидных препаратах чаще встречаются гашеная известь, тальк, лёссовая пыль, минеральные масла.

3. Фумигация производится в зерно-, плодо- и овощехранилищах, на мельницах, элеваторах и других производственных помещениях; фумигируются норы сусликов. Отравление вредителей достигается путем насыщения до определенной степени помещения ядовитыми газами или парами.

Производится фумигация также «под шатром», когда над деревом или кустом устанавливается брезентовая палатка, которая наполняется тем или иным фумигантом. Фумиганты должны иметь такую летучесть, т. е. давать такое максимальное количество паров при тех или иных условиях температуры и давления, при котором в фумигируемом помещении создавались бы смертельные для вредителей концентрации яда. Летучесть выражается в миллиграммах или в граммах на 1 м³ (например, хлорпикрин 57,5 г на 1 м³ при 0° и 760 мм). Чем выше точка кипения фумиганта, тем ниже его летучесть.

Важным фактором для фумигации является также скорость испарения фумиганта. При фумигации помещений желательно, чтобы скорость испарения была большой. Для ускорения испарения повышают температуру помещения, подогревают фумигант, создают большую площадь испарения, разбрызгивая фумигант, разливая его в широкую посуду, смачивая опилки, песок, тряпки.

Для фумигации почв требуется средняя и даже малая скорость испарения.

Скорость испарения уменьшается с повышением точки кипения фумиганта.

При точке кипения фумиганта выше 100° уже приходится принимать меры к ускорению его испарения. При точке кипения фумиганта ниже 40° встречаются затруднения в пользовании им, требуется специальная тара.

Большая адсорбция фумигантов, т. е. процесс поглощения паров фумиганта предметами фумигации и окружающими вещами, нежелательна, так как она вызывает необходимость создания повышенных концентраций. Так, при затравливании суслика в норах требуется в 100 раз больше хлорпикрина, чем в сосудах, где нет адсорбции.

При сильной адсорбции пищевые и кормовые продукты приобретают привкус фумиганта и становятся опасными для употребления.

При удельном весе фумиганта (отношение веса 1 л парообразного фумиганта к весу 1 л воздуха — равен 1,293 г) больше единицы источник фумигации следует помещать выше места нахождения вредителей, и наоборот. При фумигации воспламеняющимися веществами следует применять меры предосторожности: охлаждение печей и калориферов, выключение осветительных и телефонных проводов.

Необходимо учитывать, что многие фумиганты могут действовать на металлические предметы, ткани и их окраску, могут вступать в химическое взаимодействие с парами воздуха и изменять концентрацию.

Фумигируемое помещение должно быть достаточно герметично и в целях создания необходимой концентрации фумиганта и в целях устранения опасности для работающих и проходящих вблизи людей и животных.

Работы по фумигации должны производиться в противогазах. Длится фумигация помещений 15—50 часов. Помещение после отработок проветривается; иногда применяются дегазаторы. Сдача фумигируемых помещений производится после определения содержания фумиганта в воздухе. Для фумигации иногда устраиваются специальные камеры, куда помещаются фумигируемые материалы.

Для быстрейшего и более полного проникновения фумиганта в обрабатываемый материал устраиваются вакуум-камеры.

4. Инсектициды применяются также в форме приманок против грызунов и ряда насекомых (например саранчевых). В этом случае корм смешивается с ядом и раскладывается в местах обитания вредителя.

Каждый инсектицид, независимо от формы его применения (опрыскивания, опыливания, фумигации), употребляется в определенной для него концентрации, т. е. в определенном количестве его, содержащемся в единице объема, единице веса воздуха или жидкости.

Употребляемые концентрации каждого инсектицида незначительно варьируют в зависимости от вредителя, против которого он применяется.

Удобнее всего концентрацию выражать в процентах содержания инсектицида или ядовитого соединения к весу воды или пылевидного препарата.

Если встречается необходимость имеющийся жидкий или пылевидный инсектицид той или иной концентрации перевести

в другую, меньшую концентрацию путем добавления воды или пылевидного наполнителя (талька, лёсса, пыли и др.), то удобно пользоваться формулой

$$x = \frac{M \cdot n}{p} - M,$$

где x — количество разбавителя,

M — количество разбавляемого инсектицида,

n — его концентрация,

p — концентрация, которую желают получить.

Концентрация фумигантов обычно выражается в весовых единицах на единицу объема (например 10 г на 1 л, 100 г на 1 м³) или в процентах по объему (0,5% HCN).

Оперативная концентрация яда определяется достаточной ее токсичностью для вредителя и безопасностью для растений или семенного материала. Многие инсектициды повреждают растения, вызывая ожоги листьев, опадение их и другие формы повреждения. Расход инсектицида на единицу площади, на 1 растение и т. д. также контролируется и называется нормой расхода. Нормы расхода при опрыскивании технических и огородных культур — 300—600 л на 1 га, виноградников —2 000—2 500 л, одного плодового дерева в безлиственном состоянии 4—5—10 и более литров, в облиственном состоянии 8—10—20 до 40 л. При опыливании технических и огородных культур пылевидного препарата расходуется от 5 до 50 кг на 1 га, а при опыливании садов и виноградников — от 20 до 60 кг на 1 га.

При фумигации помещений расходуется 20—200 г яда на 1 м³, а при фумигации почвы — 40—60 г на 1 м².

Приманок расходуется 16—25 кг на 1 га против саранчевых и 80—100 кг на 1 га зеленой приманки против гусениц озимой совки.

Чтобы иметь возможность точно давать требуемую концентрацию инсектицидов, применять препараты для опыливания, получать устойчивые суспензии, избежать ожигания растений и т. д., необходимо, чтобы применяемые препараты имели определенную химическую характеристику. С этой целью на ряд инсектицидов уже разработаны стандарты, для других инсектицидов этот вопрос стоит на очереди.

Все изложенное об инсектицидах не исчерпывает всех необходимых общих сведений о них, а является лишь вводной частью к излагаемым в таблицах частным сведениям о важнейших ядах, применяемых в борьбе с вредителями сельского хозяйства.

Инсектициды кишеч

№ по порядку	Название инсектицида	Стандарт инсектицида
1	2	3
1	Трехокись мышьяка, мышьяковистый ангидрид, белый мышьяк.	ОСТ 5884/132. Мышьяк белый. Технический. Кристаллический порошок, сероватого или розоватого оттенка. As_2O_3—97%. Нелетучий остаток—не более 3%. Рафинированный. Кристаллический порошок белого цвета. As_2O_3—99,5%. Нелетучий остаток—не более 0,5%. Стекловидный. Бесцветный, стекловидный, прозрачный, при хранении переходящий в молочно-белую, непрозрачную массу. As_2O_3—99,9%. Нелетучий остаток—не более 0,1%.
2	Арсенит натрия, мышьяковистокислый натрий.	ОСТ 5885/133. As_2O_3—79—82%. Нерастворимый в воде остаток—не более 1%. Влаги—не более 1%. Помол: 1) тонкомолотый проходит 95% через сито 5 400 отверстий на 1 см²; 2) грубомолотый 95%—через сито 55 отверстий на 1 см².
3	Арсенит кальция, мышьяковистокислый кальций. Примечание. Испытывается препарат арсенит кальция с пониженным содержанием мышьяка As_2O_3—38—40%, предназначается для опыливания при нормах расхода на 35—40% бо́льших, чем стандартный.	ОСТ 5883/131. As_2O_3—70—72%. As_2O_5—не более 2%. Свободной CaO—не более 1%. Влаги—не более 1%. Помол: остаток на сите 6 400 отверстий на 1 см² не более 5%.
4	Арсенит магния, мышьяковистокислый магний As_2O_3—25%. В широкую практику еще не введен.	

ного действия

Способ применения инсектицида	Против каких вредителей применяется инсектицид	Концентрации инсектицида или другие указания о пользовании им
4	5	6
Приманки из хлопковых отрубей, подсолнечных, рисовой шелухи, опилок, конского навоза.	Саранчевые, сверчки, чернотелки, гусеницы совки.	1,2—1,5%
Приманки из кукурузы.	Медведки.	В 10 л 4—5% раствора вымачивают 5 кг зерна кукурузы.
Приманки из хлеба.	Крысы.	На 4—5 кг хлебного мякиша 0,5—1,0 кг трехокиси мышьяка.
	Мыши.	На 4—5 кг хлебного мякиша 0,25 кг трехокиси мышьяка.
Приманки из отрубей, жмыхов, конского навоза и др.	Саранчевые, мароккская кобылка, прус и др.	2—2,5%.
Приманка из зеленых растений.	Перелетная саранча.	3—5%.
	Озимая совка, луговой мотылек, совка-гамма.	В 0,8% растворе инсектицида с 1% патоки или муки обмакиваются пучки травы.
Приманки из хлеба.	Мышевидные грызуны.	Кусочки хлеба пропитываются в 3—5% растворе арсенита натрия.
Опрыскивание некультурной растительности.	Саранчевые.	0,2—0,6% с 0,4—1,2% извести или без нее.
Приманки из отрубей, жмыхов и др.	Саранчевые.	2,5%.
Опыливание главным образом некультурной растительности.	Саранчевые, луговой мотылек.	3,5—5 кг на гектар при авиаопыливании, 3—6 кг при наземном опыливании.
Опыливание лесов.	Гусеницы бабочек.	8—10 кг на гектар.
Опрыскивание.	Саранчевые, луговой мотылек.	Примечания. При добавлении наполнителя последнего берется в 4—8 раз больше, чем инсектицида.
		0,2—0,6% с известью в двойном-тройном количестве.
Опыливание некультурной растительности вместо стандартного арсенита кальция.	Саранчевые.	На единицу площади расход на 50% больше, чем стандартного арсенита кальция: 5,25—7,5 кг на гектар.

№ по порядку	Название инсектицида	Стандарт инсектицида
1	2	3
5	Парижская зелень (швейнфуртская зелень).	ОСТ 5882/130. As_2O_3 — не менее 53%; CuO — 28,5—30,5%; $(CH_3CO)_2O$ — 8—9%. Водорастворимого As_2O_3 — не более 3%. Остаток, нерастворимый в 25% аммиаке, — не более 0,6%. Влаги — не более 1,2%. Помол: остаток на сите 6 400 отверстий на 1 см² — не более 5%.
6	Щелковская зелень. As_2O_3 — 35—40%, CuO — 18—20%. В широкую оперативную практику еще не введена.	—
7	Московская зелень. As_2O_3 — 40%. CuO — 15—17%. В широкую оперативную практику еще не введена.	—
8	Арсенат кальция, мышьяковокислый кальций.	ОСТ 15/1642. As_2O_5 — 40 ± 2%, As_2O_3 — не более 1%. Водорастворимого As_2O_3 и As_2O_4 — не более 0,6%. Влаги — не более 2%. Помол: через сито 6 400 отверстий на 1 см² проходит не менее 95%.
9	Меритоль. As_2O_5 — 20—22%. В широкую оперативную практику еще не введен.	—

Продолжение

Способ применения инсектицида	Против каких вредителей применяется инсектицид	Концентрации инсектицида или другие указания о пользовании им
4	5	6
Опрыскивание.	Вредители овощеводства: капустная белянка, капустная совка, рапсовый пилильщик и др. Вредители плодоводства: яблонная плодожорка, яблонная моль, боярышница, кольчатый шелкопряд, комплекс долгоносиков и др.	0,08—0,2% с двойным-тройным количеством извести.
	Луговой мотылек.	0,12—0,4% с двойным-тройным количеством извести.
	Саранчевые.	0,25—0,6% с двойным-тройным количеством извести.
Опыливание.	Озимая совка.	Смесь зелени с известью 1:3, 1:7, с расходом смеси 18 кг на гектар.
	Малярийный комар.	0,4 кг на 1 га водной поверхности.
Приманки (редко) из отрубей, жмыхов и др.	Саранчевые сверчки, луговой мотылек и др.	2,5—3%.
Опрыскивание.	Вредители плодоводства те же, против которых употребляется парижская зелень.	Концентрации одинаковы с концентрациями парижской зелени.
Опрыскивание.	Вредители плодоводства те же, против которых употребляется парижская зелень.	Концентрации одинаковы с концентрациями парижской зелени.
Опыливание.	Против грызущих насекомых вредителей технических культур, бобовых, корнеплодов, виноградников, садов и лесов.	Расход 8—12 кг на гектар; в садах до 15—20 кг на гектар.
Опрыскивание.	Вредители плодоводства: грызущие листья гусеницы бабочек, комплекс долгоносиков и плодожорка.	0,2—0,3% с двойным количеством извести.
Опыливание.	Применяется в тех же случаях, где применяется стандартный арсенат кальция.	Нормы расхода те же, что и для арсената кальция.

№ по порядку	Название инсектицида	Стандарт инсектицида
1	2	3
10	Купфермеритоль. As_2O_5 — 19—20%. CuO — 19—20%. В широкую оперативную практику еще не введен.	—
11	Джипсин, арсенат свинца, мышьяковокислый свинец. As_2O_5 — 31—33%. В СССР не применяется.	—
12	Фтористый натрий, фторид натрия.	—
13	Кремнефтористый натрий, кремнефторид натрия, фторосиликат натрия.	ОСТ 2690. Na_2SiF_6 — не менее 95%. Свободной кислоты в пересчете на HF — не более 0,1%. NaF — не более 3%. Влаги — не более 1%. Помол: через сито 10 000 отверстий на 1 см² проходит не менее 85%.
14	Кремнефтористый барий, кремнефторид бария, фторосиликат бария. В широкую оперативную практику еще не введен.	—
15	Хлористый барий.	ОСТ 4894. $BaCl_2$ — не менее 97%. Воды гигроскопической — не более 2,5%. Железа — не более 0,01%. Нерастворимого в воде остатка (прокаленного) — не более 0,2%. Кислотность в пересчете на HCl — не более 0,2%.
16	Углекислый барий.	—

Продолжение

Способ применения инсектицида	Против каких вредителей применяется инсектицид	Концентрации инсектицида или другие указания о пользовании им
4	5	6
Опыливание.	Применяется в тех же случаях, где применяется стандартный арсенат кальция и меритоль. Одновременно действует на грибные заболевания, как бордосская жидкость.	Нормы расхода те же, что и для арсената кальция и меритоля.
Опрыскивание.	Применяется в тех же случаях, когда парижская зелень и арсенат кальция.	0,1—0,15%.
Опрыскивание.	Вредители хлопка: карадрина, коробочный червь.	0,3—1%.
	Саранчевые в первых возрастах.	0,3—0,5%.
	Саранчевые—старшие возрасты, луговой мотылек, свекловичный долгоносик.	0,5—1%.
Опыливание (мало распространено).	В тех же случаях, что и опрыскивание.	Смешивают с гипсом в отношении от 1 : 1 до 1 : 5
Приманки из отрубей, жмыхов и др.	Саранчевые, озимая совка.	2—3,5%.
Опрыскивание.	Применяется в тех же случаях и концентрациях, что и фтористый натрий, а также против вредителей овощеводства.	0,3—1%.
Опыливание.	То же	8—12 кг на гектар, без наполнителя.
Приманки.	»	2—3,5%.
Опрыскивание.	Вредители плодоводства.	1%.
Опрыскивание.	Свекловичный долгоносик, гусеницы лугового мотылька старших возрастов.	4—5%.
	Гусеницы лугового мотылька младших возрастов, гусеницы капустной белянки, капустной совки, совки-гаммы.	3—4%.
	Гусеницы яблоневой моли, гроздевой листовертки, боярышницы.	1,5—3%.
Приманки из хлеба.	Грызуны в помещениях и складах.	1 кг на 4—5 кг хлебного мякиша в 200 г сахара.

Инсектициды кон

№ по порядку	Название инсектицида	Стандарт инсектицида
1	2	3
17	Мыло.	ОСТ 345. Мыло жидкое. При 0—30°С не должно терять своей однородности. Растворяется в четырех весовых частях воды при 15°С. Жирных кислот — не менее 40%. Свободной едкой щелочи — не более 0,1%. Свободной углекислой щелочи — не более 2,5%. Нерастворимого в воде остатка — не более 0,5%. Неомыленных и неомыляемых органических веществ от общего веса жирных кислот — не более 3%. ОСТ 6—7. Мыло хозяйственное (твердое). Жирных и других органических кислот — 40±2%. Неомыленного жира — не более 0,25% от веса жирных кислот. Свободной едкой щелочи в пересчете на едкий натр — не более 0,2%. ОСТ 4936. Мылонафт А и Б. Содержание в них нафтеновых кислот соответственно — 50 и 43%, неомыляемых органических веществ — 10 и 15%, минеральных солей — 6 и 7%.
18	Минеральные масла: дестилляты нефти, древесного и каменного угля.	—
19	Анабазин-основание и анабазин-сульфат.	ОСТ 6691/361. Анабазин-сульфат. Прозрачность полная, цвет темнобурый. Удельный вес при 15°С—1,15—1,18. Реакция нейтральная или слабокислая (кислотность — не выше 0,5%). Содержание анабазин-основания — не ниже 30%.

тактного действия

Способ применения инсектицида	Против каких вредителей применяется инсектицид	Концентрация инсектицида или другие указания о пользовании им
4	5	6
Опрыскивание.	Разные виды—тли, медяницы, трипсы, клещи.	2—4%.
В качестве ингредиента в других инсектицидах.		0,3—0,6%.
Опрыскивание зеленых растений (летнее опрыскивание).	Вредители плодоводства: комплекс сосущих насекомых, плодожорка, мелкие гусеницы бабочек.	0,5—2%.
Опрыскивание деревьев после опадения и до распускания листьев (зимнее опрыскивание).	Вредители плодоводства: зимующие насекомые и их яички (щитовки, тли, медяницы, бабочки, клещи).	5—8—10%.
Опрыскивание незагруженных амбаров и складских помещений.	Комплекс вредителей зерна и продуктов.	6—10%.
Смазывание кладок яичек.	Непарный шелкопряд.	Чистые масла, керосин.
Опрыскивание.	Яблоневая тля.	0,08% с 0,3—0,6% мыла.
	Капустная тля, бахчевая тля, медяница.	0,15% с 0,3—0,6% мыла.
Опыливание анабадустом.	Те же случаи, что и опрыскивание.	Дуст с 1,7—1,8% анабазин-сульфата. Расход анабадуста на технических и огородных культурах — 15—30 кг, в садах — до 80 кг на гектар. При всех расчетах концентраций необходимо считать, что берется 100% анабазин-сульфат.

№ по порядку	Название инсектисида	Стандарт инсектисида
1	2	3
20	Никотин-основание. Никотин-сульфат.	ОСТ 4079. 50% никотин-основание. Никотина и табачных смол — 50%. Цвет от лимонно-желтых, до коричневых и вишневых оттенков. Растворимость в воде при 15–20°С — полная. Удельный вес при 15° С — не менее 1. Механические примеси не допускаются. ОСТ 4078. Никотин-основание 96—98%. ОСТ 4080. Никотин-сульфат. Содержит никотин-основания 40%. Цвет от темнозеленых до коричневых и вишневых оттенков. В тонком слое прозрачен. Механические примеси не допускаются. Растворимость в воде при 15° С — полная. Удельный вес при 15°С—1,13–1,18. Реакция нейтральная.
21	Пиретрум.	–
22	Едкий натр, каустическая сода.	ОСТ 5254. Каустическая сода содержит едкого натра не менее 90—95%. Углекислого натрия — не более 2,5—3% и хлористого натрия — не более 1,5—3,75%.
23	Известь.	ОСТ 2643. Негашеная известь содержит не менее 85% CaO.
24	Сулема	—
25	Железный купорос.	—

Продолжение

Способ применения инсектицида	Против каких вредителей применяется инсектицид	Концентрация инсектицида или другие указания о пользовании им
4	5	6
Опрыскивание.	Виды тли, медяница, клопы, мелкие гусеницы.	0,04—0,15% (из расчета 100% никотин-основания или никотин-сульфата) с добавлением 0,4–0,5% мыла.
Опыливание (никодуст).	В тех же случаях, что и опрыскивание, и, кроме того, против земляных блошек.	5% никотин-сульфата 40%. Расход на огородных и технических культурах — 15—30 кг, в садах — до 80 кг на гектар.
Фумигация.	Вредители в оранжереях и теплицах.	Испарение подогреванием никотин-основания из расчета 1 г на 1 м³ с добавлением 2 г соды.
Опрыскивание.	Комплекс сосущих насекомых: тли, медяница. В тех же случаях, что и опрыскивание, и, кроме того, против земляных блошек, домашних паразитов.	0,02%. Порошок размолотых растений или смесь его с известью, гипсом, мукой.
Опрыскивание зернохранилищ и вагонов.	Вредители зерна и продуктов.	10%, расход жидкости 250—500 см³ на 1 м³ помещения.
Опыливание.	Слизни (поля, огороды).	Расход 120—200 кг на гектар.
Побелка деревьев, стен парников, зерно-, плодо- и овощехранилищ.	Зимующие на деревьях и в стенах парников насекомые, вредители зерна и продуктов.	Суспензия 10—20%.
Ингредиент.		Обычно в двойном-тройном количестве, сравнительно с основным инсектицидом.
Внесение в почву.	Нематоды.	
Подлика растений, главным образом в парниках.	Яички капустной мухи.	0,1%, расход на 1000 рам парников 2500 л раствора.
Посыпка в мелко раздробленном виде зараженных слизнем площадей.	Слизни.	Расход 13 т на 100 га.
Опрыскивание.	Слизни. Зимующие яички яблоневой медяницы и других насекомых.	10%. 5—10%.

№ по порядку	Название инсектицида	Стандарт инсектицида
26	Хлорпикрин.	ОСТ 129. Хлорпикрин технический. При 109,5—113° С и нормальном давлении перегоняется не менее 98% по весу. Удельный вес при 20° С—от 1,654 до 1,663. Свободных кислот (HNO_3) — не более 0,01%. Не содержит капельно-жидкой воды, отстоя взвешенных частиц. Примесей растворенных, механических, в том числе воды, — не более 4%.
27	Сероуглерод.	ОСТ 5017. Технический сероуглерод. Прозрачен. Удельный вес при 20° С не менее 1,26. Перегоняется при температуре 46—47° и давлении 760 мм не менее 92%.
28	Синильная кислота (и ее соли).	

гантЫ

Некоторые физические свойства инсектицида	Использование инсектицида
Летучесть при 0° — 57,7 г на 1 м³, при 15°—136 г, при 20° — 184 г. Скорость испарения при 23°—2,5 г на 1 м². Удельный вес (по воздуху)—5,67.	В пустых помещениях против грызунов—5—8 г на 1 м³; против амбарных вредителей и домашних паразитов—15—20 г на 1 м³ при экспозиции 24 часа и температуре не менее 15° С. В загруженных зернохранилищах норма расхода на 10—20% больше. Против сусликов—0,5—1 г на 1 нору с последующей прикопкой норы. Для борьбы с вредителями, населяющими почву, расход — 600—700 кг на гектар.
Летучесть—около 2 000 г на 1 м³. Удельный вес паров (по воздуху) — 2,64.	При фумигации пустых помещений—80—120 г на 1 м³ при экспозиции 20—25 часов и температуре 15° С. Для складов с зерном, ленящим россыпью, — 100—250 г на 1 м³, с зерном в мешках — 80—200 г на 1 м³. Для борьбы с филлоксерой вводится в почву 500 г на 1 м². Для борьбы с сусликами — 4—6 г на 1 нору.
Летучесть — 1 100 г на 1 м³ при 26° С. Точка кипения 26,6° С. Удельный вес жидкой HCN — 0,71 при 0°. Удельный вес паров (по воздуху)—0,917.	Против грызунов в помещениях — 5 г на 1 м³ при экспозиции 4 часа. Против мучной моли—12 г на 1 м³ при экспозиции 18 часов. В пустых зернохранилищах 10—12 г на 1 м³ при экспозиции 24 часа. При окуривании посадочного материала в камере—2,5—5 г на 1 м³ при экспозиции 45 — 60 минут. При вакуумной фумигации хлопковых кип — 50—100 г на 1 м³ с экспозицией 100 минут. Для окуривания зеленых растений в оранжереях —1—2,5 г на 1 м³ при экспозиции 15—24 часа, под шатрами—1,5—6 г на 1 м³ при экспозиции 45—60 минут. Для борьбы с сусликами в нору вводится 1—2 г цианплава. Все нормы указаны для температуры не ниже 15°С.

№ по порядку	Название инсектисида	Стандарт инсектисида
29	Сернистый ангидрид (сжигание серы или жидкий в баллонах).	
30	Сероводород (жидкий в баллонах или выделяется из сернистых шлаков).	
31	Хлор (жидкий) в баллонах.	
32	Парадихлорбензол (П. Д. Б.).	
33	Полихлориды.	
34	Сера.	

Продолжение

Некоторые физические свойства инсектицида	Использование инсектицида
Удельный вес (по воздуху)—2,2.	При фумигации помещений сжиганием серы требуется сернистого газа 80—160 г на 1 м³ при экспозиции 12—24 часа, для этого нужно сжечь 40—80 г серы на 1 м³. При применении SO_2 в жидком виде концентрацию уменьшают в 2—4 раза. При окуривании места зимовок комаров сжигают серы 25—46 г на 1 м³.
Удельный вес (по воздуху)—1,18. Удельный вес (по воздуху)—2,55.	На 1 нору суслика дают 4—6 г сероводорода; при пользовании шлаками в нору суслика вводят 8—9 г мелко раздробленного шлака. При фумигации помещений против клеща требуется 120—250 г сероводорода на 1 м³ при экспозиции 2 суток и температуре выше 12° С. При наличии в помещениях других вредителей зерна, кроме клеща, или повышенной влажности зерна расход сероводорода доводится до 300 г на 1 м³ при 3—4 сутках экспозиции. При фумигации зерна шлаками последних требуется 1 кг на 1 тонну зерна, для пленчатых культур — 1,5—2 кг, при экспозиции 2—3 суток.
Точка кипения —34,5°.	Фумигация пустых бараков и плодоовощехранилищ, расход—30—40 г на 1 м³.
Точка плавления 53° С. Удельный вес паров (по воздуху)—5,1.	Для борьбы с мраморным хрущем в виноградниках закладывают в почву на глубину 5—10 см 5 г П.Д.Б. на 1 м²; против филлоксеры—на глубину 15—20 см в междурядковых бороздах по 20 г на 1 пог. м.
Удельный вес—1,28—1,30.	Для борьбы с населяющими почву вредителями леса вводят в почву 600 кг на гектар, чая — 800 кг и технических культур — 700 кг на гектар.
Точка плавления — в зависимости от формы кристаллов 112—118°.	Для борьбы с паутинным клещиком на хлопке и в теплицах путем опыливания — 15—30 кг на гектар.

ФУНГИЦИДЫ

(вещества для борьбы с возбудителями грибных и бактериальных заболеваний растений)

1. *Бордосская жидкость* применяется для защиты растений в период их вегетации от грибных и бактериальных заболеваний, а именно: виноградников — против мильдью (ложной мучнистой росы), плодовых деревьев — против парши, картофеля и помидоров — против фитофторы (ложной мучнистой росы), огурцов — против бактериальной пятнистости, декоративных растений — от ложно-мучнисторосых грибков.

Бордосская жидкость готовится из медного купороса и извести. Наиболее правильный и удобный способ приготовления бордосской жидкости заключается в следующем: чтобы получить 100 л так называемой 1% бордосской жидкости, потребуется 1 кг медного купороса и 0,75 кг хорошей комовой негашеной извести. В деревянной кадке в половинном количестве воды (в 50 л) гасят отвешенную известь (0,75 кг), чтобы получить известковое молоко. В другом деревянном сосуде в 50 л воды растворяют 1 кг медного купороса, затем раствор медного купороса вливают в известковое молоко при тщательном перемешивании. Образуется непрозрачная голубая жидкость.

Бордосская жидкость должна иметь нейтральную реакцию, что определяется лакмусовой бумажкой. Допустим небольшой избыток извести, придающий бордосской жидкости слабощелочную реакцию. Кислая и сильнощелочная реакции могут быть причиной ожогов листьев.

При приготовлении бордосской жидкости не следует смешивать сильно концентрированные растворы, а потом разбавлять бордосскую жидкость водой.

Бордосская жидкость готовится перед самым употреблением. Применяется путем разбрызгивания из опрыскивателей. Она обладает способностью значительно долгое время удерживаться на листьях, придавая им голубоватый оттенок. Расход бордосской жидкости на 1 га виноградников при одном опрыскивании в зависимости от плотности насаждений колеблется от 1 200 до 2 000 л. На 1 га плодовых деревьев — 1 000—1 500 л; на 1 га картофеля или помидоров — 500—600 л.

2. *Бургундская жидкость*, подобно бордосской жидкости, применяется для защиты растений в период вегетации от грибных и бактериальных заболеваний. Бургундская жидкость имеет сине-зеленую окраску. Благодаря тому что она не оставляет после

себя на листьях резкой окраски, применяется преимущественно для опрыскивания декоративных растений.

Бургундская жидкость готовится из медного купороса и соды (кристаллической или кальцинированной). Обычно применяется 0,5—0,3% бургундская жидкость. Для приготовления 100 л 0,5% бургундской жидкости потребуется 0,5 кг медного купороса и 1,16 кг кристаллической соды (0,227 кг кальцинированной). Медный купорос растворяется в половинном количестве воды (в 50 л), в другом сосуде в 50 л воды растворяется сода. Затем жидкость смешивается (вливать ли медный купорос в соду или наоборот — значения не имеет).

Бургундская жидкость должна иметь нейтральную или слабощелочную реакцию. Готовится, как и бордосская жидкость, перед самым употреблением.

3. *Медный купорос*—сернокислая медь $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ в кристаллах синего цвета. В сельском хозяйстве обычно применяется второй сорт, который по стандарту должен содержать Cu не менее 24,5%.

При температуре 100° С медный купорос теряет 4 частицы кристаллизационной воды и превращается в аморфный серовато-грязный порошок. Медный купорос хорошо растворим в воде. Все же, в случае крупных кристаллов, для быстроты растворения применяют теплую воду. Медный купорос в сельском хозяйстве применяется главным образом в комбинации с известью (для получения бордосской жидкости) и с содой (для получения бургундской жидкости).

В чистом виде медный купорос применяется при ремонте построек, зараженных домовым (дереворазрушающим) грибком. В этом случае все старые части, соприкасающиеся с новым материалом, смазывают двукратно 8—10% раствором медного купороса; раствором такой же крепости предварительно обмазываются и новые деревянные части, идущие на ремонт.

Для дезинфекции корневой системы молодых плодовых деревьев, пораженных корневым раком, применяется 1% раствор медного купороса.

Деревья, после удаления раковых наростов, погружаются в указанный раствор на 5 минут, после чего производится тщательная промывка корневой системы водой. Рекомендуется и другой способ дезинфекции корневой системы плодовых деревьев, пораженных раком. Готовится сметанообразная масса из глины, песка и 5% медного купороса. В эту массу обмакиваются корни без последующей промывки водой.

Для дезинфекции овоще-плодохранилищ, культивационных помещений и для обмазки деревьев весной медный купорос добавляется в количестве 1% к известковому молоку.

При применении медного купороса нужно остерегаться попадания его в ранки и царапинки на теле и пользоваться совком или резиновыми перчатками.

Медный купорос допускается растворять только в деревянной или эмалированной посуде.

4. *Железный купорос* — сернокислое железо $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ в кристаллах зеленоватого цвета. При выветривании и частичном окислении кристаллы покрываются бурым налетом. Железный купорос хорошо растворим в холодной воде. Применяется он в 3% растворе для опрыскивания деревьев ранней весной (до распускания листьев) против лишаев и зимующих стадий грибков.

Применяется также для лечения растений от хлороза; для этой цели поливают почву раствором железного купороса (20—30 л 1% купороса на 1 дерево). При зачистке ран (от черного рака, от трутовиков) последние дезинфицируются путем промазывания 5% раствором железного купороса с последующей заделкой ран садовой замазкой.

Железный купорос следует сохранять в сухом помещении, в закрытом сосуде.

5. *Сера.* В сельском хозяйстве применяется комовая сера, черенковая и молотая сера (серный цвет). Комовая и черенковая сера применяются для дезинфекции овоще-плодохранилищ перед закладкой овощей на хранение, теплиц и оранжерей — перед постановкой растений на зимовку.

Дезинфекция производится путем сжигания серы на противнях или в специальных серосжигательницах. Получающийся при сжигании сернистый газ губительно действует на споры вредных грибков.

Для окуривания сера берется из расчета 20—40 г на 1 м³ помещения.

Измельченная (порошковидная) сера имеет беловатый оттенок. При размалывании серы серная пыль способна от искры взрываться.

Размол серы в больших количествах производится на специальных мельницах.

Молотая сера применяется для лечения виноградников, хмеля от истинной мучнистой росы.

В том и другом случае молотая сера применяется путем распыливания. На 1 га виноградников при однократном опыливании

в зависимости от системы культивирования виноградной лозы и зеленой массы куста расходуется серного цвета от 20 до 38 кг.

Для опыливания хмельников расход серного цвета, в зависимости от высоты растений, колеблется от 16 до 76 кг. При опыливании серным цветом в самые жаркие часы дня или сразу после дождя возможны ожоги на листьях. Для лучшего распыления и в целях более экономного использования серный цвет смешивают с известью (пушонкой), с каолином или с гипсом в соотношении 1 : 1.

Сера идет на приготовление серно-известкового отвара (ИСО); в последнее время из серы и сернистого бария готовится препарат «Сольбар».

При внесении серы в почву в количестве 35—70 кг на 1 га в значительной степени снижается заболевание картофеля порошистой паршой.

6. *Известь*, окись кальция CaO, жженая известь. Негашеная известь получается путем обжигания известняка; представляет рыхлые комья белого цвета, различной формы и размеров. Негашеная известь при смачивании ее водой превращается в гашеную известь $Ca(OH)_2$, рассыпаясь при этом в порошок с выделением тепла. При хранении в плохо упакованной таре под влиянием влаги воздуха негашеная известь медленно гасится, превращаясь в дальнейшем под влиянием углекислоты воздуха в мел.

Для приготовления бордосской жидкости (см. бордосская жидкость), серно-известкового отвара, смеси серы с известью (см. ниже) известь берется жженая или же в виде известковой пасты (гашеной извести), заготавливаемой обычно впрок. Чтобы заготовить известь впрок для использования ее в течение вегетационного периода, поступают следующим образом. С осени под навесом вырывают яму, помещают в нее плотный ящик, загруженный нужным количеством негашеной извести, известь гасится до состояния пасты, с обязательным учетом израсходованной воды с тем, чтобы при использовании пасты можно было сделать пересчет на сухую известь. Ящик с гашеной известью закрывается досками, на доски насыпается слой земли, предохраняющий известь от мороза и от доступа углекислоты воздуха. Заготовленная таким способом известь не теряет своих качеств.

Известь в виде пушонки добавляется к серному цвету для опыливания виноградников.

Известь применяется для побелки штамбов плодовых и декоративных деревьев, для побелки стен овоще- и плодохранилищ.

В этих случаях негашеная известь гасится равным количеством воды, затем 1 ведро гашеной извести смешивается с двумя ведрами воды, получается масса консистенции сливок; для лучшей прилипаемости и для усиления дезинфекционных свойств к известковой обмазке добавляется медный купорос в количестве 1%.

Негашеная (измельченная) или свеже гашеная известь, внесенная в почву в количестве 2—4 т, в значительной степени снижает на зараженных почвах заболевание крестоцветных килой.

7. *Серно-известковый отвар* применяется для опрыскивания плодовых деревьев от парши и персиков от курчавости. Готовится из серы и извести следующим образом: берутся 20 кг извести, 40 кг серного цвета на 200 л воды. Известь гасят в небольшом количестве воды и в горячую известковую массу, тщательно перемешивая, всыпают серу, затем вливают остальную воду и кипятят около часа. При кипячении масса перемешивается. Испаряющуюся при этом воду добавляют. Серно-известковый отвар должен иметь красно-кирпичный цвет, плотность 20°, которая контролируется ареометром Бомэ. Для опрыскивания раствор разбавляется водой в 40—60 раз.

8. *Сольбар*, темносерый порошок, представляет механическую смесь тонко размолотой серы и сернистого бария. Сернистый барий в присутствии воды реагирует с серой, образуя полисульфиды бария.

Применяется для опрыскивания растений: огурцов — против истинной мучнистой росы, яблонь — против парши и томатов — против бурой пятнистости. Наиболее употребительные концентрации: для огурцов — 1,5—1%, для яблонь — 1,5%, для помидоров — 2%.

Раствор из сольбара готовится в деревянной посуде. К отвешенному количеству сольбара прибавляется вода из расчета 1 часть воды на 1 часть сольбара (1 л воды на 1 кг сольбара); порошок тщательно растирается в воде деревянной лопаткой до получения сметанообразной массы. Затем масса разбавляется 3 объемами воды (3 л) и оставляется стоять 1—2 часа, после чего раствор снова разбавляется водой до нужной концентрации. Отстоявшуюся прозрачную жидкость янтарного цвета осторожно сливают или черпывают для опрыскивания. Отстой выбрасывается (закапывается в землю). Для опрыскивания садов расход жидкости 1 000—1 400 л на 1 га. Для опрыскивания огурцов в закрытом грунте, в теплицах—2 000—3 000 л на 1 га, в парниках — 1 л на парниковую раму.

Порошковидный сольбар необходимо хранить в прочной таре и в сухом помещении.

9. *Препарат АБ* предложен фитопатологом А. Боргардом в целях экономии медного купороса. Представляет собой тонкий порошок зеленовато-голубого цвета. Содержит медь, заключающуюся в препарате в виде углекислой меди, сернокислой и основной сернокислой меди. Готовится в настоящее время из металлического медного лома, растворяемого в серной кислоте; получающийся при этом раствор медного купороса осаждается мелом. Осадок высушивается при определенном температурном режиме, после чего размалывается.

Применяется препарат АБ для сухого протравливания пшеницы против твердой головни, для протравливания яровизируемых семян пшеницы против того же паразита; для опыливания виноградников от мильдью и картофельных полей против фитофторы.

Расход препарата для протравливания пшеницы — 2 кг на 1 т семян.

Семена ржи и пшеницы, высеваемые на селекционных станциях, в районных семеноводческих хозяйствах и на семенных участках колхозов протравливаются при повышенной дозировке — 3 кг на 1 т.

Для однократного опыливания 1 га картофеля расходуется 15 кг. Для опыливания 1 га виноградников — 20—25 кг. При применении АБ рабочие должны находиться в респираторах. Протравленное зерно необходимо хранить отдельно и не давать людям в пищу и для скармливания сельскохозяйственным животным и птицам. Препарат АБ необходимо хранить в помещении, специально отведенном под хранение ядов, и держать в закрытой таре и в сухом состоянии.

10. *Купфермеритоль* — тонкий порошок голубовато-серого цвета, содержит медь и мышьяк. Применяется для опыливания плодовых деревьев и виноградников в том случае, когда требуется одновременная борьба с грибными заболеваниями (с паршой, с мильдью) и с листогрызущими вредителями. Преимущества купфермеритоля перед бордосской жидкостью и перед парижской зеленью заключаются в том, что для купфермеритоля не требуется вода, этим препаратом можно лучше охватить внутреннюю часть кроны куста или дерева.

Количество препарата, расходуемого на 1 га сада при однократном опыливании, — до 60 кг, для виноградников — 20—30 кг.

При распыливании препарата необходимо пользоваться респираторами и пылезащитными очками.

11. *Гранозан.* Препарат для сухого протравливания семян с.-х. культур (пшеницы, льна, ячменя). В состав гранозана входит этил-меркурхлорид в количестве 2% и тальк в количестве 98%. Протравливание семян гранозаном производится в машинах для сухого протравливания (боченкообразного типа). Следует опасаться попадания препарата в дыхательные пути и на обнаженные части тела.

Протравливание производится обязательно в респираторах и в пылезащитной одежде.

Протравленное зерно хранится отдельно, в пищу людям и для скармливания скоту не допускается.

Для протравливания 1 т семян пшеницы берется препарата 0,75—1 кг, для протравливания 1 т льносемян — 1,5 кг.

12. *Препарат Давыдова* применяется для сухого протравливания семян пшеницы и льна. Содержит тальк и арсенит кальция. По существующим техническим условиям должен содержать As_2O_3 — 10—11%, влажность — не свыше 3%. Препарат Давыдова применяется в следующих дозировках: на 1 т пшеницы — 0,75—1 кг, на 1 т льносемян — 1,5 кг.

Протравливание семян можно производить за месяц до посева. При применении препарата Давыдова нужно соблюдать те же предосторожности, что и с гранозаном.

13. *Формалин* — бесцветная жидкость, с резким запахом, представляет водный раствор формальдегида (альдегида муравьиной кислоты). В слабых водных растворах применяется для мокрого и полусухого протравливания семян пшеницы, овса, ячменя, хлопчатника, для дезинфекции овоще- и плодохранилищ и культивационных помещений; в более крепких растворах — для протравливания почвы. Формалин от длительного хранения при низкой температуре полимеризируется — из раствора выпадает хлопьевидный осадок, превращающийся потом в плотный белый осадок. В таком состоянии формалин не пригоден для протравливания. Для растворения полимеризированного формалина прибегают к разбавлению его горячей водой или же подщелачивают путем разбавления его с равным объемом воды, в которой перед этим растворяют бельевую соду в количестве 8 г на 1 л воды или каустическую соду в количестве 4 г на 1 л. Разбавленный подщелоченной водой формалин оставляют в теплом помещении до исчезновения осадка. Прозрачную жидкость вливают в другой сосуд и применяют для протравливания.

Семена с.-х. культур протравливаются мокрым и полусухим способом. Для мокрого протравливания семян (овса, пшеницы, ячменя, проса) 40% формалин разбавляется водой в 300 раз (1 : 300), 30% формалин — в 225 раз (1 : 225). Мокрое протравливание производится или в специальных машинах для мокрого протравливания или просто погружением семян (в мешках, в корзинах) в раствор на 2—3 минуты. Затем семена складываются в кучу и покрываются брезентом для томления. Под влиянием паров формалина споры грибков убиваются. После 2-часового томления семена просушиваются на сквозняке под навесом. Для полусухого протравливания семян овса, ячменя 40% формалин разбавляется водой в 80 раз (1 : 80), 30% — в 60 раз. Полусухое протравливание производится в специальных машинах или же просто в кучах. В последнем случае семена рассыпаются на полу или на брезенте грядой около 30 см высоты. Затем семена опрыскиваются из ранцевого опрыскивателя с наконечником или же поливаются лейкой с тонким ситочком. Опрыснутые семена тщательно перелопачиваются и закрываются брезентом на 4 часа для томления. После томления производят перелопачивание для удаления паров формалина. При полусухом способе расходуется для 1 т овса 30 л рабочей жидкости, для ячменя — 15 л.

При яровизации семян (пшеницы, овса, ячменя) применяют мокрое протравливание формалином. Вторая замочка семян проводится не в воде, а в растворе формалина (см. мокрое протравливание).

Для протравливания семян хлопчатника от гоммоза 40% формалин разбавляется водой в 100 раз (1 : 100). Семена погружаются в этот раствор на 5 минут, затем подвергаются томлению в течение 2 часов, после чего просушиваются при перелопачивании. На 1 т голых семян потребуется 200 л раствора и на 1 т опушенных — 250 л.

Для протравливания почвы формалин 40% разбавляется водой в 50 раз (1 : 50), 30% — в 38 раз (1 : 38).

Разбавленным формалином промачивают почву на глубину пахотного слоя; для лучшей проницаемости на обработанной почве наносятся перед поливкой гребни, которые после поливки выравниваются.

Через 2 дня производится рыхление, посев делается после удаления запаха формалина из почвы.

В целях избежания полимеризации формалина последний должен храниться в отапливаемом помещении.

13. *Сулема* ($HgCl_2$) — белый кристаллический порошок, содер-

жит ртуть, в воде медленно растворим, сильный яд. Применяется для протравливания семян от грибных заболеваний (фузариума) и бактериозов.

Наиболее употребительная концентрация — 1 : 1 000 (0,1% раствор в воде) при экспозиции 5 минут. Семена после протравливания обмываются водой.

14. *Хлорная или белильная известь.* Комковатый порошок с сильным запахом хлора. Обладает дезинфицирующими свойствами. Применяется вместо формалина для протравливания семян проса от пыльной головни; для этого хлорную известь в количестве 1,2 кг разбалтывают в 100 л воды и оставляют стоять 2 часа при двукратном помешивании. Семена выдерживаются в растворе 5 минут, затем просушиваются при перелопачивании. Для дезинфекции хранилищ применяется 1% раствор. Опрыскивание хранилищ производится не позже чем за месяц до закладки овощей. Рекомендуется откупорку барабанов с хлорной известью производить перед самым протравливанием.

От длительного хранения в плохой таре хлорная известь теряет свою активность.

15. *Суперфосфат* может быть применен вместо формалина для протравливания семян проса против головни.

В деревянном сосуде растирается 15 кг суперфосфата до удаления комочков, затем заливается 100 л воды и тщательно взмучивается. Раствор оставляют стоять 15 минут при двукратном помешивании.

Семена проса выдерживаются в растворе 15 минут, потом высушиваются при перелопачивании. Оставшаяся от протравливания жидкость может быть использована для поливки ягодных кустарников или лука.

Намачивание семян в водно-суперфосфатной болтушке, помимо уничтожения головни, дает некоторое повышение урожая.

16. *Серная кислота*, купоросное масло—густая, как бы маслянистая жидкость. Концентрированная серная кислота требует аккуратного обращения, так как вызывает сильные ожоги и разрушает ткани. Применяется в концентрированном виде (удельный вес 1,8—1,6) для протравливания семян хлопчатника от гоммоза. Смачивание семян производится в течение 20 минут, после чего семена промываются в проточной воде в течение 10 минут и просушиваются.

При протравливании серной кислотой убиваются бактерии, находящиеся только на поверхности семян.

Таблица применения фунгицидов (для опрыскивания и опыливания растений)

Название	Способ применения и приготовления	Против каких заболеваний	Нормы расхода на 1 га при одной отработке
1) Бордосская жидкость.	Опрыскивание. Чтобы получить 100 л 1% бордосской жидкости, растворяют 1 кг медного купороса в 50 л воды, в другом сосуде — 0,75 кг негашеной извести. Раствор купороса вливают в известковое молоко. Готовится перед самым употреблением.	Парша плодовых деревьев. Мильдью виноградной лозы. Фитофтора картофеля и помидоров. Бактериальная пятнистость огурцов.	Для плодовых садов — от 1 000 до 1 500 л. Для виноградников — 1 200—2 000 л. Для картофеля — 500—600 л.
2) Бургундская жидкость.	Опрыскивание. Для приготовления 100 л 0,5% жидкости растворяют в 50 л воды 0,5 кг медного купороса, в другом сосуде — в 50 л воды 1,16 кг кристаллической соды. Жидкости затем сливаются в один сосуд.	Болезни декоративных растений.	
3) Медный купорос.	Применяется для приготовления бордосской и бургундской жидкости и лазуревой воды. Прибавляется к известковому молоку для обмазки деревьев, при дезинфекции овощ- и плодохранилищ.	В водном растворе (8—10%) применяется против домовых грибков, 1% раствор — для дезинфекции саженцев плодовых деревьев от корневого рака.	
4) Железный купорос.	Опрыскивание. Обмазывание в смеси с известковым молоком. Поливка.	Против зимующих стадий грибков, лишаев. Против хлороза.	
5) Сера.	Опыливание. Окуривание.	Против оидиума виноградной лозы. Против покоящихся стадий паразитных и сапрофитных грибков.	20—30 кг. 20—40 г на 1 м³.

Таблица применения фунгисидов (продолжение)

Название	Способ применения и приготовления	Против каких заболеваний	Нормы расхода на 1 га при одной отработке
6) Известь.	Идет на приготовление бордосской жидкости, серно-известкового отвара, смеси серы с известью.		
7) Серно-известковый отвар.	Опрыскивание. Готовится из серы и извести, 20 кг извести и 40 кг серного цвета на 200 л воды. Кипятят. Применяется в разбавлении водой 1 : 40, 1 : 60.	Против парши плодовых деревьев и курчавости персиков.	См. бордосская жидкость.
8) Сольбар.	Опрыскивание. Приготовление рабочей жидкости: порошок растирается в равном количестве воды (1 кг сольбара на 1 л воды) до сметанообразной массы; масса разбавляется тремя объемами воды и оставляется на 1-2 часа для настаивания; затем разбавляется водой до нужной концентрации; взвешенным частицам дают осесть, прозрачную жидкость сливают в опрыскиватель.	Против парши плодовых деревьев, мучнистой росы огурцов, бурой пятнистости томатов.	Для садов — см. бордосская жидкость. Для огурцов в закрытом грунте — 2 000 — 3 000 л на 1 га, при парниковой выгонке — 1 л на 1 раму.
9) Препарат АБ.	Опыливание.	Против мильдью виноградной лозы и фитофторы картофеля.	В виноградниках — 20—25 кг. Для картофеля — 15 кг.
10) Купфермеритоль.	Опыливание.	Против парши плодовых деревьев, мильдью виноградной лозы и листогрызущих насекомых.	В садах — до 60 кг. В виноградниках — 20—30 кг.

Таблица применения протравителей

Название	Способ применения	Против каких заболеваний	Расход на 1 т семян
11) Гранозан.	Сухое протравливание (опыливание).	Грибы и бактерии на семенах льна.	Для льносемян — 1,5 кг.
		Твердая головня пшеницы.	Для пшеницы и ячменя — 0,75 — 1 кг.
		Фузариозы семян с.-х. культур.	
		Гельминтоспориоз ячменя.	
12) Препарат АБ.	Сухое протравливание (опыливание).	Твердая головня пшеницы.	Для пшеницы — 1,5—3 кг.
13) Препарат Давыдова.	Сухое протравливание (опыливание).	Твердая головня пшеницы.	0,75—1 кг.
		Грибки и бактерии на семенах льна.	1,5 кг.
14) Формалин.	Мокрое и полусухое протравливание.	Твердая головня пшеницы.	При мокром — 100 л (считая на рабочую жидкость).
		Головня овса и ячменя, гоммоз хлопчатника.	Для овса — полусухим способом 30 л, для ячменя — 15 л.
15) Сулема.	Мокрое протравливание.	Против возбудителей бактериальных и грибных заболеваний.	
16) Хлорная известь.	Мокрое протравливание.	Пыльная головня проса.	120 л (считая на рабочую жидкость).
17) Суперфосфат	Мокрое протравливание.	Пыльная головня проса.	120 л.
18) Серная кислота.		Гоммоз хлопчатника.	150—200 л.

ЗАПАСЫ АГРОНОМИЧЕСКИХ РУД, ИХ ДОБЫЧА И ПЕРЕРАБОТКА

В СССР создана мощная промышленная база фосфатного и калийного сырья Союза.

Открыто Хибинское месторождение апатита, выявлен целый ряд крупных фосфоритовых месторождений и, наконец, с 1937—1938 г. находится в стадии изучения в разведки одно из крупнейших фосфоритовых месторождений — Кара-Тау, приближающееся по своему качеству к известным хибинским апатитам. Вместе с этим выявлено, разведано и введено в эксплоатацию с 1930—1931 г. месторождение калийных солей района Соликамска, превосходящее по своим запасам все известные калийные месторождения мира. По запасам фосфатов и калия СССР занимает первое место в мире.

МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ АПАТИТОВ

Мировые запасы апатитов составляют 2 144 млн. т, из которых 2 000 млн. т обнаружено в СССР.

Мировые запасы апатитов (в миллионах тонн [1])

Страны	Запасы апатитов	Запасы P_2O_5	Содержание P_2O_5 (в руде) в %
СССР	2 000	428	19—29
Испания	25	7	6 и 25
Швеция	119	70	2—13
Всего	2 144	505	—

[1] Апатитовые месторождения известны в Канаде, Норвегии, Индии — запасы не подсчитаны.

Разработка апатитов ведется главным образом в СССР, где добыча их превышает 2 млн. т; апатит в виде флотированного концентрата используется в производстве суперфосфата. Флотированный апатит содержит 39,2% P_2O_5.

Разработка апатитов, кроме СССР, ведется в незначительных масштабах, в пределах 8—9 тыс. т в Испании, 2—3 тыс. т в Канаде и не превышает 0,4—0,8 тыс. т в Швеции и Индии.

Добыча апатитов в СССР (в тысячах тонн)

Продукция	1928/29 г.	1930 г.	1931 г.	1932 г.	1933 г.	1934 г.	1935 г.	1936 г.	1937 г.	1938 г.
Апатит										
Добыча руды	—	168	416	385	687	1 136	1 533	2 001	2 121	2 303
Выработка флотированного концентрата . . .	—	—	18	157	213	383	770	1 059	1 157	1 300

МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ ФОСФОРИТОВ

Общие мировые запасы фосфоритов были определены Международным геологическим конгрессом в 475 млрд. т; из этого количества запасов фосфоритов наиболее известные (изученные, разведанные и эксплоатируемые) составляют, без СССР, 10,7 млрд. т.

Общие запасы фосфорного сырья СССР определяются в 18,8 млрд. т, из которых фосфориты составляют 16,8 млрд. т, а апатиты 2 млрд. т, квалифицировано же запасов по категориям $A_2+B+C_1+C_2$ более чем 7 млрд. т.

Для фосфоритов	5 720,0 млн. т
Для апатитов	2 000,0 » »
Всего	7 720,0 млн. т

СССР по количеству промышленных запасов занимает первое место в мире:

1. СССР	7 714,0 млн. т	41,8%
2. США	6 456,8 » »	35,1%
3. Африка	4 031,0 » »	21,8%
4. Азия	17,0 » »	0,1%
5. Австралия и Океания	213,2 » »	1,1%
6. Европа	20,5 » »	0,1%
Итого	18 452,5 млн. т	100,0%

Фосфориты разделяются, по содержанию P_2O_5, на два сорта — следующим образом:

Фосфаты, содержащие выше 33,4% P_2O_5, — апатиты СССР (апатитовый флотированный концентрат) и апатиты Канады; фосфориты островов Кюрасо, Океан, Науру, Макатеа, Ангаур, Флориды (США) и Марокко (Северная Африка).

Фосфаты, содержащие ниже 33,4% P_2O_5. К этим сортам относятся фосфориты, содержащие от 26,5 до 29,1% P_2O_5: апатитовая руда СССР, фосфориты СССР Кара-Тау, фосфориты Туниса и Алжира (Северная Африка).

Фосфориты Европы содержат P_2O_5 в пределах 16—25%.

ФОСФОРИТЫ И ПРОИЗВОДСТВО УДОБРЕНИЙ В СССР

Фосфориты в СССР находятся в огромных количествах и рассеяны по всей территории. Главнейшими месторождениями как по запасам, так и по качеству сырья являются Кара-Тауское, Вятское, Егорьевское, Актюбинское, Брянское, Щигровское и другие.

Общие запасы фосфоритов [1], разведанные с той или иной степенью детальности (по категориям), выражаются в следующих цифрах:

	A_2	B	C_1	Всего	C_2
Миллионы тонн. . .	228,0	794,8	2 286,3	3 309,1	2 411,3

Существенное значение в фосфоритах имеет не только содержание P_2O_5, но и наличие вредных примесей, как повышенное содержание Fe_2O_3 и Al_2O_3 (R_2O_3), наличие которых отмечается в фосфоритах Союза с относительно высоким содержанием P_2O_5, в связи с чем большое значение в этом вопросе имеет обогащение и особенно флотация фосфоритов, повышающие содержание P_2O_5 и снижающие процент содержания вредных примесей.

[1] Не включая запасы западных областей Украины, которые еще не квалифицированы по категориям.

На базе разведанных запасов фосфоритного сырья работают фосфоритные рудники, добыча которых совместно с апатитом превышает 3 млн. т, 7 суперфосфатных заводов, 12 фосфориторазмольных заводов и ряд мелких рудников и заводов, объединяемых промысловой промкооперацией.

По качественным показателям большинство фосфоритов Союза относится к низкосортному сырью и перерабатывается на фосфоритную муку и концентрированные удобрения (преципитат). Апатит же как высокосортное сырье используется в производстве суперфосфата.

Главнейшие месторождения

Кировская область. Вятско-Камское фосфоритовое месторождение расположено в 220 км от г. Кирова, связано с основной магистралью ж.-д. веткой Яр—Фосфоритная. Общие запасы месторождения составляют 866,2 млн. т, из которых категория A_2 составляет 38,5 млн. т, В — 161,9 млн. т. Содержание P_2O_5 в концентрате (после первичного обогащения) — 24—26%, R_2O_3=7—9%.

Месторождение эксплоатируется; при руднике действует фосфориторазмольный завод.

Московская область. Егорьевская группа месторождений находится в 80—90 км к юго-востоку от Москвы. Промышленный запас Егорьевского месторождения исчисляется в 87,9 млн. т.

Месторождение характеризуется двумя фосфоритными слоями: а) нижний слой — с разведанными запасами 34,5 млн. т, при содержании P_2O_5 22—26%; б) верхний слой — с разведанными запасами 53,5 млн. т, при содержании P_2O_5 20—24%.

Разработка ведется открытым способом. В настоящее время работают два рудника: Лопатинский и Егорьевский, снабжающие рудой Воскресенский химический комбинат и Егорьевский фосфориторазмольный завод.

Чувашская АССР. Запасы фосфоритов Чувашской АССР составляют 364,2 млн. т, из которых разведанные категории A_2+В определяются в 15,7 млн. т, остальная масса запасов освещена лишь в поисковом разрезе. Фосфориты отдельных месторождений содержат до 26% P_2O_5.

Разработка доступна главным образом лишь подземным способом. Одно из месторождений (Ирар-Ишакское) эксплоатируется открытым способом; добываемая руда направляется на Вурнарский фосфоритный завод.

Запасы фосфори

Республика, край, область	Наименование месторождения	В тыся	
		A_2	B
1	2	3	4
I. Коми АССР.	Кайгородское	4	6
II. Кировская обл.	Вятско-Камское	38 497	161 869
III. Чувашская АССР.	Ирар-Ишакское	640	—
	Ораушинское	—	4 961*
	Вурнарское	567*	5 301*
	Прочие месторождения .	—	4 196
	Итого	1 207	14 458
IV. Татарская АССР.	Бессоновское и др. . . .	—	3 020
V. Московская обл.	Егорьевская группа . . .	17 143	70 201
	Прочие месторождения .	31	9
	Итого	17 174	70 210
VI. Рязанская обл.	Венецкое, Виленское и пр.	483	1 220
VII. Ивановская обл.	Кинешемская группа . .	116	51 134
	Макарьевская » . .	1 453	—
	Итого	1 569	51 134
VIII. Курская обл.	Щигровское	2 836*	4 105
	Трухачевское	10 080*	13 735*
	Свободинское	4 150*	4 330*
	Букреевское	2 700*	1 400*
	Дмитриевское	—	1 200
	Прилепское	10 652*	1 440*
	Прочие месторождения .	4 314	1 648
	Итого	34 732	27 858

[1] В том числе утверждено ЦКЗ: для категории A_2—30,4 млн. т, B—17,9 млн. т, C_1 10,2 млн. т.

[2] В том числе утверждено ЦКЗ: для категории A_2—14,1 млн. т, B—68,0 млн. т.

тов СССР на 1939 г.

чах тонн концентрата					Тип
C_1	Всего	C_2	P_2O_5	R_2O_3	
5	6	7	8	9	
155	165	—	23—27	2—7	
665 841	866 207[1]	—	24—26	7,2—9,9	Глауконитовые пески
—	640	—	25—26	8—9	
—	4 961	—	18—22	11,3	Глауконитовые пески
—	5 868	—	18—22	—	
348 509	352 705	17 280	15—22	—	
348 509	364 174	17 280	—	—	
2 443	5 463	40 432	13	10—12	Глауконитовые пески
—	87 344[2]	—	20—26	7—11	Верхнемеловые обломочные отложения
120	160	500 000	14—17	—	
120	87 504	500 000	—	—	
5 323	7 026	1 023	13—20	....	Глауконитовые пески
—	51 250	—	21—26	4—10	Глауконитовые пески
128 000	129 453	—	15—21	4—10	
128 000	180 703	—	—	—	
—	6 941	—	16—17	3,5	
1 610*	25 424	14 904	17,0	3,5	
1 930*	10 410	—	14,5	3,0	
—	4 100	—	13,0	3,0	Пе
2 400	3 600	—	13	...	
12 866*	24 958	—	14—15	3,0	
83 781	89 744	10 638	—	....	
102 587	165 177	25 542			

Республика, край, область	Наименование месторождения	В тыс	
		A_2	B
1	2	3	4
IX. Воронежская обл.	Марусинское	2 897	1 920
	Прочие месторождения .	341	4 721
	Итого	3 238	6 644
X. Орловская обл.	Полпинское	15 951*	2 574*
	Слободско-Которецкое . .	14 673	9 719
	Сеннинское	2 809	6 100
	Буканьское	2 226	1 714
	Сещенское	226	509
	Подбужское	6 615	441
	Прочие месторождения .	1 554	9 145
	Итого	44 054	30 202
XI. Смоленская обл.	Бычковское	660*	14 221*
	Прочие	186	2 396
	Итого	846	16 617
XII. БССР	Сожская группа	3 428*	2 733*
XIII. Саратовская обл.	Саратовское	529	645
	Курдюмское	1 089	—
	Рославское	670	—
	Итого	2 288	645
XIV. Сталинградская обл.	Бурлукское	—	—
	Хоперское	—	530
	Калачаевское и др. . . .	—	—
	Итого	—	530

Продолжение

тах тонн концентрата					Тип фосфоритов
C_1	Всего	C_2	P_2O_5	R_2O_3	
5	6	7	8	9	10
—	4 817	—	15—18	—	Песчанистый
51 033	56 098	648 034	—	—	—
51 033	60 915	648 034	—	—	—
800*	19 325	—	16—17	3,0—3,5	Песчанистый
—	24 392	—	15	3,0	
7 647	16 556	—	16—17	3,0	
—	3 940	—	14	3,0	
—	735	—	15	...	
—	7 056	—	18	5,6	
39 897	50 596	—	—	—	
48 344	122 600	—	—	—	—
—	14 881	—	15	3,3	Песчанистый
20 156	22 738	—	15—16	—	—
20 156	37 619	—	—	—	—
1 846	8 007	6 000	16—18	3,5	Песчанистый
2 512	3 686	—	20	4,5—6,0	Глауконитово-песчанистый и глинистый
—	1 089	—	16	...	
—	670	—	14	...	
2 512	5 445	—	—	—	—
12 309	12 309	—	12—17	...	Песчанистый
310	840	—	14—22	9—23	Пластовый фосфорит
5 500	5 500	—	14—16	...	Песчанистый
18 119	18 649	—	—	—	—

Республика, край, область	Наименование месторождения	В тыс	
		A_2	B
1	2	3	4
XV. Куйбышевская обл.	Батракское	753	—
	Пачелмское	328	173*
	Прочие месторождения .	272	—
	Итого	1 353	173
XVI. Мордовская АССР	Рыбкинское	280	319
	Чуфаровское	135	—
	Итого	415	319
XVII. Башкирская АССР	Селеукское	—	—
XVIII. Чкаловская обл.	Блявинская группа . . .	3 619	191
	Тарпановская » . . .	7 862	3 329
	Илецкая » . . .	—	13 775
	Ак-Булакская » . . .	—	1 580
	Уральская » . . .	—	—
	Общий Сырт » . . .	—	—
	Итого	11 481	18 875
XIX. УССР — Винницкая обл.	Подольское	57	—
XX. Черниговская обл.	Кролевецкое	700*	2 400*
XXI. Харьковская обл.	Сеничено-Яремовское . .	2 020*	1 180*
	Изюмское	432	—
	Прочие месторождения .	1 028	5
	Итого	3 480	1 185

чах тонн концентрата

C_1	Всего	C_2	P_2O_5	R_2O_3	Т
5	6	7	8	9	
8 926	9 679	—			
1 000	1 501	—	17—19	....	Глин
42 000	42 272	—	15—16	....	т
			—	....	
51 926	53 452	—	—	—	
—	599	—	18	....	Пре
—	135	—			ст
			13—15	...	Глин
—	734	—	—	—	
—	—	26 000	18—20	1,5—2,5	Пла
3 050	6 860	—	15—19	8—13	
99 000	110 191	—	12—15	8—10	
88 240	102 015	49 000	14—18	8—14	
5 760	7 340	—	12—15	...	Пес
335 683	335 683	360 000	12—14	...	
60 500	60 500	—	13	...	
592 233	622 589	409 000	—	—	
147	204	—	32—35	—	
1 920	5 020	—	16—17	4,5	Глин
—	3 200	—	19	14,5—15,7	
—	432	—	16—18	7,1	Пес
—	1 033	—	—	—	
—	4 665	—	—	—	

Республика, край, область	Наименование месторождения	В тыся	
		A_1	B
1	2	3	4
XXII. УССР—Донецкая обл.	Мазанова гора и др. . .	370	1 260
XXIII. Ростовская обл.	Несветаевское и др. . . .	330*	—
XXIV. Казахская ССР—Актюбинская обл.	Кандагачское	18 581*	1 235*
	Н. Украинское	3 070*	8 000
	Богдановское	23 763*	42 826
	Родниковское	12 856	—
	Айтпайское	1 340	7 856
	Прочие месторождения .	—	292 100
	Итого	59 610	352 017
XXV. Южно-Казахстанская обл.	Казалинское	2 628	27 956
	Кара-Тау	—	17
	Итого	2 628	27 973
XXVI. Западно-Казахстанская обл.	Месторождения п/о Мангышлак	—	3 159
XXVII. Кара-Калпакская ССР.	Султан-Уиздаг	—	—
XXVIII. Таджикская ССР.	Каратагское	56	324
	Исфаринское	—	—
	Всего	228 000	794 831

Примечание 1. Звездочка (*) указывает, что запасы утвер

Примечание 2. Запасы даны по концентрату (первичное

чах тонн концентрата

Продолжение

C_1	Всего	C_2	P_2O_5	R_2O_3	Тип фосфоритов
5	6	7	8	9	10
—	1 630	—	12—18	....	Песчанистый
3 756*	4 086	604	14—22	2—10	
—	19 816	—			Песчанистый
—	11 070	—	18,0	3—5	
—	66 589	—	18,9	3,5—3,9	
—	12 856	—	17,4	3,5—4,4	
—	9 196	—	19	....	
222 500	514 600	295 940	9—16	....	
			—	—	
222 500	634 127	295 940	—	—	—
7 748	38 332	117 000	12—21	3—6	Песчанистый
25	42	323 000	25—36	2,0—2,5	Пластовый фосфорит
7 773	38 374	440 000	—	—	
6 140	9 299	—	10—16	2,5—7,4	Песчанистый
4 662	4 662	—	12—22	...	
222	602	—	19	3,8	
—	—	1 426	22	...	
2286 267	3309 098	2411 281	—	—	

ждены Центральной комиссией запасов (ЦКЗ).

обогащение) в основном для класса + 4 мм.

Курская область. Промышленные запасы Курской области категории A_2+B определяются в 63,5 млн. т. Характерной чертой месторождений области является глубокое залегание фосфорита (20—80 м). Фосфориты Курской области до настоящего времени используются, ввиду невысокого их качества, только на производство фосфоритной муки.

Опыты по флотации (НИУИФ) показали, что содержание P_2O_5 в фосфоритах может быть доведено до 22—27% P_2O_5.

В области работают два рудника и два фосфориторазмольных завода — Щигровский и Дмитриевский.

Орловская область. Крупными месторождениями Орловской области являются Полпинское, Сеннинское, Сещенское, Подбужское и Слободско-Которецкое. Преобладающая часть запасов фосфоритов доступна для разработки открытым способом. Содержание P_2O_5 колеблется в пределах 15—18%; R_2O_3—3—5%. Добываемый фосфорит идет исключительно на фосфоритную муку. Действующие рудники: Полпинский, Сещенский; заводы при Полпинском руднике и при Сещенском.

Смоленская область. Единственным крупным месторождением Смоленской области является Бычковское, расположенное вблизи разъезда Сутоки. Месторождение эксплоатируется, добываемый фосфорит используется на фосфоритную муку, выпускаемую Бычковским фосфориторазмольным заводом.

БССР. В Белорусской ССР работает один фосфориторазмольный завод — Кричевский. Сырьевой базой является Сожское месторождение фосфоритов, которое находится на территории Смоленской области, в 12 км от г. Мстиславль (БССР); добываемый фосфорит направляется к заводу по реке Сож.

Саратовская область. Разведанным месторождением фосфоритов промышленного типа является Саратовское месторождение, расположенное в 20 км к югу от г. Саратова. Фосфорит содержит до 20% P_2O_5; добыча ведется открытым способом; сырье в настоящее время идет на вновь построенный Саратовский фосфориторазмольный завод.

УССР. Промышленные месторождения УССР находятся: Подольское — в Винницкой области, Кролевецкое — в Черниговской области Сенчено-Яремовское и Изюмское — в Харьковской области. Остальные месторождения Украины не имеют большого промышленного значения. Характерной особенностью всех месторождений УССР является глубокое залегание фосфоритов. Наилучшие фосфориты — подольские (содержащие P_2O_5 до 35%), использовавшиеся в свое время для производства суперфосфата,

в настоящее время почти выработаны. Другие фосфориты Украины содержат 16—19% P_2O_5.

Казахская ССР. В Казахской ССР месторождения фосфоритов известны в Актюбинской Южно- и Западно-Казахстанских областях. До 1937 г. крупным промышленным районом являлась Актюбинская область с колоссальными разведанными запасами сырья, добыча которых используется для производства преципитата в Актюбинске.

После 1937 г. одним из крупнейших районов фосфоритов выдвигается Кара-Тауское месторождение. Общие запасы этого фосфоритного месторождения составляют много сотен миллионов тонн руды; запасы двух участков, обследованных более детально в 1937 г., при условной глубине разработки до 250 м, составляют около 315 млн. т; содержание P_2O_5 в главных фосфоритовых слоях колеблется от 25 до 36% (среднее 28% P_2O_5) при полуторных окислах 2—2,5%. Это месторождение по своим запасам и качеству может обеспечить предприятие союзного масштаба.

Месторождения остальных областей пока не эксплоатируются. Запасы и качества их сырья даются в таблице.

Туковая промышленность СССР в настоящее время представлена десятками предприятий; общая выработка основных удобрений такова:

Добыча и производство удобрений в СССР

Вид удобрений	1913 г.	1928 г.	1932 г.	1933 г.	1937 г.
Добыча					
Апатиты тысяч тонн	—	—	385,2	686,8	2 121
Фосфориты » »	22,7	98,8	346,9	479,8	893
Сильвинит » »	—	—	78,0	303	1 585
Производство					
Фосфоритная мука тысяч тонн	1,4	2,5	66,3	61,9	
P_2O_5	3,0	21,2	86,0	99,1	124,0
Суперфосфат тысяч тонн P_2O_5					265,0
Калийные удобрения тысяч тонн K_2O	—	—	—	31	193

Добыча фосфоритов, производство фосфоритной муки и суперфосфата представляются по отдельным предприятиям в следующих таблицах.

Пояснения к таблице запасов

При пользовании таблицей запасов надлежит иметь в виду следующее:

1. Классификация запасов по категориям, установленная Госпланом СССР, дается в сокращенном виде:

A_1 — запасы (вполне изученные, разведанные и подготовленные к добыче), могущие служить для расчетов и эксплоатационных работ предприятий.

A_2 — запасы (вполне изученные и разведанные), могущие служить для проектирования и строительства предприятий.

В — запасы (оконтуренные горными выработками и буровыми скважинами, опробованные), могущие служить для обоснования проектирования капитального строительства заводов и составления эскизных проектов предприятий.

С — запасы (установленные на основании геологического изучения по естественным и редким искусственным обнажениям), могущие служить для постановки детальных разведок и для перспективных планов промышленности.

2. Все фосфориты СССР сводятся к трем основным типам, отличающимся друг от друга по структуре, обогатимости, химическому составу и т. д.:

глауконитово-глинистый или глинистый,
глауконитовый,
песчанистый.

1) Глауконитово-глинистый тип характеризуется тем, что основная масса фосфоритов этого типа значительно, а иногда чрезвычайно резко преобладает над минеральными включениями; они имеют максимальное содержание P_2O_5 и минимальное содержание других примесей. Фосфориты эти залегают в глинистых вмещающих породах.

Глинистые фосфориты содержат: P_2O_5—24—29%, R_2O_3—3—7%; MgO—не более 1%.

К глинистому типу также относятся пластовые фосфориты (как кара-таусские, селеукские); содержание в них P_2O_5—до 36%, R_2O_3—1,5—2,5%.

2) Глауконитовый тип отличается значительным содержанием глауконита и иногда преобладанием глауконита над фосфоритом. Вмещающими породами являются глауконитовые пески и песчаники. Фосфориты этого типа имеют несколько пониженное содержание P_2O_5 и значительное содержание примесей. Фосфориты содержат: P_2O_5—18—24%, R_2O_3—4—12% и выше, MgO—до 1%.

Производство фосфоритной муки в СССР

(в тысячах тонн)

Область	Наименование фосфориторазмольных заводов	% содержания P_2O_5*	1913 г.	1928 г.	1932 г.	1933 г.	1935 г.	1937 г.	1938 г.
Смоленская	Бычковский	17—18	7,9	1,2	7,3	6,5	13,0	10,2	11,5
Орловская	Сещенский	17—18		6,3	24,7	15,9	25,6	32,0	23,1
»	Полпинский	16,8	—	—	51,4	31,2	65,8	94,2	109,8
»	Первомайский	16,8	—	—	26,5	15,9	—	—	—
Курская	Щигровский	17,8	—	—	51,8	56,7	77,1	53,9	60,7
»	Дмитриевский	13,5	—	—	14,5	3,2	7,9	21,3	21,3
Саратовская	Саратовский	—	—	—	—	—	—	—	—
Кировская	Кировский	19,5	—	—	—	—	—	21,0	50,0
Чувашская АССР	Бурнарский	19,8	—	5,9	15,9	20,0	20,3	30,5	29,0
Харьковская	Изюмский	17	—	—	5,5	5,6	10,6	20,3	19,2
Московская	Егорьевский	—	—	—	33,3	30,1	58,6	59,3	57,0
»	Воскресенский химкомбинат	20,0	—	—	99,8	125,9	168,4	277,3	277,8
СССР	*Кричевский*	*17—18*	—	—	*15,3*	*15,5*	18,8	31,3	23,6
Разно	*Заводы промкооперации*	—	—	—	*24,0*	*5,5*	17,6	12,7	...
	Всего	—	*7,9*	*13,4*	*370,0*	*332,0*	*483,7*	664,0	683
	в том числе P_2O_5	—	*1,4*	*2,5*	*66,3*	*61,9*	*89,5*	124,0	...

Добыча фосфоритов в СССР

(в тысячах тонн)

Область	Наименование рудника	1913 г.	1928 г.	1932 г.	1933 г.	1935 г.	1937 г.	1938 г.
Кировская	Верхне-Камский	—	11,0[1]	22,0	40,0	76,8	75,6	100,1
Чувашская АССР	Вурнарский	—	—	6,9	11,9	16,0	38,5	34,7
Московская	Егорьевский	—	17,2	29,2	32,7	86,6	105,8	83,7
»	Лопатинский	—	—	40,1	168,0	265,4	370,2	330,2
»	Воскресенский	—	—	13,7	46,6	36,9	—	—
Курская	Щигровский	—	—	54,9	61,0	84,1	66,7	51,7
»	Дмитриевский	—	1,6	15,8	5,0	11,4	13,4	16,2
Орловская	Полпинский	—	—	46,6	19,3	125,1	79,5	...
»	Сещенский	—	15,6	34,3	18,1	39,6	30,0	19,6
Смоленская	Бычковский	16,0	1,2	10,1	6,8	18,1	11,3	12,4
»	Сожский	—	—	14,0	11,3	26,6	21,8	...
Саратовская	Саратовский	—	17,7	4,5	1,7	7,2	4,3	3,0
Актюбинская	Актюбинский	—	—	—	36,1	4,8	39,7	40,8
Винницкая	Подольский	6,7	34,5	13,8	7,9	8,8	—	—
Харьковская	Изюмский	—	—	6,3	5,5	14,3	20,3	17,6
Черниговская	Кролевецкий	—	—	4,7	—	—	—	—
Разные	Добыча промкооперации	—	—	30,0	6,9	21,2	....	...
	Всего по СССР	22,7	98,8	346,9	478,8	842,9	877,1	...
	В пересчете на P_2O_5	4,7	23,3	65,7	98,9	173,6	181,3	—

[1] Включено 0,9 тыс. т добычи фосфоритов по Пачкуло-Линовскому руднику, ныне не действующему.

Производство суперфосфата в СССР
(в тысячах тонн)

Область	Наименование заводов	1913 г.	1928 г.	1932 г.	1933 г.	1935 г.	1937 г.	1938 г.
Ленинградская	Невский	—	—	76,6	124,0	284,8	364,9	431,0
Свердловская	Пермский	—	29,6	68,2	70,7	184,9	163,8	195,0
Горьковская	Чернореченский	—	50,1	98,4	80,6	105,3	95,2	82,0
Московская	Воскресенский	—	—	68,0	93,2	134,2	232,3	230,6
Винницкая	Винницкий	9,8	52,4	55,2	53,4	90,1	106,7	149,1
Одесская	Одесса	6,5	19,6[1]	57,6	56,4	80,8	132,8	142,3
Донецкая	Константиновский	—	—	191,6	211,9	283,8	336,8	342,1
	Всего в натуре	21,4[2]	151,7	615,6	690,2	1 163,9	1 432,5	1 572,1
	В пересчете на P_2O_5	3,0	21,2	86,0	99,1	204,4	265,0	262,7

[1] *Включено 2,1 тыс. т — производство Днепропетровского завода.*
[2] *Включено 5,1 тыс. т — производство неработающих в настоящее время заводов.*

3) Песчанистые фосфориты характеризуются наличием значительного количества минеральных включений, особенно кварца, которые в большинстве случаев преобладают над фосфатовой массой. Характерной чертой фосфоритов этого типа является пониженное содержание P_2O_5. Фосфориты содержат: P_2O_5—19%, R_2O_3—3—6% и иногда до 15%, MgO—до 1,5%.

МИРОВЫЕ ЗАПАСЫ КАЛИЙНЫХ СОЛЕЙ

Главнейшие месторождения калийных солей находятся в СССР и в Европе. Мировые запасы калийных месторождений в пересчете на K_2O определяются в 21,6 млрд. т и распределяются по странам в миллионах тонн в следующем виде:

СССР[1]	6 091
Германия	2 500
Франция	350
Испания	285
США	19
Прочие страны	34
Итого	9 279[2]

КАЛИЙНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ СССР

Изучение калийных залежей начато в СССР лишь в послереволюционное время. Самым крупным не только в СССР, но и во всем мире является Соликамское (Верхне-Камское) калийное месторождение, расположенное на западном склоне Урала по левому берегу р. Камы — Свердловской области.

Мощная соляная толща, с двумя главными калийными зонами, залегает в среднем на глубине 200—250 м. Карналлитовая зона, средней мощности в 65 м, состоит из смеси карналлита и галита; содержание KCl в породе —18—20% при содержании $MgCl_2$ 20—25%.

Сильвинитовая зона, состоящая из чередования слоев каменной соли и сильвинита, содержит в основном две разновидности сильвинита — пестрый вверху, красный внизу. В настоящее время эксплоатируется красный (2-й) шестиметровый слой с содержанием 15,3 K_2O. Общие запасы калийных солей Соликамска превышают во много раз запасы калийных солей всех стран.

---

[1] Общие запасы калийных солей в СССР составляют 18,4 млрд. т K_2O, или 85,2% от мировых запасов.

[2] Кроме того, запасы K_2O в водах Мертвого моря исчисляются в 1 300 млн. т.

Запасы Верхне-Камского (Соликамского) месторож

Слои	З к
Красный сильвинит	
Пестрый сильвинит	
Всего	
Запасы калийных солей за вычетом рабочих пластов	
Запасы категории C_2	
Всего	

Среднее содержание KCl (категории A_2+B+
или 18,5% K_2O.

Организация эксплоатации калийных солей в
1927 г.; в 1931 г. имелось уже развернутое строи
калийного рудника, который в процессе подгото
дал стране первые 120 тыс. т сильвинита.

При руднике с 1933 г. работает крупнейшая в М
ная фабрика, закончено строительство первой
лито-магниевого комбината.

Добыча сильвинита и производство калийн

(в тысячах тонн)

Продукция	1930 г.	1931 г.	1932 г.	1933 г.
Добыча сильвинита	—	120	78	30
Продукция				
Хлористый калий и смешанная соль	—	—	—	5

* Запасы утверждены ЦКЗ.

Кроме Соликамского месторождения, в СССР разведаны небольшие залежи калийных солей в Туркменской ССР (Окуз-Булакское месторождение).

За последнее время на территории Союза при разведке на нефть в ряде районов установлено присутствие месторождения калийных солей.

Один из крупных районов — Урало-Эмбенский, включающий: Актюбинскую область (месторождения Сагиз, Акджар и Аще-Булак), Чкаловскую область (месторождения находятся вблизи Илецка), Гурьевскую область — здесь наиболее ценное месторождение калийных солей, открытое в районе Индерского озера.

В 1935 г. обнаружены калийные соли в Саратовской области, в районе ст. Озинки; месторождение еще не получило окончательной оценки.

Состав солей сильвинита месторождений СССР и за границей[1]

	Южный Гарц	Ганновер	Верра	Эльзас	СССР		
					Солигамск	Окуз-Булак	Озинки
KCl	22,8	41,3	30,3	32—35	20—40	20—37	21,0
NaCl	53,6	57,0	64,4	50—55	58—78	50—67	46,50
$MgCl_2$	0,7	0,1	—	0,1—0,5	0,1—0,2	—	—
$CaSO_4$	22,3	0,1	0,8	2—4	0,1—0,9	3,0	2,75
Нерастворимый остаток в HCl	0,5	—	0,3	9—12	0,03—0,2	—	—
То же в H_2O	0,6	0,2	0,1	—	0,01—0,36	—	0,40

СЕЛИТРА

Почти единственным источником природной селитры до сих пор является Чилийское месторождение (Южная Америка). До открытия и начала разработки чилийской натриевой селитры большое значение на мировом рынке имели селитра Египта и калийная селитра Индии, однако интенсивный рост добычи селитры и вывоза ее из Чили быстро вытеснил продукцию Индии и Египта.

Добыча селитры за последние несколько десятилетий определяется в 2—3 млн. т, добыча же селитры в Индии и Египте не превышает 25 тыс. т.

[1] Таблица помещена акад. Н. С. Курнаковым в журнале «Калий», № 9, 1936 г.

В других странах мира известно большое количество месторождений селитры, но они, по сравнению с Чили, ничтожны и не имеют промышленного значения.

В СССР месторождения селитры известны в средне-азиатских республиках (Казахская ССР, Узбекская ССР, Туркменская ССР и Таджикская ССР), а также в Закавказье. Месторождения селитры Союза, ввиду незначительных их запасов, могут иметь лишь местное значение.

Добыча селитры в Чили достигала 3 млн. т еще в 1917 г., но в связи с конкуренцией со стороны синтетического азота снизилась в 1932—1933 гг. до 437 тыс. т.

Добыча селитры сосредоточена в узкой прибрежной полосе северной части Чили, преимущественно в провинциях Антофагаста и Тарапака. Запасы селитры на площади 5 800 км² определяются в 320 млн. т и распределяются следующим образом, в зависимости от содержания $NaNO_3$ (в %).

Содержание в руде $NaNO_3$ в %	Запасы (в млн. тонн)	Содержание в руде $NaNO_3$ в %	Запасы (в млн. тонн)
45—38	9	25—18	51
38—32	18	18—10	80
32—25	32	10—8	150

Перспективные запасы селитры Чили исчисляются миллиардами тонн.

Состав селитры различен; обычно товарная продукция содержит 15,5 % $NaNO_3$.

ПЛОЩАДИ, СБОР И УРОЖАЙНОСТЬ ГЛАВНЕЙШИХ КУЛЬТУР В МИРОВОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Данная глава представляется в двух разделах: 1-й—по СССР и 2-й—по капиталистическим странам.

Статистический материал представлен за три года 1913, 1929 или 1930 и 1936; при этом следует иметь в виду, что в основном год дается сельскохозяйственный.

В разделе капиталистических стран даны мировые итоги без СССР, а отдельные данные приводятся лишь по главнейшим странам-производителям, в связи с чем они в общей сложности не дают полного итога.

Мировые данные (со включением СССР) приводятся в сводной таблице.

Примечание. В таблицах три точки (...) обозначают отсутствие сведений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гиммельфарб Б. М. и Унанянц Т. П. Сырьевая база туковой промышленности СССР. 1937.
2. Унанянц Т. П. Добыча и переработка фосфоритных руд СССР. 1933.
3. Сборник статистических сведений по СССР 1918—1923 г. ЦСУ. 1924.
4. Сдвиги в сельском хозяйстве СССР за 1927—1930 гг.
5. Сельское хозяйство СССР. 1935.
6. Свод урожайных сведений за годы 1883—1915. ЦСУ СССР, 1928.
7. Социалистическое строительство СССР, 1936, 1937, 1939.
8. Посевные площади СССР, 1936, 1937.
9. Статистический ежегодник по мировому сельскому хозяйству. 1932.
10. Капиталистические страны. 1937, 1938.
11. International Jearbook of Agricultural Statistics, Roma 1931—1939 г.
12. Annuare Statistique de la Société des Nations 1934—1937 Genève.
13. Stutzer O., Wetzel W. Phosphat—Nitrat, Berlin 1932.
14. Кроме того, отдельные сведения заимствованы из различных журналов, как союзных, так и иностранных.

Мировые итоги площадей и сбора главнейших с.-х. культур

Культуры	Площадь в млн. га				Сбор в млн. центнеров			
	1909—1913 гг.	1928 г.	1933 г.	1937 г.	1909—1913 гг.	1928 г.	1933 г.	1937 г.
а) Зерновые								
Пшеница	111,0	125,7	135,0	147,8	100,8	1 288,1	1 312,3	1 479,4
Рожь	45,3	43,2	44,1	41,6	448,3	440,1	508,1	530,3
Ячмень	35,4	35,0	34,9	37,1	373,7	407,2	398,8	433,7
Овес	57,8	59,6	56,4	55,8	651,2	737,1	610,5	693,4
Кукуруза	72,1	79,4	85,1	79,4	156,3	193,1	1 095,0	1 187,9
б) Технические								
	Площадь в тыс. га				Сбор в млн. центнеров			

Посевная площадь, сбор и уро

Культуры	Площадь			
	1913 г.	1928 г.	1933 г.	1937 г.
Вся посевная площадь в млн. га	105,0	113,0	129,7	135,3
Все зерновые	94,4	92,2	101,5	104,4
В том числе:				
Рожь озимая и яровая	25,8	24,6	25,4	23,0
Пшеница озимая	7,3	6,2	10,8	14,3
» яровая	24,3	21,6	22,4	27,1
Ячмень озимый и яровой	11,5	7,3	7,3	9,2
Овес	16,9	17,2	16,7	17,6
Кукуруза	1,4	4,5	3,9	2,8
Прочие зерновые культуры	7,2	10,8	15,0	10,4
Технические в тыс. га	4 550,5	8 615,4	11 981,0	11 152,1
Хлопок-сырец	688,0	971,3	2 051,6	2 091,8
Лен-семя	1 398,0	1 735,6	2 710,7	2 459,2
» волокно				
В том числе долгунец	1 015,3	1 364,1	2 394,6	2 100
Конопля-семя	645,0	912,7	755,0	579,9
» волокно				
Подсолнечник	968,7	3 904,9	3 896,6	3 250,3
Сахарная свекла (фабричная)	648,7	769,7	1 210,7	1 193,4
Табаки	29,5	45,2	90,4	96,7
Махорка	32,9	36,2	105,1	107,4
Картофель	3 063,6	5 677,6	5 655,7	6 865,1
Овощи в тыс. га	487,1	1 208,7	2 319,2	1 387,0
Травы в тыс. га:				
а) однолетние	601,0	1 468,1	3 089,9	3 549,8
б) многолетние	1 449,0	3 154,5	2 878,7	5 561,2

Примечание. Сбор хлопка волокна в млн. пудов соста

1913 г.	14,6
1928 г.	14,9
1932 г.	23,7

[1] Озимая.
[2] Яровая.

жайность с.-х. культур по СССР

Сбор в млн. центнеров				Урожайность в ц/га			
1913 г.	1928 г.	1933 г.	1937 г.	1913 г.	1928 г.	1933 г.	1937 г.
801,0	—	—	—	—	—	—	—
	733,2	898,0	1 202,9	8,5	—	8,8	11,5
213,3							
262,0			294,4	8,2	7,8[1]	9,5[1]	12,9[1]
107,9	193,0	241,9	468,6	10,4	7,8	10,8	13,7
154,9	47,9	117,0	106,0	7,6	8,0	7,1	10,1
11,1	171,9	160,3	218,6	9,6	9,0[2]	10,9[2]	11,5[2]
51,9	56,7	78,5	38,9	9,1	9,5	9,2	...
/	164,8	154,1	76,4	9,6	8,5	12,1	13,8
7,4	32,9	48,0	—	—	—	—	—
...	66,0	98,2	25,8	...	...	...	/
3,3	—	—	...	...	8,5	6,4	12,2
/	8,2	13,2	5,7	3,1[1]	3,5	2,9	2,7
...	6,0	7,4	—	—	2,4	2,3	...
...	3,2	5,5	...	...	—	—	/
...	—	—	...	...	6,1	3,9	...
...	5,6	2,8	...	...	5,7	3,3	...
109,0	5,2	2,3	218,6	7,6	5,4	6,0	6,4
...	21,3	23,5	...	168,7	131,8	74,2	183,4
...	101,4	89,9	...	...	...	6,1	8,1
233,1	...	0,55	...	...	23,4	8,9	15,4
...	...	0,93	656,3	66,6	81,8	87,1	95,3
...	464,4	492,5	...	...	131,7	...	...
	105,0	...					
/			—	—	—	—	/
/			/	—	—	—	/
	—	—					
	—	/					

...ател:

. 47,0
. 50,0

1936 г. . . . .
1937 г. . . . .

Данные посевных площадей 1937 г. характеризуют достижения за 20 лет Советской власти по расширению размеров площадей в сравнении с 1913 г.

Культуры	1913 г. в млн. га	1937 г. в млн. га	Прирост 1937 г. по сравнению с 1913 г. млн. га	1937 г. в % к 1913 г.
Вся посевная площадь	105,0	135,3	30,3	129
Пшеница озимая	7,3	14,3	7,0	196
Пшеница яровая	24,3	27,1	2,8	112
Бобовые	1,2	3,0	1,8	250
Хлопок	0,69	2,09	1,40	303
Лен-долгунец	1,02	2,13	1,11	209
Подсолнечник	0,97	3,25	2,28	335
Сахарная свекла (фабричная)	0,65	1,19	0,54	183
Картофель	3,06	6,87	3,81	225
Овощи	0,49	1,39	0,90	284
Кормовые	2,05	10,64	8,59	519

Вместе с увеличением посевных площадей (на 30,3 млн. га) благоприятно изменилась структура посевных площадей.

Посевные площади по культурам (в % ко всей площади)

Культуры	1913 г.	1937 г.
Зерновые	89,9	77,2
Технические	4,3	8,2
Овоще-бахчевые	3,6	6,7
Кормовые	2,0	7,9

Потребление (поступление) минеральных удобрений в сельском хозяйстве СССР (в тысячах тонн)

Вид удобрения	1913 г.	1928 г.	1930 г.	1932 г.	1934 г.	1937 г.
Азотные	14,5	11,5	100,7	22,2	180,0	659,0
Растворимые фосфаты	103,0	270,8	405,6	614,0	897,4	1 454,1
Фосфоритная мука	7,9	12,0	166,2	396,0	260,8	634,2
Калийные	25,0	6,0	4,3	79,0	26,8	407,6
	150,4	300,3	676,8	1 111,2	1 365,0	3 154,9

Пшеница

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	79 432	105 670	100 810	822 645	10 590 500	957 500	10,4	10,0	9,5
В том числе:									
Европа									
Болгария	1 010	1 216	1 142	6 252	15 599	16 140	6,2	12,8	14,1
Великобритания	750	568	730	15 875	11 497	15 040	21,2	20,2	20,6
Германия	1 657	1 781	2 084	37 650	37 889	44 269	22,7	21,3	21,2
Голландия	56	57	152	1 313	1 648	4 425	23,5	28,7	29,2
Дания	50	101	119	1 509	2 780	3 100	29,9	27,6	26,0
Испания	3 864	4 506	4 358	35 502	39 926	33 065	9,2	8,9	7,6
Италия	4 744	4 823	5 137	49 896	57 172	61 122	10,5	11,9	11,9
Франция	6 787	5 374	5 144	88 627	62 081	68 979	13,1	11,6	13,4
Азия									
Британская Индия	11 826	12 810	13 599	95 755	106 370	95 772	8,1	8,3	7,0
Китай	...	...	20 369	...	...	230 777	...	...	11,3
Турция	...	3 500	3 578	...	25 544	37 693	...	9,9	10,5
Япония и Корея	477	487	682	6 432	8 406	12 300	13,5	17,2	18,0
Африка									
Алжир	1 425	1 630	1 735	9 569	8 829	8 103	6,7	4,7	4,7
Египет	532	616	592	9 283	10 819	12 438	17,5	18,8	21,0
Марокко (французское)	628	1 196	1 292	5 077	5 798	3 330	8,1	4,8	2,8
Тунис	530	770	494	1 694	2 830	2 200	3,2	3,7	4,5
Америка									
Канада	4 025	10 076	6 365	53 648	114 490	62 384	13,3	11,4	6,1
Мексика	786	492	511	3 006	3 115	3 703	4,0	6,3	7,2
США	19 456	25 358	19 757	165 541	242 141	170 498	8,5	9,5	8,6
Аргентина	6 023	7 902	6 365	40 023	63 218	67 450	6,6	8,0	10,6
Австралия	3 077	7 351	5 090	24 630	58 132	40 709	8,1	7,9	8,0

Примечание 1. Годы 1909—1913 даны для Дании, Италии в довоенных границах.

Примечание 2. Среднегодовые данные для Германии—1911—1913, Марокко—1915—1919, Мексики—1910—1913, Болгарии—1914.

Овес

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	40 939	41 750	55 400	521 200	528 590	416 900	12,7	12,8	11,0
В *том числе:*									
Европа									
Великобритания	1 352	1 237	1 017	23 552	26 049	20 125	17,4	21,1	19,8
Германия	3 884	3 559	2 778	76 803	73 829	56 184	19,8	20,7	20,2
Голландия	140	160	129	2 821	3 741	2 625	20,1	23,3	20,4
Дания	407	396	377	7 781	10 346	8 400	19,1	20,1	22,3
Испания	516	744	549	4 225	6 650	5 526	8,2	8,9	10,1
Италия	507	523	435	5 363	7 005	4 783	10,6	13,4	11,0
Франция	3 978	3 444	3 332	53 483	54 162	42 605	13,4	15,7	12,8
Чехословакия	...	867	764	...	14 940	12 184	...	17,2	15,9
Швеция	792	707	669	12 490	12 493	12 744	15,8	17,7	18,5
Азия									
Турция	...	172	445	...	1 457	2 155	...	8,5	4,8
Япония	45	117	...	715	1 603	...	16,0	13,7	...
Корея	45	109	...	257	634	...	5,6	5,8	...
Африка									
Алжир	181	259	191	1 958	2 146	1 775	10,8	8,3	9,2
Южно-Африканский Союз	328	278	249	1 402	1 367	1 063	4,3	4,9	4,3
Америка									
Аргентина	799	874	825	7 875	9 913	7 920	9,9	11,3	9,6
Канада	3 884	5 050	5 309	54 238	43 619	41 914	13,9	8,6	7,9
США	15 118	15 438	13 441	165 965	162 338	114 538	11,0	10,5	8,5
Австралия	301	613	...	2 579	2 617	...	8,6	4,3	...

Примечание 1. За отсутствием данных в итог не включена Турция.
Примечание 2. Среднегодовые данные: Германия—1911—1913.

Рожь

Площадь, сбор и урожайность в капиталистичееких странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909–1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909–1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909–1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	19 549	19 880	18 820	261 293	256 810	228 600	13,4	12,9	12,1
В том числе:									
Европа									
Бельгия	262	232	156	5 803	4 732	3 571	22,1	20,4	22,9
Болгария	198	266	1 862	1 552	3 206	2 027	7,8	12,0	11,5
Германия	5 164	4 711	4 514	95 850	76 792	73 864	18,6	16,3	16,4
Голландия	225	192	238	4 076	3 783	5 100	18,1	19,7	21,5
Дания	247	149	132	4 419	2 547	2 100	17,9	17,1	15,9
Испания	804	628	595	7 020	5 472	4 586	8,7	8,7	7,7
Италия	123	122	106	1 353	1 556	1 322	11,0	12,8	12,5
Франция	1 253	747	661	13 336	7 212	7 109	10,6	9,7	10,7
Чехословакия	...	1 046	1 009	...	17 876	14 364	...	17,1	14,2
Швеция	395	241	215	6 122	4 364	3 529	15,5	18,1	16,4
Азия									
Турция	...	228	368	...	3 096	4 486	....	11,2	12,2
Америка									
Аргентина	31	202	400	163	1 049	1 900	5,3	5,2	4,7
Канада	47	586	257	532	5 593	1 087	11,2	9,5	4,2
США	905	1 462	1 116	9 168	11 754	6 491	10,1	8,0	5,8

Примечание 1. Среднегодовые данные: для Венгрии — *1911—1915*, Германии — *1911—1913*, Аргентины — *1911—1914*.

Примечание 2. Болгария, Германия, Франция за период *1909—1913* даются в современных границах.

Ячмень

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	23 900	31 400	27 640	289 089	376 700	310 500	12,1	12,0	11,2
В том числе:									
Европа									
Бельгия	34	25	30	945	617	793	27,5	24,3	26,5
Болгария	225	219	196	1 938	2 043	3 027	8,6	9,3	15,5
Великобритания	681	495	362	12 623	11 185	7 435	18,5	22,6	20,6
Германия	1 352	1 552	1 635	28 701	31 807	33 991	21,2	20,5	20,8
Голландия	28	31	43	712	1 091	1 200	25,8	34,7	27,6
Дания	1 420	1 817	1 832	16 262	21 193	17 096	11,5	11,7	9,3
Испания	241	371	368	5 478	11 124	9 000	22,7	30,0	24,5
Италия	248	234	195	2 200	2 628	1 926	8,9	11,2	9,9
Франция	804	787	733	11 502	12 956	9 683	14,3	16,5	13,2
Чехословакия	...	743	633	...	13 950	10 189	...	18,8	16,1
Азия									
Британская Индия	3 592	3 720	...	31 678	25 604	...	...	...	...
Турция	...	1 289	1 815	...	16 783	23 037	...	13,0	12,7
Япония	1 290	888	776	20 855	17 496	15 013	16,1	9,7	19,3
Африка									
Алжир	1 374	1 431	1 232	10 010	8 806	6 418	7,3	6,2	5,1
Египет	161	162	114	2 584	2 758	2 357	16,1	17,0	20,6
Марокко (французское)	797	1 311	1 663	6 998	10 302	15 300	8,7	7,9	9,2
Тунис	497	505	300	1 704	2 500	750	3,5	5,0	2,5
Америка									
Аргентина	47	325	570	360	3 512	6 500	7,6	10,8	11,4
Канада	637	2 398	1 794	9 857	22 276	15 659	15,3	9,3	8,7
Мексика	581	161	...	1 529	548	...	2,3	3,4	...
США	3 084	5 473	3 368	40 237	61 014	32 103	13,1	11,1	9,5
Австралия	62	183	...	658	1 721	...	10,5	9,4	...

Примечание 1. В итог не включены за отсутствием данных Китай и Иран.

Примечание 2. Среднегодовые данные по Германии 1911—1913, Марокко—1915—1918, Мексике — 1910—1912.

Рис

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	48 024	55 483	58 430	775 000	878 500	938 000	16,1	15,7	16,1
В том числе:									
Европа									
Испания	*38,0*	*49*	...	*1 899*	*2 926*	...	*49,9*	*59,6*	...
Италия	*144,8*	*134,7*	*145*	*4 750*	*6 315*	*6 918*	*32,8*	*46,9*	*47,7*
Азия									
Британская Индия	*31 991*	*33 699*	*29 256*	*486 331*	*502 977*	*424 543*	*16,5*	*14,9*	*14,5*
Британская Малайя	*237*	*278*	*299*	*2 402*	*2 978*	*5015*	*10,2*	*10,7*	*16,9*
Голландская Индия	*2 409*	*3 526*	...	*40 678*	*52 178*		*16,9*[1]	*5,6*	...
Индокитай (французский)	*3 460*	*5 491*	*5644*	*53 880*	*57 478*	*62 600*	*15,6*	*10,5*	*11,2*
Китай	...	...	*17 870*	...	...	*497 365*	...	...	*27,8*
Корея	*1 176*	*1 505*	...	*18 413*	*24 434*	...	*15,9*	*16,2*	...
Манчжоу-Го	...	*183*	*288*	...	*2 943*	*5 699*	...	*16,1*	*19,8*
Сиам	*1 831*	*2 386*	*2 236*	*28 499*	*39 132*	*32 438*	...	*16,4*	*14,5*
Филиппины	*1 114*	*1 775*	*2 061*	*8 201*	*21 906*	*33 799*	*7,3*	*12,2*	*11,7*
Формоза	*478*	*585*	*682*	*8 130*	*12 288*	*17 827*	*17,0*	*21,0*	*26,1*
Япония	*2 954*	*3 165*	*3 180*	*90 875*	*109 051*	*124 985*	*30,7*	*34,5*	*39,3*
Африка									
Египет	*103*	*107*	*198*	*3 736*	*3 377*	*6 925*	*35,6*	*31,6*	*35,0*
Мадагаскар	*396*	*515*	...	*6 586*	*7 228*	...	*16,1*	*14,0*	...
Америка									
Бразилия	...	...	...	*448*	*10 635*	...	...	...	...
США	*290*	*387*	*378*	*4 852*	*8 867*	*9 560*	*16,8*	*22,9*	*25,3*

[1] *Для неорошаемой площади урожайность 1909—9,5 ц/га.*

Кукуруза

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	70 700	78 300	78 200	1 047 000	1 109 000	915 000	14,8	14,2	11,7
В том числе:									
Европа									
Болгария	603	800	601	7 765	9 400	8 862	12,9	11,7	14,7
Испания	459	407	...	6 743	6 298	...	14,7	15,5	...
Италия	1 607	1 505	1 493	25 486	25 305	30 447	15,8	16,8	20,4
Румыния	2 084	4 795	5 260	27 303	63 862	53 792	13,1	13,3	10,7
Франция	467	340	352	5 662	4 739	5 599	12,1	14,0	15,9
Югославия	...	2 318	2 705	...	41 477	30 284	—	17,9	19,2
Азия									
Британская Индия	2 932	2 643	...	21 050	24 873	...	...	...	...
Голландская Индия	1 546	2 001	2069	12 753	20 029	20369	8,2	10,0	9,8
Китай	...	...	(4531)	...	...	(64 160)	...	...	...
Манчжоу-Го	...	876	1 294	...	16 133	21 216	...	18,4	16,4
Турция	...	420	421	...	5 566	6 858	...	13,3	16,3
Филиппины	384	515	...	2 538	3 562	...	6,6	6,9	...
Африка									
Египет	680	776	639	15 395	17 644	15 953	22,7	22,7	25,0
Америка									
Аргентина	3 525	4 220	5 492	48 694	71 281	94 400	13,8	16,9	17,2
Бразилия	3 058	...	...	37 978	44 847	...	16,9	...	...
Мексика	2 466	2 865	2 966	33 876	14 688	16 746	8,5	5,1	—
США	42 181	39 581	37 432	688 967	644 054	387 192	16,3	16,3	10,3

Примечание 1. За отсутствием данных в итог не включены Турция и Манчжурия.
Примечание 2. Среднегодовые данные: Бразилия 1916—1917.
Примечание 3. Италия, Румыния, Франция — в довоенных границах.

Хлопок—семя—волокно

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Семя						Волокно					
				Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913	1929	1936	1909—1913	1929	1936	1909—1913	1929	1936	1909—1913	1929	1936	1909—1913	1929	1936
Весь мир (без СССР)	26 300	34 610	32 520	93 100	112630	126900	3,5	3,2	3,8	46 000	55 520	61 100	1,7	1,6	1,9
В том числе:															
Азия															
Британская Индия	9 102	10 948	10 019	18 104	24 443	26 354	2,0	2,2	2,6	7 700	10 491	11 311	0,9	1,0	1,1
Иран	...	...	148	560	464	840	...	...	6,0	240	199	340	3,0	...	2,5
Китай	...	1 961	3 454	11 243	12 451	19 772	...	6,3	5,7	4 825	5 344	8 659	...	2,7	2,5
Корея	59	204	221	98	757	917	1,7	3,7	2,2	42	325	453	0,7	1,6	2,0
Турция	182	165	254	516	573	1 250	2,8	3,5	5,0	221	246	625	1,2	1,5	2,5
Япония	3,1	1,0	1,0	23	6,1	12,0	7,5	6,4	6,5	7,6	2,0	5,0	2,5	2,1	2,2
Африка															
											67	330	...	0,6	1,0

Лен—семя

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	4 990	6 290	5 440	23 330	34 000	28 710	4,7	4,9	5,3
В том числе:									
Европа									
Бельгия	20	23	29	120	106	196	5,6	4,7	6,7
Голландия	13	15	14	93	91	...	6,8	6,1	...
Литва	55	82	84	248	388	367	4,5	4,7	4,4
б. Польша	82	116	133	442	593	716	5,4	5,1	5,4
Франция	25	31	39	135	190	...	5,4	6,2	...
Америка									
Аргентина	1 537	2 731	2 645	7 904	19 900	18 500	5,1	7,3	7,0
Канада	423	237	189	3 068	1 304	...	7,4	4,7	...
США	1 008	1 512	478	4 964	5 407	1 501	4,9	3,6	3,1
Азия									
Британская Индия:									
а) простая культура	1 289	931	1 114	3 812	2 835	2 753	2,9	3,0	2,5
б) промежуточная	256	203	263	1 236	1 026	1 148	4,8	5,1	4,4
Турция	—	8	18	—	36	86	—	4,8	4,8
Япония	5	9	...	25	30	...	5,3	3,5	...

Примечание 1. Румыния и Франция даны в довоенных границах.
Примечание 2. Бельгия — среднее 1911—1913.

Лен — волокно

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР) . .	430	444	570	2 260	1 990	2 390	5,3	4,4	4,2
В том числе:									
Европа									
Бельгия	20	23	29	235	147	218	11,0	6,5	7,5
Германия	15	11	44	...	...	298	...	...	6,8
Голландия	13	15	14	78	104	116	5,8	6,9	8,1
Латвия	70	51	67	302	192	185	4,3	3,8	2,8
Литва	55	82	84	242	290	288	4,4	3,5	3,4
Великобритания	17	12	10	87	54	51	5,0	4,7	5,0
Франция	25	31	39	184	203	255	7,4	6,7	6,5
Азия									
Япония	5	9	...	23	27	...	4,8	3,1	...

Примечание 1. Франция дана в довоенных границах.
Примечание 2. Среднегодовые данные: Германия — 1913, Бельгия — 1911—1913.

Конопля — семя

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	142	113	152	537	528	634	3,8	5,1	4,2
В том числе:									
Болгария	3,0	4	6	14	11	25	4,4	2,9	3,8
Германия	...	...	6	...	...	34	...	...	6,1
Испания	9	7	...	32	21	...	—	3,1	...
Румыния	6	34	50	19	112	231	3,2	3,4	4,6
Франция	14	4	4	70	17	...	4,9	4,1	2,1
Чехословакия	...	6	—	...	29	38	—	4,6	5,1
Азия									
Сирия	...	2	...	...	4	...	—	1,6	...

Примечание 1. Румыния в довоенных границах.
Примечание 2. Среднегодовые данные: Болгария — 1914.

Конопля—волокно

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	268	258	299	2 260	2 180	2 520	8,2	8,5	8,4
В том числе:									
Болгария	3	4	6	12	15	32	3,5	4,1	5,3
Испания	9	7	...	112	73	...	...	11,0	...
Италия	81	86	78	835	914	873	10,3	10,6	11,6
Франция	14	4	4	133	45	46	9,4	11,0	12,2
Чехословакия	...	6	7	—	41	58	—	6,5	7,8
Азия									
Корея	19	29	26	75	210	180	4,0	7,3	6,8
Япония	7	7	6	94	86	79	7,8	12,6	12,7

Примечание 1. Болгария дана в современных границах.
Примечание 2. Среднегодовые данные: Болгария — 1914, Испания — 1910.

Сахарная свекла

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	1 706	2 280	2 030	443 943	640 700	563 000	260,2	276,3	266,8
В том числе:									
Европа									
Бельгия	58	57	48	16 061	18 653	14 914	274,9	328,8	313,8
Великобритания	...	141	144	...	31 104	35 105	...	220,3	244,4
Германия	467	483	389	139 863	149 186	120 958	299,7	308,9	311,2
Голландия	58	57	44	17 940	21 376	16 000	306,4	371,5	365,8
Дания	26	33	49	7 884	10 693	17 800	299,0	326,4	361,8
Италия	53	112	122	17 986	30 490	26 559	335,5	272,4	217,1
Франция	246	282	287	58 962	94 428	80 560	239,1	334,3	280,5
Чехословакия	—	224	154	—	64 213	47 594	—	287,0	308,8
Швеция	31	37	51	9 401	12 150	17 996	307,1	329,4	350,3
Азия									

Картофель

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Главнейшие страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	12 480	13 110	13 550	1286 000	1573 200	1639 000	103,0	120,0	121,0
В том числе:									
Европа									
Бельгия	157	171	160	29 251	39 080	32 254	186,4	228,5	201,5
Великобритания	302	330	292	47 224	59 612	46 626	156,4	180,7	159,7
Ирландия	170	147	135	22 023	30 549	24 599	129,5	208,0	184,9
Германия	2 758	2 835	2 793	379 621	400 272	463 236	137,7	141,4	165,9
Голландия	166	182	130	23 834	40 967	21 800	142,9	225,1	...
Дания	60	64	75	8 468	10 720	12 800	141,0	166,4	169,8
Латвия	80	80	120	6 385	10 798	16 115	80,3	134,5	134,5
Румыния	11	208	230	915	22 899	21 126	86,1	110,1	...
Франция	1 646	1 401	1 401	143 371	161 748	149 881	87,1	115,0	107,0
Чехословакия	...	761	757	...	106 957	107 017	...	140,6	141,3
Швеция	152	141	133	15 671	18 854	18 261	102,8	133,8	136,9
Эстония	80	62	...	8 340	7 530	10 306	104,6	122,0	139,2
Азия									
Корея	26	91	...	1 894	9 364	...	71,1	59,8	62,7
Япония	69	98	...	6 733	5 422	...	98,2	95,6	110,3
Америка									
Аргентина	88	133	...	8 305	8 786	...	87,4	66,1	...
Канада	196	220	201	21 194	18 112	17 705	107,5	82,3	88,2
США	1 488	1 203	1 238	97 351	89 174	89 812	65,4	74,1	72,6
Австралия	58	50	...	3 938	3 480	...	68,1	69,4	...

Примечание. Среднегодовые данные: Германия — 1911—1913.

Табак

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1930 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	1 120	2 500	2 220	9 050	22 800	20 770	8,3	9,1	9,1
В том числе:									
Европа									
Болгария	17	32	37	130	269	303	7,7	8,4	8,1
Венгрия	38	24	14	461	342	209	12,1	14,5	14,8
Германия	14	9	13	258	210	329	18,2	22,7	25,8
Греция	35	97	99	250	659	729	7,0	6,8	7,4
Италия	8	44	32	101	583	439	12,4	13,4	13,6
Румыния	10	34	18	74	240	151	7,7	7,0	8,3
Франция	16	15	19	243	314	366	14,8	20,4	19,6
Югославия	2	15	19	...	142	150	7,0	9,3	8,0
Азия									
Индия Британская	...	533	549	...	6 391	6 614	...	12,0	12,0
Корея	20	14	17	116	151	137	5,9	10,7	3,8
Турция	...	65	84	295	472	450	7,4	7,2	7,5
Япония	29	36	35	425	681	605	14,5	18,9	17,2
Африка									
Алжир	10	23	22	103	198	175	10,2	8,5	7,9
Америка									
Канада	7,5	17	20	66	166	196	11,5	9,9	9,6
Куба	—	...	44	248	372	191	—	...	4,3
США	495	854	594	4 518	7 472	5 294	9,2	8,7	8,9

Примечание 1. По Голландской Индии даны европейские плантации, по острову Ява и Мадура — также туземные плантации.

Примечание 2. Среднегодовые данные: Болгария — 1914, Венгрия — 1913—1914 г., Германия — 1913.

Чай

Площадь, сбор и урожайность в капиталистических странах

Страны	Площадь в тыс. га			Сбор в тыс. центнеров			Урожайность в ц/га		
	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.	1909—1913 гг.	1929 г.	1936 г.
Весь мир (без СССР)	553	760	920	2 862	4 377	4 378	5,2	5,7	4,8
В том числе:									
Азия									
Индия Британская . . .	234	319	338	1 266	1 964	1 792	5,4	6,1	5,3
Цейлон	162	196	226	857	1 141	990	5,3	6,2	...
Формоза	33	46	42	139	110	109	4,2	2,4	2,6
Япония	49	42	39	321	394	479	6,6	9,3	12,2

Примечание 1. По Цейлону даны экспортные цифры.
Примечание 2. По Китаю сведения имеются по экспорту 1927 г.—527 тыс. ц, 1929 г.—573 тыс. ц, 1932 г.—395 тыс. ц, 1936 г.—374 тыс. ц.
Примечание 3. Сведения включают чай черный, зеленый и др.

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

Мировая статистика учитывает лишь основные виды удобрений, включая разнообразные фосфатные удобрения в производство суперфосфата, а все известные азотные удобрения — в группу сульфата аммония. Для полной характеристики производства удобрений дается краткий раздел «Ассортимент удобрений, потребляемый в мировом сельском хозяйстве». Вместе с этим нужно отметить, что за последние годы во многих странах производство смешанных удобрений приняло значительные размеры, но отсутствие систематических сведений по их производству и потреблению не позволяет представить какие-либо обобщающие сведения по мировому производству смешанных удобрений. Приведенные ниже статистические таблицы характеризуют мировое производство фосфатных, азотных и калийных удобрений.

Мировое потребление минеральных удобрений в 1913—1937гг.
(в тыс. тонн)

Годы	Азот N	Фосфор P_2O_5	Калий K_2O	Соотношение N	P_2O_5	K_2O
1913	510	2 137	1 275	1	4,2	2,5
1923	934	2 125	1 645	1	2,7	1,7
1924	1020	2 527	1 714	1	2,5	1,7
1925	1117	2 420	1 211	1	2,2	1,1
1926	1200	2 853	1 305	1	2,4	1,1
1927	1490	2 887	1 408	1	2,0	1,0
1928	1684	2 992	1 663	1	1,8	1,0
1929	1750	3 222	1 673	1	1,9	1,0
1930	1 455	3 015	1 579	1	2,1	1,1
1931	1 442	2 504	1 205	1	1,8	0,9
1932	1 586	2 352	1 094	1	1,5	0,7
1933	1 673	2 431	1 278	1	1,5	0,8
1934	1 820	2 774	1 960	1	1,5	1,1
1935	2 084	2 877	2 050	1	1,4	1,0
1936	2 344	3 200	2 200	1	1,4	0,9
1937	2 500	3 600	2 400	1	1,4	0,9

Потребление минеральных удобрений по странам (в тыс. тонн)

Страны	1913 г. N	P_2O_5	K_2O	1929 г. N	P_2O_5	K_2O	1935 г. N	P_2O_5	K_2O
Голландия	26,3	74,3	43,7	80,4	108,2	104,0	92,8	142,0	112,0
Бельгия	35,0	42,6	15,2	66,3	92,4	80,0	71,6	106,4	82,7
Дания	15,3	46,1	26,1	40,8	101,6	77,0	52,8	104,0	81,0
США	148,0	528,0	231,4	298,0	781,0	343,0	382,0	846,7	406,6
Германия	185,0	555,0	490,0	430,0	547,0	783,0	509,0	694,0	752,0

Производство и применение смешанных удобрений наибольшее развитие получило в США, по которым приводятся некоторые сведения.

	1929 г.	1933 г.	1935 г.	1936 г.
Общее количество выпущенных удобрений в США в тыс. тонн	8 453,4	4 712,7	5 874,3	5 637,0
В том числе полных смешанных удобрений в тыс. тонн	5 434,6	2 969,2	3 788,4	4 235,7
В % к общей выработке	64,5	63,2	64,5	74,5

Содержание питательных веществ в смешанных удобрениях США

Годы	N	P_2O_5	K_2O	Всего
1929	3,1	9,8	4,6	17,5
1932	3,4	9,5	5,1	18,0
1936	4,0	9,5	6,0	19,5

Мировая добыча фосфоритов (в тыс. тонн)

Страны	% P_2O_5	1913 г.		1930 г.		1936 г.		1937 г.	
		тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5	тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5	тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5	тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5
Мировая добыча	—	7 281	2 257	12 315	3 851	12 365	3 864	13 942	4 397
Европа									
Бельгия	21	219	46	140	29	100	21	...	...
Франция	33	335	110	146	48	55	18	103	33
Испания	29,5	4	1	5	1	10	3	14	4
Остальные страны Европы	—	—	—	17	3	23	16	25	7
Итого	—	558	157	308	81	188	58	142	44
СССР									
Апатит	30	—	—	168	50	2 000	600	2 121	635
Фосфорит	20	23	4	481	96	1 000	200	893	179
Итого	—	23	4	649	146	3 000	800	3 014	814
Африка									
Алжир	29,1	461	134	847	245	605	175	598	173
Марокко	34,7	—	—	1 780	618	1 258	436	1 502	521
Тунис	28,0	2 170	608	3 326	932	1 677	470	1 937	542
Египет	30	104	31	313	94	531	159	517	155
Прочие	—	—	—	11	3	7	2	4	1
Итого	—	2 735	773	6 277	1 892	4 078	1 242	4 558	1 392
Америка									
Канада	38	—	—	—	—	1	—	—	—
Кюрасо	39,5	—	—	88	35	81	29	102	40
США	33	3 161	1 043	4 101	1 353	3 518	1 161	4 329	1 428
Итого	—	3 161	1 043	4 189	1 388	3 600	1 190	4 431	1 468
Азия									
Япония и пр. о-ва	35—38	54	20	67	25	141	52	156	56
Океания									
Остров Христмас	39	152	59	124	48	158	62	165	64
» Океан и Науру	39,5	337	133	451	178	971	384	1 099	434
Остров Макатеа	38,0	82	31	176	67	147	56	187	71
» Ангаур	36,7	90	36	62	23	78	29	89	33
Прочие	—	4	1	12	3	4	1	1	—
Итого	—	665	260	825	319	1 358	532	1 541	602

Мировая добыча гуано (в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.
Мировая добыча				
Америка — Перу	123	184	170	210
Фанкляндские острова	70,2	151,5	133,7	127,
Чили	8,6	—	—	—
Азия — Индия Британская	11,7	2,5	11,1	60,
Африка. Мадагаскар	16,5	9,2	4,7	5,
Сешельские острова	—	—	—	..
Южно-Африканский союз	15,8	12,8	14,2	10,
	—	7,5	5,9	6,

Примечание. По Индии Британской, включая рыбные ту

Мировое потребление фосфоритной муки (в тыс. тон

Страны		1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.
Европа	Великобритания	4,1	160,5	105,6	140,
	Италия	528,0	8,2	16,0	20,5
	Франция	162,0	154,0	42,8	48,0
	Финляндия	21,2	...	0,2	0,1
	СССР	7,9	33,3	396,0	458,5
	Эстония	—	8,3	1,1	11,6
Америка	Канада	—	—	0,1	—
	США	—	62,2	7,1	33,9
Азия	Индокитай	—	17,7	6,5	5,9
	Япония	545,4	...	...	...
Африка — Марокко		—	1,4	...	—

Примечание. Ввиду отсутствия полных данных, итог водится.

Мировое производство суперфосфата (в тыс. тонн)

Страны	Содержание P_2O_5 в %	1913 г.		1930 г.		1936 г.		1937 г.	
		тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5	тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5	тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5	тыс. т продукции	тыс. т P_2O_5
Мировое производство	—	11 219	1 776	15 597	2 567	14 823	2 530	15 952	2 720
Бельгия	15	450	67	368	55	288	43	293	44
Великобритания	16,0	820	131	569	91	587	94	371	59
Германия	13,3	1 818	242	865	115	750	100	950	126
Голландия	18,0	150	27	659	119	474	85	537	97
Испания	18	225	40	1 148	207	460	83	....	....
Италия	17,5	928	162	1 399	245	1 366	239	1 333	233
Франция	15,3	1 920	294	1 987	304	1 182	182	1 335	204
Швеция	20	184	39	258	52	213	43	241	48
Остальные страны Европы	—	600	96	1 277	223	1 180	199	1 191	214
Итого	—	7 095	1 098	8 530	1 411	6 420	1 068	6 251	1 025
СССР	14—18,5	21	3	481	67	1 256	234	1 433	265
Африка	16—18	—	—	225	37	220	38	244	42
Америка — США	16	3 248	520	4 110	658	3 850	616	4 019	643
Прочие	16—18	—	—	64	10	41	7	61	10
Итого	—	3 248	—	4 174	668	3 891	623	4 080	653
Азия — Япония	17	580	99	957	163	1 493	254	1 768	301
Океания — Австралия	20,5	275	56	828	170	1 110	228	1 278	262
Новая Зеландия	20,5	—	—	252	51	353	73	408	84
Итого	—	275	56	1 080	221	1 463	301	1 686	346
Прочие страны	—	—	—	150	23	80	12	30	15

Мировое потребление суперфосфата

(в тыс. тонн)

Страны		1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.
Мировое потребление		8 021	13 325	9 816	11 897
В том числе:					
Европа	Бельгия	159,1	274,1	104,1	107,3
	Великобритания	907,9	715,2	547,7	512,5
	Германия	1 637,0	1 056,3	950,2	...
	Голландия	218,5	290,4	144,7	183,9
	Дания	210,0	473,0	256,0	352,0
	Испания	375,2	1 026,7	810,6	1 074,7
	Италия	1 075,0	1 555,5	1 024,9	1 279,6
	Португалия	117,0	228,6	203,6	202,4
	Франция	1 934,9	2 250,0	1 567,0	1 070,6
	Чехословакия	—	232,6	128,7	156,1
	Швеция	151,1	196,3	169,3	245,7
СССР		196,0	355,4	614,0	1 337,1
Америка	США	...	1 297,9	643,9	747,7
	Канада	...	61,2	43,7	50,9
Азия	Корея	—	31,5	40,1	140,1
	Формоза	13,1	34,0	40,4	41,4
	Япония	527,7	908,2	960,5	1 151,0
Африка	Алжир	18,2	89,3	71,9	37,8
	Египет	13,1	60,5	22,5	81,1
	Тунис	—	58,3	45,0	36,1
	Марокко	—	...	16,3	13,7
	Южно-Африканский союз	37,2	103,8	133,3	208,6
Океания-Австралия		314,1	914,0	570,0	824,0
Новая Зеландия		...	195,3	301,7	327,7

Примечание. 1. Данные за 1913 г. по Бельгии, СССР, Германии, Италии, Франции относятся к довоенным территориям.

Примечание 2. Потребление суперфосфата по США составляет едва 30% указанных количеств, остальные потребляют в виде смешанных удобрений.

Мировое производство томасшлака (в тыс. тонн)

Страны		1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое производство		4 871	6 052	2 793	4 496	5 437
В том числе:						
Европа	Бельгия	655	1025,0	577,0	675	...
	Великобритания	404,0	321,1	162,6	276,8	449,0
	Германия	2 280	1 886,0	770,0	2 025	2 312
	Латвия	—	—	1,5	1,7	1,5
	Люксембург	250,0	635,5	401,0	396	533
	Франция	730,0	1 637,2	782,5	940,0	1 248
	Кроме того Саарская область	337,0	345,3	включено в Германию		
	Чехословакия	—	150,5	66,3	125,0	160
	Швеция	18,3	13,9	7,7	15,3	15,4
Америка	Канада	—	11,0	—	—	—
	США	—	26,5	...	—	—

Примечание. Данные по Германии относятся к довоенным границам.

Мировое потребление томасшлака (в тыс. тонн)

Страны		1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление		3 996	4 733	3 157	4 300	5 003
В том числе:						
Европа	Австрия *	35,0	53,0	28,3	34,4	42,3
	Великобритания	346,9	380,8	160,8	261,2	497,6
	Германия *	2419,0	2269,1	1757,8	2619,9	2654,4
	Голландия *	240,3	168,6	261,0	423,3	425,5
	Италия	125,0	69,7	37,9	11,9	26,3
	Норвегия	34,5	10,2	8,0	2,6	5,7
	Франция	416,8	762,0	532,0	545,0	807,9
	Чехословакия	—	177,9	110,8	146,2	138,3
	Швеция	37,7	13,9	8,1	15,5	16,5
	Швейцария *	55,8	103,4	72,0	128,0	109,5

Примечание. Данные 1913 г. по странам, отмеченным звездочкой (*), относятся к довоенным границам.

Мировое потребление томасшлака *(продолжение)*
(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Америка { Канада	9,6	9,9	10,5	5,5	7,6
Америка { США	32,0	26,5	—	—	—
Азия — Цейлон	6,5	2,3	0,8	0,6	0,8
Африка { Алжир*	—	3,2	2,7	0,6	3,6
Африка { Южно-Африканский союз *	—	11,2	5,9	3,6	6,0
Африка { Тунис	—	—	2,7	0,2	9,2
Океания — Новая Зеландия	30,0	30,7	47,0	16,6	25,0

Примечание. Данные 1913 г. по странам, отмеченным звездочкой (*), относятся к довоенным границам.

Мировая добыча и производство калийных солей

Страны	1913 г.		1929 г.		1935 г.	
	тыс. т продукции	тыс. т K_2O	тыс. т продукции	тыс. т K_2O	тыс. т продукции	тыс. т K_2O
Мировое производство	—	1 337	—	2459	—	2513
В том числе:						
Европа	11 607	1 270	1 3316	1 788	1 1673	1 1000
Германия	—	—	243	19	77	12
Испания	2,3	0,2	359	62	384	129
б. Польша	—	—	—	—	1319	422
СССР	350	58	3125	531	2024	325
Франция	—	—	98	56	325	132
Америка — США	14,7	5	4,9	2	17	2
Азия	—	—	—	1,2	...	...
Индия Британская	—	4,3				
Палестина						
Япония						

Примечание 1. По Германии, Испании, СССР добыча сырых солей и содержание в них K_2O, по дана продукция и содержание K_2O.

Примечание. 2. Эльзас отнесен к Франции.

Мировое производство томасшлака (в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое производство	4 871	6 052	2 793	4 496	5 437
В том числе:					
Европа: Бельгия	655	1025,0	577,0	675	...
Великобритания	404,0	321,1	162,6	276,8	449,0
Германия	2 280	1 886,0	770,0	2 025	2 312
Латвия	—	—	1,5	1,7	1,5
Люксембург	250,0	635,5	401,0	396	533
Франция	730,0	1 637,2	782,5	940,0	1 248
Кроме того Саарская область	337,0	345,3	включено в Германию		
Чехословакия	—	150,5	66,3	125,0	160
Швеция	18,3	13,9	7,7	15,3	15,4
Америка: Канада	—	11,0	—	—	—
США	—	26,5	...	—	—

Примечание. Данные по Германии относятся к довоенным границам.

Мировое потребление томасшлака (в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	3 996	4 733	3 157	4 300	5 003
В том числе:					
Европа: Австрия *	35,0	53,0	28,3	34,4	42,3
Великобритания	346,9	380,8	160,8	261,2	497,6
Германия *	2419,0	2269,1	1757,8	2619,9	2654,4
Голландия *	240,3	168,6	261,0	423,3	425,5
Италия	125,0	69,7	37,9	11,9	26,3
Норвегия	34,5	10,2	8,0	2,6	5,7
Франция	416,8	762,0	532,0	545,0	807,9
Чехословакия	—	177,9	110,8	146,2	138,3
Швеция	37,7	13,9	8,1	15,5	16,5
Швейцария *	55,8	103,4	72,0	128,0	109,5

Примечание. Данные 1913 г. по странам, отмеченным звездочкой (*), относятся к довоенным границам.

Мировое потребление томасшлака *(продолжение)*
(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Америка { Канада	9,6	9,9	10,5	5,5	7,6
Америка { США	32,0	26,5	—	—	—
Азия — Цейлон	6,5	2,3	0,8	0,6	0,8
Африка { Алжир*	—	3,2	2,7	0,6	3,0
Африка { Южно-Африканский союз *	—	11,2	5,9	3,6	6,2
Африка { Тунис	—	—	2,7	0,2	0,7
Океания — Новая Зеландия	30,0	30,7	47,0	16,6	93,1

Примечание. Данные 1913 г. по странам, отмеченным звездочкой (*), относятся к довоенным границам.

Мировая добыча и производство калийных солей

Страны	1913 г.		1929 г.		1935 г.		1937 г.	
	тыс. т продукции	тыс. т K_2O	тыс. т продукции	тыс. т K_2O	тыс. т продукции	тыс. т K_2O	тыс. т продукции	тыс. т K_2O
Мировое производство	—	1 337	—	2459	—	2519	—	3 190
В том числе:								
Европа								
Германия	11 607	1 270	1 3316	1 788	1 1673	1597	...	1 968
Испания	—	—	243	19	777	128	...	...
б. Польша	2,3	0,2	359	62	384	73,0	521	100
СССР	—	—	—	—	1319	183,8	1 585	220
Франция	350	58	3125	531	2024	347	2 883	490
Америка — США	—	—	98	56	325	175	444	258
Азия								
Индия Британская	14,7	5	4,9	2	9	4	8	4
Палестина	—	—	—	—	17,2	8,7	29,1	18,2
Япония	—	4,3	—	1,2	...	2	...	...

Примечание 1. По Германии, Испании, СССР и Франции дается добыча сырых солей и содержание в них K_2O, по остальным странам дана продукция и содержание K_2O.

Примечание. 2. Эльзас отнесен к Франции.

Мировое потребление калийных удобрений

(в тыс. тонн)

а) Калий K_2O; б) сырые соли

Страны	а (K_2O) б (соли)	1913 г.	1929 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление в K_2O	—	1 275	1 673	2 050	2 400
В том числе:					
Европа					
Бельгия	б)	—	277,0	243,5	181,0
Великобритания	б)	4,1	198,0	180,2	169,4
Германия	а)	536,0	783,0	878,5	996,7
Дания	б)	26,1	78,6	73,8	89,2
Голландия	б)	268,2	411,1	442,2	371,1
Испания	а)	8,3	46,0	...	...
Италия	а)	10,1	24,0	21,6	15,8
СССР	б)	28,0	8,3	247,9	407,6
Франция	а)	33,1	227,0	155,1	260,0
Чехословакия	а)	—	34,3	27,9	28,0
Швеция	б)	82,5	103,7	92,6	110,1
Америка — США	а)	231,4	306,2	361,6	479,0
Азия — Япония	а)	4,3	41,6	84,1	...
Африка — вся Африка	б)	1,8	26,9	17,0	24,6
Океания					
Австралия	б)	—	6,5	19,9	25,7
Гавай	а)	—	4,4	6,3	8,9
Новая Зеландия	б)	—	9,3	9,8	15,7

Примечание. По Бельгии, Швеции данные соответствуют не фактическому потреблению, а импорту.

Мировое производство сульфата аммония

(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	
Мировое производство	1 361	5 019	3 943	
В том числе:				
Европа				
Бельгия	48,6	193,0	255,0	2
Великобритания	438,9	842,3	621,8	4
Германия	549,0	2260,0	984,0	9
Голландия	7,0	59,4	378,5	2
Италия	13,4	144,6	124,7	1
Франция	74,5	276,0	361,0	2
Чехословакия	—	80,0	28,0	
Америка				
Канада	9,6	31,0	52,4	
США	176,9	776,7	323,1	4
Азия				
Британская Индия	—	—	9,6	
Корея	—	—	220,5	3
Манчжоу-Го	—	—	30,0	2
Япония	7,5	234,6	459,7	6
Австралия	5,5	21,8	11,9	
Африка	—	—	0,5	

Примечание. По Японии входит сульфат аммони
танный из цианамид-кальция.

Мировое потребление сульфата аммония
(в тыс. тонн)

Главнейшие страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	656	3 897	3 750	4 461	5 395
В том числе:					
Европа					
Бельгия	50,0	174,0	104,0	144,0	118,0
Великобритания	40,6	191,2	192,9	186,8	196,0
Германия	...	674,0	511,0	588,3	...
Голландия	19,5	153,0	140,4	...	56,3
Дания [1]	0,5	47,8	53,3	38,7	36,2
Испания	15,0	266,7	290,7	394,8	..
Италия	35,0	124,8	102,4	158,1	233,1
Португалия	—	15,2	38,8	51,8	61,8
СССР	14,5	36,1	22,2	381,0	659,0
Франция	96,4	420,0	384,0	280,0	392,0
Чехословакия	—	52,6	39,4	79,7	84,2
Швеция	1,2	15,0	20,4	6,3	7,2
Америка					
Канада	—	7,1	9,7	11,4	8,7
Порто Рико [1]	—	47,5	58,0	53,2	86,3
США	236,1	593,4	518,6	395,8	578,6
Азия					
Индия Британская	—	42,1	42,5	54,9	65,5
Индия Нидерландская	8,9	121,7	75,4	41,1	102,5
Китай [1]	—	103,3	107,8	68,6	163,4
Корея	—	84,7	164,6	273,9	327,9
Формоза	4,8	42,9	83,6	117,6	148,5
Филиппинские острова	—	27,4	34,0	34,4	35,9
Цейлон [1]	2,5	16,7	13,6	26,0	34,3
Япония	119,0	519,9	618,1	812,6	1050,4 [1]
Африка					
Алжир	—	10,2	7,0	5,0	11,4
Египет	0,6	2,6	9,2	15,2	16,3
Южно-Африканский союз	0,4	3,6	6,2	14,2	13,8
Океания					
Австралия	—	22,0	16,3	31,0	48,2
Гавай	—	30,8	43,8	46,3	45,7
Новая Зеландия	—	9,1	6,3	5,3	5,2

Примечание. Данные по этим странам—потребление равно импорту минус экспорт.

[1] 1936 г.

Мировое производство цианамид-кальция

(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое производство	180	1 234	753	1 275	1 474
В том числе:					
Европа	49	450,7	344,0	605,0	603,0
Германия	15,0	68,4	82,1	143,5	180,6
Италия	22,1	71,5	26,4	35,0	37,1
Норвегия	12,4	64,0	46,0	35,0	65,6
Франция	—	31,0	21,2	23,4	...
Чехословакия	18,4	10,0	2,2	4,2	12,8
Швейцария	—	32,7	30,5	23,1	42,5
Югославия	48,0	228,6	77,7	99,8	147,4
Америка — Канада	6,7	78,0	93,6	199,7	...
Азия — Япония					

Примечание. По Японии не включено производство цианамид-кальция, использованное для получения сульфата аммония.

Мировое потребление цианамид-кальция

(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	68	1 150	814	1 247	1324
В том числе:					
Европа					
Австрия	—	10,5	7,6	8,0	8,4
Бельгия	—	41,7	16,9	89,9	43,7
Великобритания	—	1,4	1,1	2,9	4,0
Германия	—	399,4	392,1	551,9	...
Голландия	—	14,2	11,3	13,6	26,5
Италия	15,0	97,3	102,6	190,8	204,3
Норвегия	—	2,8	3,5	4,0	4,1
Франция	16,4	70,0	47,0	35,0	54,5
Америка					
Канада	—	0,3	1,0	1,5	1,5
США	27,0	187,2	63,5	101,8	125,4
Азия					
Индия Британская	—	3,1	—	—	—
Корея	—	7,7	14,2	38,7	45,8
Формоза	—	0,9	1,0	2,5	3,0
Япония	—	84,9	89,2	155,6	...
Африка					
Алжир	—	0,3	0,2	0,1	0,3
Египет	1,0	1,7	0,4	0,6	0,7

Примечание. По Японии включено производство цианамид-кальция, использованное для получения сульфата аммония.

Мировое производство кальциевой селитры

(в тыс. тонн)[1]

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое производство	...	...	...	...	...
Норвегия	73	141,7	296,5	387,8	314,0
Франция	—	26,0	81,0	116,0	167,7
Италия	—	9,8	64,7	93,2	116,4
Чехословакия	—	—	21,0	...	...

[1] Ввиду неполноты данных итоги не даются.

Мировое потребление кальциевой (норвежской) селитры

(тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	12	588	577	867	1 047
В том числе:					
Европа					
Австрия *	—	5,0	9,5	5,8	11,8
Бельгия *	—	9,5	10,7	1,7	0,8
Великобритания	—	3,8	1,1	4,7	5,3
Голландия *	—	89,3	8,2	...	47,3
Дания *	—	146,5	77,5	95,5	102,2
Испания	—	20,4	57,0	90,5	...
Италия	0,7	33,9	62,6	101,4	143,3
Норвегия	5,5	25,0	24,5	31,3	37,5
Франция	5,9	46,0	106,0	92,0	156,0
Чехословакия	—	11,4	18,0	41,1	49,2
Швеция *	—	30,1	42,8	54,0	54,3
Америка					
Канада	—	0,6	0,4	0,3	—
США	12,3	31,3	6,1	21,7	41,3
Африка					
Алжир *	—	0,4	0,7	0,4	1,1
Египет *	—	64,8	114,4	240,3	197,9
Океания — Гавай	—	0,5	—	1,8	—

Примечание 1. Потребление кальциевой селитры Германией учитывается вместе с аммиачной селитрой.

Примечание 2. По странам, отмеченным звездочкой (*), потребление равно импорту минус экспорт.

Мировое потребление цианамид-кальция

(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	68	1 150	814	1 247	1324
В том числе:					
Европа					
Австрия	—	10,5	7,6	8,0	8,4
Бельгия	—	41,7	16,9	89,9	43,7
Великобритания	—	1,4	1,1	2,9	4,0
Германия	—	399,4	392,1	551,9	...
Голландия	—	14,2	11,3	13,6	26,5
Италия	15,0	97,3	102,6	190,8	204,3
Норвегия	—	2,8	3,5	4,0	4,1
Франция	16,4	70,0	47,0	35,0	54,5
Америка					
Канада	—	0,3	1,0	1,5	1,5
США	27,0	187,2	63,5	101,8	125,4
Азия					
Индия Британская	—	3,1	—	—	—
Корея	—	7,7	14,2	38,7	45,8
Формоза	—	0,9	1,0	2,5	3,0
Япония	—	84,9	89,2	155,6	...
Африка					
Алжир	—	0,3	0,2	0,1	0,3
Египет	1,0	1,7	0,4	0,6	0,7

Примечание. По Японии включено производство цианамид-кальция, использованное для получения сульфата аммония.

Мировое производство кальциевой селитры

(в тыс. тонн)[1]

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое производство	...	...	...	...	...
Норвегия	73	141,7	296,5	387,8	314,0
Франция	—	26,0	81,0	116,0	167,7
Италия	—	9,8	64,7	93,2	116,4
Чехословакия	—	—	21,0	...	...

[1] Ввиду неполноты данных итоги не даются.

Мировое потребление кальциевой (норвежской) селитры

(тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	12	588	577	867	1 047
В том числе:					
Европа					
Австрия *	—	5,0	9,5	5,8	11,8
Бельгия *	—	9,5	10,7	1,7	0,8
Великобритания	—	3,8	1,1	4,7	5,3
Голландия *	—	89,3	8,2	...	47,3
Дания *	—	146,5	77,5	95,5	102,2
Испания	—	20,4	57,0	90,5	...
Италия	0,7	33,9	62,6	101,4	143,3
Норвегия	5,5	25,0	24,5	31,3	37,5
Франция	5,9	46,0	106,0	92,0	156,0
Чехословакия	—	11,4	18,0	41,1	49,2
Швеция *	—	30,1	42,8	54,0	54,3
Америка					
Канада	—	0,6	0,4	0,3	—
США	12,3	31,3	6,1	21,7	41,3
Африка					
Алжир *	—	0,4	0,7	0,4	1,1
Египет *	—	64,8	114,4	240,3	197,9
Океания — Гавай	—	0,5	—	1,8	—

Примечание 1. Потребление кальциевой селитры Германией учитывается вместе с аммиачной селитрой.

Примечание 2. По странам, отмеченным звездочкой (*), потребление равно импорту минус экспорт.

Мировое потребление аммиачной селитры (в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление . . .	2	897	835	1 084	1 144
В том числе:					
Европа					
Австрия	—	1,2	0,4	1,1	...
Бельгия	—	2,6	0,2	...	—
Венгрия	—	0,5	0,5	5,2	10,1
Германия	—	848,6	803,8	1002,5	...
Голландия	—	16,1	6,6	1,3	45,7
Греция	—	—	0,1	0,3	0,5
Италия	—	21,9	21,0	32,4	34,8
Африка					
Египет	—	—	—	23,3	25,0
Южно-Африканский союз	—	—	0,1	7,1	11,2
Океания — Австралия	—	0,2	0,2	0,7	1,9

Примечание. По всем странам, за исключением Венгрии и Италии, потребление равно импорту минус экспорт; вообще необходимо отметить, что публикуемые сведения далеко не полны.

Мировое производство натриевой селитры (в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое производство . . .	2 777	3 264	1 265	1 895	2 095
Европа					
Италия	—	—	0,5	22,2	7,2
Норвегия	—	26,7	54,7	37,3	29,2
Франция	—	2,0	10,0	102,0	109,5
Америка					
США	—	—	496,8	...	...
Чили	2772,3	3233,3	693,8	1217,8	1437,5
Африка — Египет	4,7	1,6	1,0	16,0	11,3

Примечание 1. По Германии и некоторым другим странам (производящим натриевую селитру) нет правильных сведений, в связи с чем они не включены в таблицу.

Примечание 2. По США селитра синтетическая.

Мировое потребление натриевой селитры

(в тыс. тонн)

Страны	1913 г.	1929 г.	1932 г.	1935 г.	1937 г.
Мировое потребление	2 391	2 734	1 116	1 446	1 952
В том числе:					
Европа					
Бельгия	164,1	140,0	7,5	53,8	37,3
Великобритания	138,6	81,0	9,6	32,1	40,9
Германия	746,8	95,2	45,0	100,7	128,2
Голландия	82,5	184,3	4,1	46,1	58,8
Дания	34,9	44,4	38,4	45,7	51,1
Испания	35,2	173,2	72,3	145,8	...
Италия	50,0	74,1	45,9	74,8	87,5
Франция	314,3	440,0	340,0	178,6	272,0
Чехословакия	—	95,0	15,6	...	...
Швеция	33,9	23,0	18,9	41,6	48,0
Америка					
Аргентина	0,6	0,8	1,1	1,8	4,0
Бразилия	2,5	5,2	3,0	4,9	10,2
Канада	36,6	9,7	3,5	3,9	5,1
США	635,9	913,4	367,0	397,1	638,9
Чили	—	17,2	15,7	15,3	22,8
Азия					
Цейлон	0,3	5,1	—	0,4	0,6
Япония	26,7	50,6	13,6	36,9	...
Африка					
Алжир	0,7	1,0	0,5	0,4	0,4
Египет	56,5	194,0	78,1	207,5	273,7
Океания					
Австралия	2,9	8,4	1,8	4,1	8,8
Новая Зеландия	—	2,1	1,7	1,7	2,9

Примечание. Потребление составляет импорт минус экспорт, за исключением Германии, Франции, Италии, Канады, США, Чили и Японии.

Ассортимент удобрений, применяемый в мировом сельском хозяйстве

№№ п/п	Наименование	% содержание	Примечание
	Фосфорные удобрения	P_2O_5	
1	Суперфосфат	16—20	
2	Двойной и тройной суперфосфат	48—50	При содержании 30—35% P_2O_5 называют двойным суперфосфатом. При содержании 45—50% — тройным.
3	Преципитат	32—40	
4	Томасшлак	11,4—23	
5	Термофосфат	24—32	
6	Фосфоритная мука	14—22	
7	Нейтральные фосфаты	19—21	
8	Фосфоритная мука с серой	14—22	
9	Коллоидный фосфат	до 31	Фосфоритная мука и гумус (выпущены в виде пробной партии)
10	Пережженная кость (или костяная мука)	36—39	
	Азотные удобрения	N	
1	Сульфат аммония, сернокислый аммоний	20—21	
2	Нитрат натрия, азотнокислый натрий, натриевая селитра, чилийская селитра	15,5—16,2	
3	Нитрат кальция, азотнокислый кальций, норвежская селитра, кальциевая селитра	13,0 15,5	Норвежские сорта Германские »
4	Нитрат аммония, азотнокислый аммоний аммонийная селитра,	33—35	
5	Сульфат-нитрат аммония лейпаселитра монтанселитра	26 25,5	Германские сорта Французские сорта
6	Цианамид-кальций, калийный цианамид	21 и 25,5	Германские сорта
	жемчужный цианамид	15—20	Французские »
7	Хлористый аммоний	24	
8	Хлористый аммоний с известняком «калькаммон»	17	
9	Кальциево-аммиачная селитра	20,5 18	Германские сорта Английские »
10	Мочевина	42—46	
11	Мочевина и кальциевая селитра	34,3	
12	Натро-аммиачная селитра	16	Смешение мало применяется.
13	Аммиачная селитра с гипсом «аммонитр»	15	
14	Мясная мука	5—7	
15	Кровянзя мука	13—15	
16	Кожная мука	5—10	
17	Роговая мука	12—17	
18	Гуминал	1,7—2,5	Содержит 50% органического вещества

Продолжение

№№ п/п	Наименование	% содержание K_2O	Примечание
	Калийные удобрения		
1	Хлористый калий	48—60	
2	Сульфат калия, сернокислый калий	42—48	
3		40—42	1-й сорт
		30—32	2-й сорт
		20—22	3-й »
	Калийные удобрительные соли	20	США — побочный продукт цементной промышленности
		34—36	США — получаются из минеральной части мелассы
4	Природные калийные соли:		
	а) сильвинит	12—20	
	б) «твердая соль» (Hartsalz)	11—19	
	в) каинит	12—14	Под названием «каинит» в Германии продается также сильвинит
	г) карналлит	9—12,5	
5	Основная калийная соль	около 35	Получается обработкой перегретым паром карналлита

№№ п/п	Наименование	% содержание		Примечание
		P_2O_5	N	
	Сложные удобрения			
1	Аммонизированный простой суперфосфат	15—18	2—3	
1а	Аммонизированный двойной суперфосфат	48—50	7—8	Аммонизация тройного суперфосфата
2		9	9	Германские сорта
		10	4	Английские »
	Аммиачный суперфосфат	10—13	5—6	Французские »
3	Фосфаты аммония:			
		60	12	Германские сорта (И. Г.)
	а) Моноаммоний фосфат (технические сорта), аммофос	60,6	11,7	Сорта США
		53,4	11	Фирмы США «Anaconda»
		48,3	10,6	фирмы Am. Cyanamid Co
	б) Диаммоний фосфат (технические сорта), диаммофос	53,4	21,0	Германский (И. Г.)
		52,3	20,7	США
4	а) «Лейнафос» — сульфат-фосфат аммония	20	30	Германский сорт (И. Г.)
	б) «аммофос» 2-й сорт Цианамидной К° — США	22	16,8	США 2-й сорт
5	Селитряно-аммиачный суперфосфат	10	6	Один из распространенных сортов Франции

Ассортимент удобрений (продолжение)

№№ п/п	Наименование	% содержание P_2O_5	% содержание N	Примечание
6	Мочевина-фосфат	11	11	Содержание различных французских сортов
		7	4	
		10	2	
7	Гуано	16–35	1–9	Содержание различных сортов
8		9–11	8–14	Перуанское гуано
	Кэмп (Kalkamonphosphat)	13	13	Различные германские сорта
		17	7	27—28% $CaCO_3$
		12	12	
9	Костяная мука:			
	а) сырая кость	15–22	3–6	
	б) обезжиренная костяная мука	22–25	3,5–4,5	
	в) обезжиренная и обесклеенная костяная мука	25–32	0,75–2,0	
	г) черная кость, полировочная кость (сырая кость вместе с мясной мукой)	9–17	3–5	
10	Рыбная мука	6–14	5–11	Среднее содержание, лучшие сорта
		9	9	
	а) селедочная	9	10	
	б) китовая мука	9	9	
	в) китовая мука без костей	3–4	10–13	

№№ п/п	Наименование	% содержание P_2O_5	% содержание K_2O	Примечание
	Комбинация фосфор-калий			
1	Калийный суперфосфат	7–12	4–10	
2	Монокалий фосфат	41–52	32,5–34,6	
3	Сульфат-фосфат калий	24	26	

№№ п/п	Наименование	% содержание N	% содержание K_2O	Примечание
	Комбинация азот-калий			
1	Калийная-аммиачная селитра	16	28	Германский сорт
2	Хлористый калий и аммоний «потазот»	16,5	25	Французский »
		14	20	Французские сорта
3	Нитрат калия, азотнокислый калий, калийная селитра	13,5–13,7	45,9–46	
4	Нитрат калия и натрия	16	12–15	
5	Отбросы виноделия «нитровежеталь»	4	9,5	

Продолжение

№№ п/п	Наименование	% содержание P_2O_5	% содержание N	% содержание K_2O	Примечание
	Комбинация фосфор-азот-калий (полные удобрения)				
1	Аммиачно-калийный суперфосфат, различные комбинации	—	—	—	—
2	Нитрофоска (германские сорта) (И. Г.)	13	17,5	22	1-й сорт
		11	15,0	26,5	2-й сорт
	Нитрофоска (германские сорта (И. Г.)	16,5	16,5	21,5	3-й сорт
		30,0	15,0	15	«А» »
		15,5	15,5	19	«С», содержащие K_2SO_4 вместо KCl
		12,0	12	21,5	Содержит также 8—10% CaO
3	Фосфат-сульфат калия и аммония «лейнофоска»	10	13	13	
4	Мочевина-калий-фосфор	14	28	14	
5	Фосфат аммония и сульфат калия	Различные комбинации			При общем содержании 42—50% P_2O_5, N и K_2O
6	Неттолин	25	3	4	Содержит 60% органических веществ
7	Хлопковые молотые жмыхи	2,5	6,5	1,5	
8	Смесь суперфосфата и паточной барды	7	2	6	Германские сорта
		7	2	4	Французские »
		6	4	4	» »
		12	12	12	» »
9	Удобрение нитрор-элем				

№№ п/п	Наименование	% содержание MgO	% содержание N	% содержание K_2O	% содержание P_2O_5
	Многосторонние, магнийсодержащие удобрения				
1	Магниевая и кальциевая селитра	17—19	13,5—14,5	—	—
		13	4	—	22
2	Фосфат магния и аммония	11—12	—	26—28	—
3	Сульфат калия и магния				

Примечание. Составлено по материалам проф. Н. Е. Пестова «Справочник по удобрениям», изд. 1933 г., НИУ и 2-е изд.

РЕАКТИВЫ

ИНДИКАТОРЫ

Метилоранж (*п*-диметиламиноазобензосульфоновокислый натрий $C_{14}H_{14}O_3N_3SNa$). Листочки золотисто-желтого цвета. Растворяют 1 г в 1 л горячей воды (0,1% раствор). Употребляется при титровании на холоду почти всех минеральных кислот, сильных оснований и углекислых солей. Присутствие углекислоты не оказывает влияния. Непригоден для титрования органических кислот и слабых минеральных. Интервал перехода от pH = 3, 1 до pH = 4,4; изменение цвета от красного к оранжево-желтому.

Метилрот (*п*-диметиламиноазобензолокарбоновая кислота $C_{15}H_{15}N_3O_2$). Темнокрасные иглы или красновато-фиолетовые таблички. Растворяют 2 г в 600 мл спирта и добавляют водой до 1 л (0,2% раствор). Употребляется при титровании аммиака и слабых органических оснований. Для титрования углекислых солей менее пригоден, чем метилоранж. Неприменим при титровании органических кислот, кроме щавелевой и пикриновой. Интервал перехода — от pH = 4,2 до pH = 6,3; изменение цвета — от красного к желтому.

Фенолфталеин ($C_{20}H_{14}O_4$). Бесцветный или слабожелтоватый мелкокристаллический порошок. Растворяют 10 г в 1 л 90—95% спирта (1% раствор). Употребляется при титровании минеральных и в особенности органических кислот и сильных оснований. Титрование щелочей карбонатов и бикарбонатов проводится в кипящем растворе, так как индикатор чувствителен к углекислоте. Неприменим для определения аммиака и органических оснований. Интервал перехода от pH = 8,3 до pH = 10,0; изменение цвета — от бесцветного к розово-красному.

Лакмоид ($C_{12}H_9O_3N$). 8 г тонко размолотого лакмоида слабо нагревают в течение 15 минут на водяной бане со 100 мл 20% спирта, охлаждают, фильтруют и фильтрат разбавляют равным объемом абсолютного алкоголя. В кислой среде лакмоид дает красную окраску, а в щелочной — синюю; переходная окраска — фиолетовая.

Конго (бензидинбисазанафтионовокислый натрий $C_{32}H_{22}ON_6S_2NO_3$). Растворяют 0,5 г конго в 90 мл воды и прибавляют 10 мл 96% спирта.

В кислой среде конго дает синюю окраску, а в щелочной и нейтральной средах — красную.

β-динитрофенол ($C_6H_4N_2O_5$). Приготовляют насыщенный водный раствор. Интервал перехода — от pH = 2,4 до pH = 3,2. Изменение цвета — от бесцветного к желтому.

Титрованные растворы. *Серная кислота* H_2SO_4. Для приготовления титрованных растворов серной кислоты отмеривают бюреткой следующие количества крепкой H_2SO_4 (удельного веса 1,84) на каждый литр раствора: 1,0*N*—28 мл, 0,5*N*—14 мл, 0,1*N*—2,8 мл, 0,05*N*—1,4 мл.

Титр (поправку) готовых растворов устанавливают по химически чистой безводной соде (Na_2CO_3) или лучше всего по свежеперекристаллизованной буре ($Na_2B_4O_7 10H_2O$), а также по установленному раствору едких щелочей.

Установка титра серной кислоты по соде Na_2CO_3 (молекулярный вес — 106; эквивалентный вес — 53).

Если имеется готовая химически чистая сода, она должна быть только обезвожена нагреванием при 270—300°.

Если же таковой нет, ее получают путем перекристаллизации продажной двууглекислой соды. С этой целью последнюю растворяют в воде при нагревании до 80° до полного насыщения. Затем раствор фильтруют в колбу через складчатый фильтр, лучше всего в воронке для горячего фильтрования, и охлаждают (помещая колбу в холодную воду) до 10—15°. При этом выделяется большое количество крупнокристаллической соли, которую отфильтровывают, промывают на фильтре холодной дестиллированной водой и высушивают.

Для переведения двууглекислого натрия в углекислый и обезвоживания соды навеску высушенной соли 8—10 г помещают в объемистый фарфоровый или, лучше, платиновый тигель, который вставляют в отверстие асбестового картона (20×20 см). Последний в наклонном положении укрепляют на кольце штатива и нагревают тигель маленьким пламенем так, чтобы дно его едва начало краснеть, все время перемешивая содержимое толстой платиновой проволокой или стеклянной палочкой. Спекания и плавления соды необходимо избегать. Через 30 минут нагревание прекращают, тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают; операцию сушки повторяют до получения постоянного веса. Значительно

лучше нагревать тигель в электрической печи в течение 30—60 минут при температуре 270—300° или на песчаной бане 20 минут при той же температуре. Тигель ставят в песок так, чтобы песок снаружи находился на такой же высоте, как сода внутри.

Готовую соль следует сохранять в стеклянной баночке или стаканчике с пришлифованной пробкой. Для установки титра отвешивают в закрытом стаканчике около 2 г соды.

Для 1,0*N* растворов навеску растворяют в стакане приблизительно в 100 мл дестиллированной воды и раствор целиком титруют. Для более слабых растворов навеску переносят в мерную колбу на 250 мл, по растворении объем доводят до черты, а для титрования берут соответственную часть его (например для 0,1*N* растворов — 25 мл). Можно также брать соответственно меньшие навески соли.

К раствору соды в стаканчике прибавляют индикатор метилоранж (5—6 капель) и затем медленно, при постоянном помешивании стеклянной палочкой, приливают из бюретки серную кислоту до тех пор, пока вначале желтый цвет раствора не перейдет, в розовый. Тогда отсчитывают по бюретке количество израсходованной на нейтрализацию соды серной кислоты. Необходимо сделать три параллельных титрования и, если они близки, взять среднее.

Пример вычисления для 1,0*N* H_2SO_4. Взято для установки титра соды 2,0865 г. Пошло для ее нейтрализации серной кислоты — 39,10 мл.

Если бы кислота была точно 1,0*N*, то 1 000 мл ее нейтрализовали бы $\frac{Na_2CO_3}{2} = \frac{106}{2} = 53$ г углекислого натрия, и поэтому 2,0865 г требуют для нейтрализации по расчету:

$$53{,}00 : 1\,000 = 2{,}0865 : x$$

$$x = \frac{2{,}0865 \cdot 1000}{53{,}00} = 39{,}37 \text{ мл } 1{,}0N \text{ кислоты.}$$

Но так как у нас израсходовано для этого 39,10 мл, то наша кислота оказывается более крепкой, чем точно 1,0*N*. Отсюда коэфициент поправки $= \frac{39{,}37}{39{,}10} = 1{,}0069$. На этот коэфициент следует умножать число затраченных миллилитров кислоты, чтобы привести его точно к 1,0*N* кислоте.

Из 1,0*N* раствора можно приготовить путем соответствующего разбавления все более слабые растворы, которые затем также необходимо установить по соде или буре.

Установка титра серной кислоты по буре $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ (молекулярный вес—381,28, эквивалентный вес—190,64).

Для получения чистой десятиводной буры продажную соль растворяют в воде при 50—60° (не выше) до полного насыщения. Затем раствор фильтруют в колбу через складчатый фильтр, лучше всего в воронке для горячего фильтрования, и охлаждают (помещая колбу в холодную воду) до 10—15°. При этих условиях выпадает десятиводная бура в виде мелкого кристаллического порошка. Последний отфильтровывают, промывают на фильтре холодной дестиллированной водой и сушат между листами фильтровальной бумаги до тех пор, пока отдельные кристаллики не будут приставать к стеклянной палочке.

Если продажная бура очень загрязнена, перекристаллизацию ее повторяют еще 1—2 раза.

Готовую соль следует сохранять в стеклянной баночке или стаканчике с пришлифованной пробкой. Для установки титра отвешивают в закрытом стаканчике около 2 г буры. Техника та же, что и при установке титра по соде.

Пример вычисления для 1,0N H_2SO_4. Взято для установки титра буры 2,435 г. Пошло для ее нейтрализации серной кислоты 12,60 мл.

Если бы кислота была точно 1,0N, то 1 000 мл ее нейтрализовали бы $\frac{Na_2B_4O_7}{2} = \frac{381,28}{2} = 190,64$ буры, и поэтому 2,4350 г требуют для нейтрализации по расчету:

$$190,64 : 1000 = 2,4350 : x,$$

или

$$x = \frac{2,4350 \cdot 1\,000}{190,64} = 12,77 \text{ мл } 1,0N \text{ кислоты.}$$

Но так как у нас израсходовано для этого 12,60 мл, то наша кислота оказывается более крепкой, чем 1,0N. Отсюда коэфициент поправки:

$$\frac{12,77}{12,60} = 1,0135.$$

Соляная кислота HCl. Для приготовления титрованных растворов соляной кислоты отмеривают бюреткой следующие количества крепкой HCl (удельного веса 1,19) на каждый литр раствора: 1,0N—82 мл, 0,5N — 41 мл, 0,1N — 8,2 мл, 0,05N — 4,1 мл.

Титр (поправку) готовых растворов устанавливают по химически чистой безводной соде Na_2CO_3 или по свежеперекристаллизованной буре $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, а также по установленному раствору едких щелочей. Техника та же, что и при установке титра H_2SO_4.

Едкий натр NaOH. Для приготовления титрованных растворов едкого натра отвешивают в фарфоровой чашке на технических весах следующие количества продажного NaOH на каждый литр раствора: 1,0*N* — 46 г; 0,1*N* —4,6 г. Чтобы смыть с поверхности слой карбонатов, отвешенные куски щелочи споласкивают быстро 3—4 раза дестиллированной водой, после чего растворяют и доводят до нужного объема.

Если требуется приготовить раствор NaOH совершенно лишенным углекислоты, то для ее удаления следует прибавить к раствору небольшой избыток $BaCl_2$ (до прекращения образования мути), дать раствору отстояться и затем перелить сифоном в другую склянку.

Титр готовых растворов устанавливают лучше всего по янтарной кислоте $H_6C_4O_4$ или по щавелевой кислоте $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, а также по установленному раствору кислот.

Установка титра едкого натра по янтарной кислоте $H_6C_4O_4$ (молекулярный вес — 118,05; эквивалентный вес — 59,02).

Для получения чистой безводной янтарной кислоты продажный препарат раз или два перекристаллизовывают из горячей воды (совершенно так же, как буру) и затем сушат между листами фильтровальной бумаги. Для установки титра 1,0*N* раствора отвешивают в закрытом стаканчике около 1,5 г янтарной кислоты. Титрование ведут в присутствии фенолфталеина при кипячении. Техника та же, что и в случае кислот.

Пример вычисления для 1*N* NaOH. Взято для установки титра янтарной кислоты 1,2950 г. Пошло для ее нейтрализации едкого натра 23,5 мл.

Если бы раствор щелочи был точно 1,0*N*, то 1 000 мл его нейтрализовали бы $\frac{C_6H_4O_4}{2} = \frac{119,05}{2} = 59,02$ г янтарной кислоты, и поэтому 1,2950 г требуют для нейтрализации по расчету:

$$59,02 : 1\,000 = 1,2950 : x,$$

или

$$x = \frac{1,2950 \cdot 1\,000}{59,02} = 21,94 \text{ мл } 1,0N \text{ щелочи.}$$

Но так как у нас израсходовано для этого 23,5 мл, то наша щелочь оказывается слабее, чем 1,0*N*. Отсюда коэффициент поправки $= \frac{21,94}{23,5} = 0,9335$.

Установка титра едкого натра по щавелевой кислоте $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ (молекулярный вес — 126,05, эквивалентный вес — 63,02).

Ввиду того, что двуводная щавелевая кислота непостоянна, так как при хранении теряет воду, установку по ней титра щелочи следует производить только в исключительных случаях, т. е. при отсутствии янтарной кислоты, причем необходимо пользоваться лишь недавно (не больше 1 месяца) перекристаллизованными препаратами.

Для получения чистой двуводной щавелевой кислоты продажный препарат в первый раз перекристаллизовывают из горячей разведенной (1 : 3) соляной кислоты. Если остается нерастворимый остаток, его отфильтровывают. Затем еще раз или два кристаллизуют из горячей воды. Отфильтрованный и промытый препарат возможно быстро отжимают между листами фильтровальной бумаги и затем сушат до постоянного веса в эксикаторе над расплывающимся хлористым кальцием. Хранят в стеклянной банке с хорошо пришлифованной стеклянной пробкой.

Для установки титра 1,0*N* раствора отвешивают в закрытом стаканчике около 1,5 г щавелевой кислоты. Титрование ведут в присутствии фенолфталеина при кипячении. Техника та же, что и в случае кислот.

Пример вычисления для 1,0*N* NaOH. Взято для установки титра щавелевой кислоты 1,4570 г. Пошло для ее нейтрализации едкого натра 25,2 мл.

Если бы раствор щелочи был точно 1,0*N*, то 1 000 мл ее нейтрализовали бы $\frac{H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O}{2} = \frac{126,05}{2} = 63,02$ г щавелевой кислоты, и поэтому 1,4570 г требуют для нейтрализации по расчету:

$$63,02 : 1\,000 = 1,4570 : x,$$

или

$$x = \frac{1,4570 \cdot 1000}{63,02} = 23,12 \text{ мл } 1,0N \text{ щелочи.}$$

Но так как у нас израсходовано для этого 25,2 мл, то наша щелочь оказывается слабее, чем 1,0*N*. Отсюда коэффициент поправки $= \frac{23,12}{25,2} = 0,9174$.

Едкий калий КОН. Для приготовления титрованных растворов едкого калия отвешивают в фарфоровой чашке на технических весах следующие количества продажного КОН на каждый литр раствора: 1,0*N* — 60 г, 0,5*N* — 30 г, 0,1*N* — 6 г.

Приготовление растворов и установку титра производят точно так же, как для едкого натра.

Щавелевая кислота $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. Если имеется продажная химически чистая щавелевая кислота, то ее можно не перекристаллизовывать. Если же пользуются препаратом недостаточно чистым, его необходимо перекристаллизовать, как выше указано.

Для приготовления титрованных растворов отвешивают следующие количества $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ на каждый литр раствора: 0,1*N* — 6,3 г. 0,01*N*—0,63 г. Для устойчивости к этим растворам следует прибавить крепкой H_2SO_4 из расчета по 50 мл на 1 л[1].

Готовый раствор следует хранить в бутыли из темного стекла.

Титр устанавливают по раствору перманганата $KMnO_4$. Для этого берут 25 мл раствора (3 параллельных) $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ и титруют их $KMnO_4$ в присутствии H_2SO_4 при нагревании, как это описано при установке титра перманганата.

Пример вычисления для 0,1*N* $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$. Для титрования взято щавелевой кислоты 25 мл. На окисление израсходовано точно 0,1*N* $KMnO_4$ 24,5 мл.

Отсюда следует, что наша $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ оказывается слабее, чем 0,1*N*, а следовательно, коэфициент поправки $= \frac{24,5}{25} = 0,9800$.

Перманганат $KMnO_4$. Для приготовления титрованных растворов перманганата отвешивают следующие количества химически чистого $KMnO_4$ на каждый литр раствора: 0,1*N*—3,2 г, 0,01*N* — 0,32 г.

Соль растворяют в теплой воде, доводят до нужного объема и оставляют на 8—10 дней для окисления следов органического вещества дестиллированной воды. Затем осторожно сливают сифоном с образовавшегося на дне осадка двуокиси марганца.

Готовый раствор следует хранить в бутыли из темного стекла. Бюретки должны иметь стеклянные краны и должны быть соединены с сосудами при помощи стеклянных трубок без каучуковых соединений.

---

[1] Эти растворы годны лишь для титрования перманганатом. Их, конечно, нельзя титровать щелочью.

Титр его устанавливают лучше всего по химически чистому щавелевокислому натрию $Na_2C_2O_4$, а также по установленному раствору щавелевой кислоты.

Установка титра перманганата по щавелевокислому натрию $Na_2C_2O_4$ (молекулярный вес — 134,0; эквивалентный вес 67,0).

Если имеется готовый химически чистый щавелевокислый натрий, его необходимо лишь высушить до постоянного веса при 230° в термостате или над серной кислотой в эксикаторе.

Если же такового нет, его получают путем перекристаллизации продажного препарата из горячей воды (совершенно так же, как буру) и затем сушат между листами фильтровальной бумаги.

Для установки титра 0,1*N* раствора отвешивают в закрытом стаканчике около 0,2 г этой соли, переносят ее в стакан на 300 мл, растворяют в 200 мл воды, нагревают до начала кипения и титруют перманганатом, титр которого следует установить. Сначала раствор остается в течение 1—2 минут розовым, затем он быстро обесцвечивается, и после этого также быстро обесцвечивается каждая прибавленная капля перманганата. Титруют до неисчезающей в течение нескольких секунд розовой окраски раствора.

Пример вычисления для 0,1*N* $KMnO_4$. Взято для установки титра щавелевокислого натрия 0,2150 г. Пошло на его окисление перманганата 31,5 мл.

Если бы раствор перманганата был точно 0,1*N*, то 1000 мл окислили бы $\frac{Na_2C_2O_4}{10 \cdot 2} = \frac{134}{10 \cdot 2} = 6{,}7$ г щавелевокислого натрия, и поэтому 0,2150 г требуют для окисления по расчету:

$$6{,}7 : 1\,000 = 0{,}2150 : x,$$

или

$$x = \frac{0{,}2150 \cdot 1\,000}{6{,}7} = 32{,}09 \text{ мл } 0{,}1N \text{ перманганата.}$$

Но так как у нас израсходовано для этого 31,5 мл, то наш перманганат оказывается крепче, чем 0,1*N*.

Отсюда коэфициент поправки $= \frac{32{,}09}{31{,}5} = 1{,}0187$.

Азотнокислое серебро $AgNO_3$. Для приготовления 0,1*N* раствора азотнокислого серебра отвешивают 17 г химически чистого $AgNO_3$ на каждый литр раствора, растворяют в воде и доводят до нужного объема.

Готовый раствор следует хранить в бутыли из темного стекла.

Титр его устанавливают по химически чистому хлористому натрию NaCl (молекулярный и эквивалентный веса — 58,46).

Для очищения продажную соль растворяют в воде до полного насыщения. К раствору приливают крепкую HCl, причем NaCl осаждается. Осадок отфильтровывают, промывают на фильтре несколько раз водой, сушат и, наконец, прокаливают до постоянного веса в тигле в электрической печи (при 500—600°) или на газовой горелке, вставив в отверстие асбестового картона (как при обезвоживании соды — стр. 595).

Готовую соль следует сохранять в стеклянной баночке или в стаканчике с пришлифованной пробкой.

Для установки титра азотнокислого серебра отвешивают в закрытом стаканчике около 0,2 г этой соли, переносят в стакан на 100 мл, растворяют в 25 мл воды, прибавляют в качестве индикатора 2 капли насыщенного водного раствора хромовокислого калия K_2CrO_4 и титруют раствором $AgNO_3$, титр которого следует установить до появления неисчезающей краснобурой окраски.

Пример вычисления. Взято для установки титра хлористого натрия 0,1875 г. Пошло на осаждение хлора азотнокислого серебра 33,5 мл.

Если бы раствор азотнокислого серебра был точно 0,1N, то 1 000 мл его отвечало бы $\frac{NaCl}{10} = \frac{58,46}{10} = 5,846$ г хлористого натрия, и поэтому 0,1875 г отвечают по расчету

$$5,846 : 1\,000 = 0,1875 : x,$$

или

$$x = \frac{0,1875 \cdot 1000}{5,846} = 32,07 \text{ мл } 0,1N \text{ азотнокислого серебра.}$$

Но так как у нас израсходовано 33,5 мл, то наш раствор азотнокислого серебра оказывается слабее, чем 0,1N.

Отсюда коэфициент поправки $= \frac{32,07}{33,5} = 0,9573$.

Роданистый аммоний NH_4CNS. Для приготовления 0,1N раствора роданистого аммония отвешивают около 8 г продажной соли на каждый литр раствора, растворяют в воде и доводят до нужного объема.

Титр устанавливают по 0,1N раствору азотнокислого серебра. Для этого берут 25 мл $AgNO_3$ в стакан на 100 мл, прибавляют несколько капель крепкой HNO_3, 1 мл индикатора [насыщенный на холоду водный раствор железоаммиачных квасцов

$(NH_4)_2Fe_2(SO_4)_4 \cdot 24H_2O$, к которому прибавлено крепкой HNO_3 до [перехода бурого цвета в желтый] и титруют раствором NH_4CNS. Сначала выделяются хлопья роданистого серебра. Титруют до неисчезающей красно-бурой окраски от образующегося роданового железа.

Пример вычисления. Для титрования взято точно 0,1*N* раствора азотнокислого серебра 25,7 мл. Израсходовано роданистого аммония 26,9 мл.

Отсюда следует, что наш NH_4CNS оказывается слабее, чем 0,1*N*, а следовательно коэфициент поправки:

$$\frac{25,7}{26,9} = 0,9628.$$

Приготовление реактива Несслера. Растворяют 17 г хлорной ртути в 300 мл воды и вливают в раствор 35 г иодистого калия в 100 мл воды, пока красный осадок иодистой ртути не перестанет растворяться; после этого раствор доводят до 1 л 20% раствором едкого натра и прибавляют раствора хлорной ртути до появления неисчезающего осадка. Раствор сохраняют в хорошо закрывающейся склянке; он должен иметь светложелтый цвет.

Регенерация лимонной кислоты из цитратных остатков. Аммиачный раствор цитратных остатков (фильтраты [1] после осаждения P_2O_5 цитратным методом) упаривают до небольшого объема, нейтрализуют HCl по лакмусу до слабокислой реакции, нагревают до кипения, прибавляют при постоянном помешивании кипящий насыщенный раствор хлористого кальция в количестве 200—250 мл на 1 литр упаренных цитратных остатков и перемешивают 10—15 минут до полного выделения лимоннокислого кальция. После отстаивания осадка жидкость сливают через воронку Бюхнера, осадок дважды промывают путем декантации горячей водой, после чего переносят на воронку Бюхнера, промывают горячей водой до прекращения реакции на хлор и высушивают при 35—40°.

Из 1 л цитратных остатков получается 180—200 г лимоннокислого кальция в виде белого, легкого порошка.

Для получения лимонной кислоты осадок обрабатывают серной кислотой. Так как лимоннокислый кальций получается неодинакового состава, то для расчета потребного количества H_2SO_4 необходимо определить в нем содержание CaO. Это делается

[1] Если фильтраты идут для переработки, то промывные воды, почти не содержащие лимонной кислоты, с ними смешивать не нужно.

путем сжигания и последующего прокаливания точно отвешенной навески соли. Вычисление количества серной кислоты производят на основании соотношения $CaO : H_2SO_4 = 56 : 98$. Количество прибавленной H_2SO_4 должно быть такое, чтобы по о нчании данной реакции в растворе находился некоторый, по возможности небольшой, избыток свободной H_2SO_4. Для обнаружения свободной серной кислоты кусочек фильтровальной бумаги, смоченный испытуемым раствором, при легком подсушивании быстро обугливается (чернеет) по краям и на границе жидкости с сухой бумагой. В случае отрицательного результата необходимо дополнительно прибавить некоторое количество H_2SO_4 и снова проверить.

На 100 весовых частей средней (трехкальциевой) соли лимонной кислоты, содержащей 33,6%CaO, требуется 33,3 мл H_2SO_4 удельного веса 1,84. Серную кислоту разбавляют до 400—500 мл, вносят соль и нагревают в течение 2 часов до 80—85°, постоянно помешивая (лучше механической мешалкой). Убедившись в присутствии в растворе свободной H_2SO_4, отфильтровывают гипс и промывают 2—3 раза небольшим количеством холодной воды. Слегка окрашенный фильтрат выпаривают на водяной бане до 30° Бомэ, отфильтровывают в случае появления гипса и продолжают выпаривание до 34—36° Бомэ или до появления кристаллов, после чего оставляют спокойно стоять для кристаллизации. Выпавшие кристаллы лимонной кислоты отфильтровывают на воронке Бюхнера, не промывая их водой. Маточный раствор слегка упаривают и оставляют для второй кристаллизации. Второй маточный раствор также может дать некоторое количество кристаллов. Лимонную кислоту, полученную от всех кристаллизаций, соединяют вместе и растворяют в возможно малом количестве воды. Если появится муть (гипс), ее отфильтровывают через маленький фильтр. Прозрачный и бесцветный фильтрат слегка упаривают до 32° Бомэ и подвергают кристаллизации. Полученные кристаллы лимонной кислоты отфильтровывают на воронке Бюхнера, только один раз промывают холодной водой и сушат между листами фильтровальной бумаги при 25—30°.

Практический выход из 100 г лимоннокислого кальция — 50—60 г лимонной кислоты (теоретически — 77 г).

Переработка платиновых остатков (по Кузнецовой Р. К. и Загорскому М. Ф.). После анализа на калий остаются два вида отбросов: спиртовой раствор платинатов и чистая металлическая платина, получающаяся в результате каждого определения.

Из спиртового раствора отгоняют прежде всего спирт, а в остатке восстанавливают платину металлическим магнием. Практически это делают следующим образом: концентрированный остаток от отгона спирта немного подкисляют HCl, вносят металлический магний и ставят на 6 часов на водяную баню, потом прибавляют еще соляной кислоты и доводят раствор до кипения (на горелке с предохранительной сеткой). Раствор должен быть совершенно прозрачным, а платина темносерым порошком должна осесть на дно. Перед фильтрованием испытывают на полноту восстановления. Осадок платины отфильтровывают и промывают горячей водой, затем фильтр с осадком сжигают и прокаливают, после чего платину растворяют в царской водке и осаждают крепким раствором хлористого аммония в виде хлороплатината аммония. Последний по фильтровании прокаливается до удаления белых паров аммония. Выделенная таким образом платина выпаривается в соляной кислоте и снова растворяется в царской водке. Для получения сухой платинохлористоводородной кислоты раствор выпаривают до кристаллизации; кристаллы сушат при температуре не выше 100° С. Очищенный так препарат может служить для дальнейших операций. Хранить платинохлористоводородную кислоту в баночках с притертыми пробками или в стеклянных ампулах. Металлическую платину, полученную в результате анализов, можно считать совершенно чистой, поэтому предварительная очистка ее отпадает. Спирт, отогнанный из первоначального раствора, перегоняется еще один раз с нейтрализацией его CaO для связывания целого ряда летучих соединений. В последнем случае рекомендуется перегонять с французским дефлегматором.

Переработка молибденовых остатков по Вагнеру. Кислые молибденовые жидкости сохраняются в склянках так же, как и щелочные. При обработке кислая прозрачная жидкость выпаривается в большой фарфоровой чашке на водяной бане до небольшого объема. При этом вся молибденовая кислота, содержащаяся в жидкости, осаждается в виде твердой прилегающей корки (не следует производить выпаривания на огне или на песчаной бане, потому что при образовании корки чашка может лопнуть). Фарфоровую чашку немного охлаждают, сливают маточный раствор, споласкивают молибденовокислую корку водой, которая снова выливается в склянку для хранения, ставят чашку опять на водяную баню и добавляют в нее 25% аммиака, в котором молибденовая корка растворяется. Выпаривают до тех пор, пока вся аммиачная жидкость не будет в таком же соотношении, как была и раньше.

Жидкость фильтруют горячей через складчатый фильтр в другую чашку и оставляют стоять на холоду несколько дней. Маточный раствор затем отделяют от выкристаллизовавшегося молибденовокислого аммония, кристаллы споласкивают небольшим количеством воды, которую прибавляют к маточному раствору, и соль очищают кристаллизацией.

Маточный раствор доводят до 0,5 л, оставляют его для кристаллизации, сливают второй маточный раствор, высушивают полученную кристаллическую массу и растворяют ее при следующей обработке молибденового остатка в кристаллизационном растворе.

Так как кислые молибденовые растворы содержат иногда лимонную кислоту, то рекомендуется осадить молибденовую кислоту, собрать осадки, отфильтровать их, промыть, растворить в аммиаке и добавлением достаточного количества магнезиальной смеси снова осадить фосфорную кислоту.

Затем фильтрат постепенно выпаривают, охлаждают для кристаллизации и выкристаллизовавшийся молибденовокислый аммоний очищают путем растворения в 25% аммиаке и кристаллизацией.

Последние осадки состоят главным образом из молибденовой кислоты; они отделяются из маточного раствора и прибавляются к новым остаткам.

Рекомендуется освобождать растворы фосфорно-молибденовокислого аммония от фосфорной кислоты путем добавления хлорного железа и аммиака. Осаждают в фильтрате молибденовую кислоту хлористым барием, разлагают отмытый и высушенный осадок обработкой его сульфатом аммония, отфильтровывают образовавшийся сульфат бария и кристаллизацией отделяют в растворе молибденовокислый аммоний из сульфата аммония.

Приготовление процентных растворов. При приготовлении процентных растворов необходимо различать два случая, а именно: приготовление в весовом или объемном отношениях.

В первом случае расчет необходимого количества соли производят следующим образом. Пусть требуется приготовить 2,5 кг 15% раствора хлористого бария. Количество хлористого бария определяют из пропорции:

$$\left.\begin{matrix} 100 - 15 \\ 2\,500 - x \end{matrix}\right\} x = \frac{2\,500 \cdot 15}{100} = 375 \text{ г.}$$

Следовательно, нужно отвесить 375 г хлористого бария и взять 2 500 — 375=2 125 г, или приблизительно 2 125 мл дестиллированной воды.

Во втором случае, т. е. при приготовлении в объемном отношении, поступают следующим образом. Например, нужно приготовить 2,5 л 15% раствора хлористого бария. Узнаем удельный вес 15% раствора хлористого бария (удельные веса водных растворов некоторых солей даны в приложении), он равен 1,147. Следовательно, 2,5 л такого раствора должны весить $2\,500 \times 1{,}147 = 2\,867{,}5$ г.

Дальнейший расчет ведут, как и в предыдущем случае:

$$\left.\begin{matrix} 100 - 15 \\ 2\,867{,}5 - x \end{matrix}\right\} x = \frac{2\,867{,}5 \cdot 15}{100} = 430{,}125 \text{ г},$$

т. е. нужно отвесить 430,1 г хлористого бария, растворить его в некотором количестве воды и раствор довести водой до 2,5 л.

Приведенные примеры относятся к безводным солям; в случае водных солей (содержащих кристаллизационную воду) при расчете принимается во внимание и кристаллизационная вода.

Например, требуется приготовить 2 кг 10% раствора $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$. Молекулярный вес $Na_2SO_4 = 142{,}07$, $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O = 322{,}23$.

Сперва вычисляют на безводную соль по следующей пропорции:

$$\left.\begin{matrix} 100 - 10 \\ 2\,000 - x \end{matrix}\right\} x = \frac{2\,000 \cdot 10}{100} = 200 \text{ г}.$$

Необходимое количество водной соли вычисляют из пропорции:

$$\left.\begin{matrix} 142 - 322{,}2 \\ 200 - x \end{matrix}\right\} x = \frac{200 \cdot 322{,}2}{142} = 453{,}9.$$

Следовательно, для приготовления 2 кг 10-процентного раствора $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ нужно отвесить 454 г соли и взять 2 000 — —454 = 1 546 г воды.

В случае приготовления в объемном отношении, поступают так же, как указано выше.

Довольно часто в лабораторной практике встречается необходимость приготовления более слабых растворов из имеющихся более сильной концентрации. В таком случае поступают следующим образом. Например, нужно приготовить 2 л 5% раствора сернокислого аммония из имеющегося 20% раствора. В данном случае просто разбавить имеющийся раствор в 4 раза нельзя в силу того, что берется объемное количество, а не весовое. Необходимо узнать удельный вес 5% раствора сульфата аммония. По справочным таблицам находим, что он = 1,0287. 2 л такого раствора должны весить $1{,}0287 \cdot 2\,000 = 2\,057{,}4$ г и в этом коли-

честве должно находиться следующее количество сульфата аммония:

$$\left.\begin{matrix}100-5\\2\,057{,}4-x\end{matrix}\right\} x=\frac{2\,057{,}4\cdot 5}{100}=102{,}87\ \text{г}.$$

Из следующего расчета узнаем, какое количество 20% раствора сульфата аммония нужно взять, чтобы получить 2 л 5% раствора:

$$\left.\begin{matrix}100-20\\x-102{,}87\end{matrix}\right\} x=\frac{102{,}87\cdot 100}{20}=514{,}35\ \text{г}.$$

т. е. нужно взять 514,35 г 20% раствора сульфата аммония и разбавить водой до 2 л.

Чтобы не отвешивать нужного количества раствора, его можно пересчитать на объем. Удельный вес 20% раствора сульфата аммония = 1,1149 (по таблицам), следовательно, этого раствора нужно взять

$$\frac{514{,}35}{1{,}1149}=461{,}3\ \text{мл},$$

т. е. нужно отмерить 462 мл имеющегося 20% раствора сернокислого аммония и добавить к ним 2 000 — 462 = 1 538 мл воды.

При приготовлении процентных растворов кислот поступают следующим образом. Например, нужно приготовить 2 л 10% соляной кислоты из имеющейся кислоты удельного веса 1,19. По справочной таблице находим, что 10% соляная кислота имеет удельный вес 1,049, следовательно, 2 л такой кислоты должны весить 2 098 г и содержать в этом количестве хлористого водорода:

$$\left.\begin{matrix}100-10\\2\,098-x\end{matrix}\right\} x=\frac{2\,098\cdot 10}{100}=209{,}8\ \text{г}.$$

Соляная кислота удельного веса 1,19 содержит 37,23% хлористого водорода.

Количество соляной кислоты, которое необходимо взять, узнают из следующей пропорции:

$$\left.\begin{matrix}100-37{,}23\\x-209{,}8\end{matrix}\right\} x=\frac{209{,}8\cdot 100}{37{,}23}=563{,}5\ \text{г}.$$

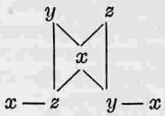
или

$$\frac{563{,}5}{1{,}19}=473{,}5\ \text{мл}.$$

Следовательно, нужно отмерить 474 мл соляной кислоты удельного веса 1,19 и долить дестиллированной водой до 2 л.

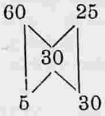
Для получения жидкости нужной концентрации из имеющихся жидкостей известных концентраций или получения нужной концентрации путем разбавления водой, приложимо правило Леви.

Расчет по этому правилу ведется по следующей общей формуле:



Пример 1. Из соляной кислоты крепостью 60% и 25% надо приготовить кислоту крепостью 30%.

Вычисление:

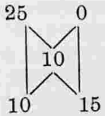


$$(=30-25)\,(=60-30),$$

т. е. нужно взять 5 мл кислоты крепостью 60% и 30 мл крепостью 25%, получим 35 мл соляной кислоты крепостью 30%.

Пример 2. Из имеющейся кислоты крепостью 25% нужно приготовить 10% раствор разведением водой.

Вычисление:



$$(=10-0)\,(=25-10),$$

т. е. нужно взять 10 мл кислоты крепостью 25% и 15 мл воды, получим 25 мл 10% соляной кислоты.

ИСПЫТАНИЕ РЕАКТИВОВ НА ЧИСТОТУ

АЗОТНАЯ КИСЛОТА

Acidum nitricum puriss. 1,40 HNO_3. Молекулярный вес 63,02

1. Испытание на нелетучие примеси. 5 мл азотной кислоты не должны после выпаривания оставлять весомого остатка.

2. Испытание на мышьяк. 100 мл азотной кислоты после прибавления 5 мл серной кислоты (удельного веса 1,84), не содержащей мышьяка, выпариваются на водяной бане насколько возможно; остаток нагревается на песчаной бане до начала выделения паров серной кислоты.

Выделяют водород в аппарате Марша посредством 20 г зернистого, не содержащего мышьяка, цинка и разведенной серной кислоты (1 : 5) и смывают в выделительную колбу аппарата остаток от выпаривания помощью 20 мл воды; после часового действия аппарата не должно появиться в редукционной трубке заметного налета.

3. Испытание на серную кислоту. К 5 мл азотной кислоты прибавляют 90 мл воды и раствор хлористого бария.

После 15-часового стояния не должно выделяться осадка сернокислого бария.

4. Испытание на галоидоводородные кислоты. 20 мл азотной кислоты, разведенные 80 мл воды, не должны изменяться от прибавления азотнокислого серебра.

5. Испытание на тяжелые и щелочноземельные металлы. К 20 мл азотной кислоты прибавляют 80 мл воды и аммиак до щелочной реакции. Прибавление нескольких капель сернистого аммония и раствора щавелевокислого аммония не должно вызвать ни темной окраски, ни мути.

6. Испытание на подноватую кислоту. К 5 мл азотной кислоты прибавляют 10 мл воды и кусочек цинка; если жидкость через минуту взболтать с хлороформом, то не должно появиться фиолетовой окраски.

7. Количественное определение. 5 г азотной кислоты разбавляют 50 мл воды и титруют 1,0 *N* раствором едкого калия в присутствии метилоранжа как индикатора (1 мл 1,0*N* раствора едкого калия = 0,06302 г азотной кислоты, log. 79948).

РАСТВОР АММИАКА

Liquor ammonii caustici pur. NH_3+вода. Молекулярный вес аммиака 17,03

1. Испытание на нелетучие примеси. 10 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 и 5 мл удельного веса 0,925 после выпаривания на водяной бане не должны оставлять весомого остатка.

2. Испытание на хлориды и пиридин. 10 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или 5 мл удельного веса 0,925, разведенные 30 мл воды, после пересыщения 15 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152), должны оставаться бесцветными. Жидкость эта не должна изменяться от прибавления раствора азотнокислого серебра.

3. Испытание на сульфаты. К 10 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или к 5 мл удельного веса 0,925 прибавляют уксусную кислоту до кислой реакции, нагревают до кипения и осаждают раствором хлористого бария; в течение 15 часов не должно появиться осадка сернокислого бария.

4. Испытание на карбонаты. Смесь из 20 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или 10 мл удельного веса 0,925 и 20 мл известковой воды после кипячения может в крайнем случае показать лишь слабую муть.

5. Испытание на фосфаты. К 20 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или к 10 мл удельного веса 0,925 прибавляют 40 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) и 25 мл раствора молибденовокислого аммония; после 2-часового стояния при 40° (приблизительно) не должно появиться желтого осадка.

6. Испытание на сероводород. Если к 10 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или к 5 мл удельного веса 0,925 прибавить несколько капель аммиачного раствора уксуснокислого свинца, то жидкость не должна окраситься в желтый или бурый цвет, и не должен появиться темноокрашенный осадок.

7. Испытание на магнезию. К 20 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или к 10 мл удельного веса 0,925 прибавляют раствор фосфорнокислого аммония; после 2-часового стояния не должно появиться осадка.

8. Испытание на известь. Смесь из 10 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или 5 мл удельного веса 0,925 с 20 мл воды не должна изменяться от прибавления раствора щавелевокислого аммония.

9. Испытание на тяжелые металлы. К 5 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или 2,5 мл удельного веса 0,925 прибавляют 20 мл воды и несколько капель сернистого аммония; в жидкости не должно произойти изменений.

10. Испытание на ароматические основания (анилин, пиридин, пиррол и пр.). Смесь из 10 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или 5 мл удельного веса 0,925 и 20 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) выпаривают на водяной бане. Остаток от выпаривания должен быть чисто белого цвета.

11. Испытание на примеси, окисляемые марганцевокислым калием. Если к смеси из 20 мл раствора аммиака удельного веса 0,96 или 10 мл удельного веса 0,925 и 40 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) прибавить 2 капли 0,1*N* раствора марганцевокислого калия и кипятить 5 минут, то розовая окраска не должна исчезнуть.

12. Определение содержания аммиака. 5 г раствора аммиака удельного веса 0,96 или 2,5 г удельного веса 0,925 разбавляют 50 мл воды и титруют 1,0*N* соляной кислотой в присутствии метилоранжа как индикатора. До изменения окраски должно пойти не меньше 29,2 мл 1,0N соляной кислоты (1 мл последней = 0,01703 г аммиака, log. 23121).

АММОНИЙ МОЛИБДЕНОВОКИСЛЫЙ

Ammonium molybdaenicum puriss. $(NH_4)6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$;
M=1236,30

Испытание препарата (ОСТ 5016)

1. Сульфаты. 10 г соли растворяют в 25 мл аммиака и постепенно вливают раствор при помешивании в 60 мл 30% азотной кислоты, прибавляют сюда же раствор азотнокислого бария и оставляют стоять в течение 11—12 часов. В течение этого времени не должно образоваться осадка сульфата бария.

2. Хлориды. Растворяют 2 г соли в 100 мл воды, прибавляют к раствору постепенно 5 мл азотной кислоты и к полученной смеси прибавляют раствор азотнокислого серебра. В жидкости может появиться лишь слабая опалесценция.

3. Фосфаты. 10 г соли растворяют в смеси из 20 мл 10% аммиака и 25 мл воды и полученный раствор вливают постепенно и при помешивании в 150 мл 30% азотной кислоты. Полученную смесь оставляют стоять в течение 11—12 часов при 40°. При этом не должно появляться желтого осадка.

4. Нитраты. Растворяют 1 г соли в 10 мл воды, прибавляют несколько миллиграммов хлористого натрия, 0,05 мл раствора индиго и все смешивают с 10 мл серной кислоты удельного веса 1,84, причем синяя окраска раствора не должна исчезать или изменяться.

5. Тяжелые металлы. Растворяют 1 г соли в 5 мл воды, прибавляют к раствору 5 мл 10% аммиака и несколько капель сернистого аммония. При этом не должно наблюдаться появления осадка или зеленой окраски раствора.

АММОНИЙ ХЛОРИСТЫЙ

Ammonium chloratum puriss. NH_4Cl. Молекулярный вес 53,50

1. Испытание на нелетучие примеси. 5 г хлористого аммония после слабого прокаливания не должны оставлять весомого остатка.

2. Испытание на фосфаты и арсенаты (соли мышьяковой кислоты). Раствор 5 г хлористого аммония в 20 мл воды от прибавления 3 мл магнезиальной смеси и 10 мл аммиака (удельного веса 0,96) не должен давать осадка в течение 15 часов.

3. Испытание на сульфаты. Раствор 5 г хлористого аммония в 100 мл воды после прибавления 5 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126) и раствора хлористого бария не должен давать осадка в течение 15 часов.

4. Испытание на тяжелые металлы. Раствор 2 г хлористого аммония в 20 мл воды должен оставаться прозрачным после прибавления аммиака, а после прибавления к той же жидкости сернистого аммония не должен окрашиваться в зеленый или бурый цвет. Раствор 2 г хлористого аммония в 20 мл воды после прибавления нескольких капель соляной кислоты не должен изменяться от сероводородной воды.

5. Испытание на известь. Раствор 2 г хлористого аммония в 20 мл воды должен оставаться прозрачным в течение 10 минут после прибавления 1 мл аммиака (удельного веса 0,96) и раствора щавелевокислого аммония.

6. Испытание на роданистый аммоний. Раствор 1 г хлористого аммония в 20 мл воды и 2 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,125) не должен окрашиваться в красный цвет от прибавления 1 капли раствора хлорного железа.

7. Испытание на ароматические основа-

ния (анилин и пр.). Если выпаривать досуха на водяной бане раствор 1 г хлористого аммония в 5 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152), то остаток от выпаривания должен быть чисто белого цвета.

БАРИЙ ХЛОРИСТЫЙ, НЕ СОДЕРЖАЩИЙ ЩЕЛОЧЕЙ

Baryum chloratum puriss. $BaCl_2+H_2O$. Молекулярный вес 244,32

1. Испытание на щелочные металлы. К кипящему раствору 3 г хлористого бария в 2 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126) и 100 мл воды прибавляют 10 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) и через 15 часов отфильтровывают. Фильтрат после выпаривания и прокаливания должен дать не более 0,001 г остатка.

2. Испытание на хлористый стронций или хлористый кальций. Взбалтывают 1 г измельченного хлористого бария 5 минут с 20 мл абсолютного алкоголя; фильтрат после выпаривания и прокаливания не должен оставлять весомого остатка.

3. Испытание на тяжелые металлы. 20 мл водного раствора (1 : 20) при прибавлении сероводородной воды, а также аммиака с сернистым аммонием не должны окрашиваться в темный цвет или давать осадка.

4. Испытание на нитраты. К раствору 1 г хлористого бария и кристаллика хлористого натрия в 10 мл воды прибавляют 1 каплю раствора индиго (1 : 1 000) и 10 мл концентрированной серной кислоты (удельного веса 1,84); при взбалтывании смеси не должна исчезать синяя окраска.

5. Испытание на соль хлорноватой кислоты. 2 г хлористого бария размельчают и нагревают в пробирке с 10 мл концентрированной соляной кислоты; при этом ни кристаллический порошок, ни жидкость не должны окраситься в желтый цвет и не должен появиться запах хлора.

ВОДОРОДА ПЕРЕКИСЬ 30% (ПЕРГИДРОЛЬ)

Hydrogenium peroxydatum solutum 30%. H_2O_2; $M=34,02$.

Испытание препарата ч. д. а.

1. Свободные кислоты. 10 мл препарата разбавляют 100 мл воды, вносят в раствор несколько крупинок перекиси марганца или платиновой черни и оставляют стоять, взбалтывая по временам до прекращения выделения кислорода, после

чего фильтруют. Фильтрат по прибавлении к нему фенолфталеина должен окрашиваться от 1 капли 0,1*N* раствора щелочи.

2. Нелетучие вещества. После выпаривания на водяной бане 10 мл препарата вес остатка не должен превышать 0,5 мг.

3. Соляная кислота. К раствору 1 мл препарата в 20 мл воды прибавляют 1 мл азотной кислоты и несколько капель 0,1*N* раствора азотнокислого серебра; через 5 минут раствор должен оставаться прозрачным.

4. Серная кислота. К раствору 1 мл препарата в 20 мл воды прибавляют 1 мл соляной кислоты удельного веса 1,125, нагревают до кипения и добавляют 1 мл 10% раствора хлористого бария. По прошествии не менее 6 часов не должно быть осадка сернокислого бария.

5. Фосфорная кислота. 5 мл препарата выпаривают на водяной бане; к остатку прибавляют 3 мл воды, 1 мл магнезиальной смеси и 3 мл раствора аммиака удельного веса 0,96. Через 8—10 часов не должно быть осадка.

6. Фтористоводородная кислота. 10 мл препарата выпаривают с 0,1 г окиси магния до малого объема, переносят остаток на часовое стекло, выпаривают досуха и прибавляют к сухому остатку 1—2 капли серной кислоты. Через 2—3 часа на стекле не должно быть заметно следов разъедания.

7. Щавелевая кислота. Раствор 2 мл препарата в 10 мл воды не должен изменяться от прибавления к нему 1 мл 10% раствора хлористого кальция.

8. Содержание H_2O_2. Около 1 г препарата (точная навеска) вносят в измерительную колбу на 100 мл и разводят водой до метки. К 20 мл этого раствора прибавляют 50 мл воды и 20 мл серной кислоты удельного веса 1,11 и титруют смесь 0,1*N* раствором марганцевокислого калия. 1 мл 0,1*N* раствора $KMnO_4$ отвечает 0,0017008 г H_2O_2; log. 23065. Должно быть не менее 29,8% H_2O_2.

ДЕВАРДА СПЛАВ

Испытание сводится к определению азота. 10 г порошка вносят в литровую колбу Эрленмейера, вливают туда же 100 мл соляной кислоты удельного веса 1,125, закрывают пробкой с гуськом, в который налита серная кислота, чтобы в колбу не мог извне проникнуть аммиак, и оставляют смесь стоять, взбалтывая по временам до тех пор, пока не прекратится выде-

ление водорода. По охлаждении к смеси добавляют 100 мл раствора едкого натра (1 : 3), не содержащего аммиака, соединяют колбу с холодильником и отгоняют около 50 мл жидкости. Конец отводной трубки погружают в жидкость, налитую в колбу и состоящую из 10 мл воды и 2—3 мл (точно отмеренных) 0,2N соляной или серной кислоты. По окончании перегонки избыток кислоты в приемнике оттитровывают 0,2N раствором щелочи в присутствии метилоранжа. Выделившийся из препарата аммиак должен связать не более 0,2 мл введенной в приемник 0,2N кислоты.

ЖЕЛЕЗОАММОНИЙНАЯ СЕРНОКИСЛАЯ СОЛЬ

(двойная сернокислая соль закиси железа и аммония, соль Мора) Ferro-Ammonium sulfuricum. $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$; M=392,13

Испытание препарата ч. д. а. (ОСТ 3007)

1. Нерастворимые вещества. 10 г препарата растворяют в 100 мл воды, подкисляют 1 мл серной кислоты удельного веса 1,84, нагревают 1 час на водяной бане, фильтруют через стеклянный тигель Шотта, фарфоровый тигель с пористым дном или тигель Гуча, остаток промывают горячей водой, сушат при 105—110° и взвешивают. Вес остатка не должен превышать 1,0 мг.

2. Хлориды. 1 г препарата растворяют в 20 мл воды, прибавляют 5 мл азотной кислоты удельного веса 1,15 и кипятят раствор 2 минуты; охлаждают, прибавляют 1 мл 0,1N раствора азотнокислого серебра. Не должно быть тотчас же опалесценции.

3. Железо (окисное). 1 г препарата растворяют в 20 мл прокипяченной и охлажденной воды, прибавляют 1 мл соляной кислоты удельного веса 1,12 и несколько капель 10% раствора роданистого аммония. Не должно быть красноватого окрашивания.

4. Медь и цинк. 2 г препарата и 5 г хлористого аммония растворяют в 20 мл воды, подкисляют 5 мл азотной кислоты удельного веса 1,3, кипятят 2 минуты и осаждают железо аммиаком удельного веса 0,96; выделившийся осадок отфильтровывают, фильтрат подкисляют уксусной кислотой удельного веса 1,04 и прибавляют 0,5 мл 5% раствора железистосинеродистого калия. В течение 2 часов не должно быть ни белого, ни бурого осадка.

5. Щелочные и щелочноземельные металлы. 5 г препарата растворяют в 100 мл воды и осаждают железо

сернистым аммонием, не содержащим углекислоты; осадок отфильтровывают, фильтрат выпаривают на водяной бане, остаток прокаливают и взвешивают. Вес остатка не должен превышать 5,0 мг.

6. Определение содержания $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$. Точную навеску препарата около 1,5 г растворяют в 100 мл воды, подкисляют 5 мл серной кислоты удельного веса 1,84, разбавляют прокипяченной и охлажденной водой до 200 мл, титруют 0,1N раствором перманганата калия до появления неисчезающего розового окрашивания. 1 мл 0,1*N* раствора $KMnO_4$ отвечает 0,39213 г $FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$; log. 59343.

ГИДРАТ ОКИСИ КАЛИЯ. КАЛИЙ ЕДКИЙ

Kalium hydricum. KOH. Молекулярный вес 56,11

1. Испытание на хлориды. Раствор 1 г едкого калия в 20 мл воды и 5 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) от прибавления раствора азотнокислого серебра может дать в течение 1 минуты лишь слабо опалесцирующую муть.

2. Испытание на нитраты. а) К раствору 2 г едкого калия и зернышка хлористого натрия в 10 мл воды и 10 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) прибавляют 1 каплю раствора индиго (1 : 1 000) и 1 мл концентрированной серной кислоты (удельного веса 1,84); синяя окраска жидкости не должна исчезать при взбалтывании.

б) К раствору 50 г едкого калия в 100 мл воды в дестилляционной колбе прибавляют 2 г сплава Деварда, соединяют колбу с шарообразной насадкой, холодильником и приемником, содержащим 2—3 мл 0,2*N* соляной кислоты и 10 мл воды; после 1—2-часового стояния перегоняют около 50 мл жидкости; дестиллят титруют в присутствии метилоранжа 0,2*N* раствором едкого калия. Для нейтрализации аммиака, полученного из испытуемого едкого калия, должно потребоваться не больше 0,2 мл 0,2*N* соляной кислоты.

3. Испытание на нитриты. Раствор 1 г едкого калия в 10 мл воды и 10 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) после прибавления иодноцинкового крахмального раствора не должен окраситься в синий цвет.

4. Испытание на сульфаты. Раствор 3 г едкого калия в 50 мл воды подкисляют 10 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126), нагревают до кипения и осаждают раствором хлористого бария. После 15-часового стояния не должно появиться осадка сернокислого бария.

5. Испытание на фосфаты. К раствору 5 г едкого калия в 50 мл воды прибавляют 30 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) и 25 мл молибденовой жидкости; после 2-часового стояния при температуре около 40° не должно появиться желтого осадка.

6. Испытание на силикат. 5 г едкого калия растворяют в платиновой чашке в 25 мл воды и 25 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126); раствор выпаривают на водяной бане досуха, остаток просушивают $^1/_2$ часа при 120° и растворяют в 10 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126) и 90 мл воды; нерастворившееся отфильтровывают и промывают; вес прокаленного остатка не должен превышать 0,001 г.

7. Испытание на примеси, нерастворимые в алкоголе. Раствор 5 г едкого калия в 10 мл воды после смешения с 50 мл алкоголя (крепостью около 85 весовых процентов) в течение 1 часа не должен дать осадка.

8. Испытание на глинозем, известь и тяжелые металлы. 5 г едкого калия должны давать с 10 мл воды прозрачный и бесцветный раствор. К этому раствору прибавляют 25 мл уксусной кислоты (удельного веса 1,040—1,042), затем 10 мл аммиака (удельного веса 0,96) и после разбавления 55 мл воды нагревают на водяной бане до исчезновения запаха аммиака. Если затем прибавить несколько капель аммиака, то в течение 15 часов не должно появиться вовсе или лишь ничтожное количество хлопьевидного осадка. В последнем случае осадок отфильтровывают и промывают; вес прокаленного осадка не должен превышать 0,001 г. В фильтрате производят следующие испытания. К 50 мл его прибавляют раствор щавелевокислого аммония; после 2-часового стояния не должно появиться осадка щавелевокислого кальция. К 50 мл его прибавляют несколько капель сернистого аммония; не должно появиться ни зеленой, ни бурой окраски, ни осадка.

9. Количественное определение и определение содержания углекислого калия. Охлажденный раствор 1 г едкого калия в 100 мл воды титруют в присутствии фенолфталеина 1,0*N* соляной кислотой; до исчезновения красной окраски должно пойти по крайней мере 14,8 мл этой кислоты. Прибавляют к жидкости затем 1 каплю метилоранжа и снова титруют до появления красной окраски; на это титрование должно пойти не больше 0,20 мл 1,0*N* соляной кислоты (2,76% K_2CO_3). 1 мл 1,0*N* соляной кислоты = 0,05611 г KOH, log. 74904 и 0,0691 г K_2CO_3, log. 83948.

КАЛИЙ МАРГАНЦЕВОКИСЛЫЙ. ХАМЕЛЕОН

Kalium permanganicum $KMnO_4$. Молекулярный вес 158,03

1. Испытание на сульфаты и хлориды. Раствор 0,5 г препарата в 25 мл воды нагревают до кипения с 2 мл алкоголя (крепостью около 85 весовых процентов) и фильтруют; фильтрат должен быть бесцветен, а после подкисления 2 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) может давать в крайнем случае лишь слабо опалесцирующую муть при прибавлении как раствора азотнокислого бария, так и раствора азотнокислого серебра.

2. Испытание на нитраты. Вносят маленькими порциями 1 г кристаллической щавелевой кислоты в нагретый (до 50—60°) раствор 0,5 г препарата в 5 мл воды; нагревают затем жидкость до кипения и фильтруют. Если смесь из 2 мл прозрачного, бесцветного фильтрата и 2 мл серной кислоты (удельного веса 1,84) по охлаждении покрыть слоем 1 мл раствора сернокислой закиси железа, то на поверхности соприкосновения обеих жидкостей не должно образоваться окрашенной зоны.

3. Испытание на соли хлорноватой кислоты. Нагревают 2 г препарата в платиновом тигле и вносят в тигель постепенно маленькие кусочки парафина до тех пор, пока больше не будет происходить тления. Охлажденный остаток от прокаливания выщелачивают водой, фильтруют и к бесцветному фильтрату прибавляют 5 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152). Прибавление к этой жидкости раствора азотнокислого серебра может вызвать в крайнем случае лишь слабо опалесцирующую муть.

4. Количественное определение. Растворяют 1 г препарата в 10 мл воды; 10 мл этого раствора разводят 100 мл воды, прибавляют к раствору 2 г иодистого калия и 20 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) и титруют 0,1*N* раствором серноватистокислого натра (1 мл последнего = 0,0031606 г марганцевокислого калия, log. 49977).

КАЛИЙ-НАТРИЙ ВИННОКИСЛЫЙ (СЕГНЕТОВА СОЛЬ)

Kalium — Natrium tartaricum puriss. cryst. Tartarus natronatus. $CH(OH)COOK \cdot CH(OH)COONa \cdot 4H_2O$; $M = 282{,}0$

1. Нерастворимые вещества. Растворяют 10 г препарата в 100 мл воды и дают стоять на водяной бане в течение

1 часа. В случае присутствия нерастворимого остатка фильтруют через тигель с асбестом, тщательно промывают и высушивают при 105°. Вес остатка не должен быть больше 0,0005 г.

2. Реакция. К раствору 2 г соли в 20 мл воды прибавляют 2 капли раствора фенолфталеина. Не должно быть розовой окраски. От прибавления 0,1 мл 0,1*N* раствора едкого натра окраска должна появиться.

3. Хлориды. К раствору 2 г соли в 20 мл воды прибавляют 5 мл азотной кислоты и 1 мл 0,1*N* раствора азотнокислого серебра. Образовавшаяся муть не должна быть больше, чем полученная от 0,01 мг хлор-иона в равном объеме раствора, содержащего те же количества кислоты и азотнокислого серебра, которые были применены при испытании.

4. Фосфаты. 5 г соли прокаливают в платиновом тигле, обрабатывают остаток приблизительно 40 мл воды и прибавляют небольшой избыток азотной кислоты. Нагревают, фильтруют, почти нейтрализуют аммиаком, прибавляют 25 мл раствора молибденовокислого аммония, взбалтывают в течение 5 минут, нагревают до 40° и оставляют стоять 1 час. Если образовался осадок, то его не должно быть больше, чем от такого количества фосфорнокислой щелочи, которая содержит 0,1 мг фосфат-иона (PO_4''') и которая обработана по описанной методике.

5. Сульфаты. К фильтрату, полученному при испытании на нерастворимые вещества, объем которого должен приблизительно равняться 200 мл, прибавляют 10 мл соляной кислоты, нагревают до кипения и прибавляют 5 мл 10% раствора хлористого бария. Оставляют стоять на ночь. Если образовался осадок, то его фильтруют, промывают, прокаливают и взвешивают. Вес сернокислого бария не должен быть больше 0,0015 г.

6. Аммиак. Растворяют 2 г соли в 25 мл воды, прибавляют 2 мл 10% раствора едкого натра и 2 мл реактива Несслера. Окраска не должна быть больше, чем получающаяся от 0,04 мг NH_3 в равном объеме раствора, содержащего те же количества едкого натра в реактиве Несслера, которые употреблялись при испытании.

7. Кальций. Растворяют 1 г соли в 10 мл воды и прибавляют 1 мл 4% раствора щавелевокислого аммония. В течение 10 минут не должно образоваться мути.

8. Тяжелые металлы. 2 г соли растворяют в 15 мл воды, прибавляют 10 мл сероводородной воды и несколько капель раствора едкого натра. Не должно быть потемнения.

9. Железо. Растворяют 2 г соли в 20 мл воды и прибавляют 5 мл соляной кислоты. Прибавляют 5 капель азотной кислоты и кипятят в течение 1 минуты. Охлаждают и прибавляют 2 мл 10% раствора роданистого аммония. Образовавшаяся красная окраска должна соответствовать не больше чем 0,02 мг Fe.

10. Восстанавливающие вещества. Растворяют 17,5 г сегнетовой соли в 50 мл воды, приливают 50 мл раствора Фелинга (3,5 г $CuSO_4$ в 50 мл воды) и 400 мл свежепрокипяченной воды и кипятят смесь в течение 15 минут. При этом не должно выделяться ни красного, ни черного осадка, а раствор не должен принимать зеленого оттенка.

КАЛИЙ СЕРНОКИСЛЫЙ СРЕДНИЙ

Kalium sulfuricum. K_2SO_4. $M = 174{,}26$

1. Нитраты. К раствору 2 г соли в 15 мл воды прибавляют кристаллик хлористого натрия, 1 каплю раствора индиго (1 : 1 000) и 10 мл концентрированной серной кислоты удельного веса 1,84. Голубой цвет жидкости не должен исчезать после взбалтывания.

2. Аммиак. Раствор 1 г соли в 20 мл воды после прибавления 0,5 мл реактива Несслера может давать лишь слабую желтоватую окраску.

3. Тяжелые металлы, известь, хлориды и магнезия. 20 мл водного раствора соли (1 : 20) не должны изменяться от сероводородной воды, от раствора азотнокислого серебра, по прибавлении 2—3 мл раствора аммиака удельного веса 0,96, от раствора щавелевокислого аммония и от раствора фосфорнокислого аммония и от раствора фосфорнокислого натрия.

4. Железо. К раствору 1 г соли в 20 мл воды прибавляют 1 мл соляной кислоты удельного веса 1,125 и 1—2 мл 10% раствора роданистого аммония. Раствор должен оставаться бесцветным.

КАЛИЙ ФОСФОРНОКИСЛЫЙ ДВУЗАМЕЩЕННЫЙ Ч. Д. А.

Kalium phosphoricum bibasicum. K_2HPO_4; $M = 174{,}23$

Испытание препарата ч. д. а. (ОСТ 3696)

1. Нерастворимые в воде вещества. 20 г препарата растворяют в 150 мл воды, нагревают 1 час на водяной бане, фильтруют через фарфоровый тигель с пористым дном

или тигель Гуча, остаток промывают водой и сушат при 105—110° до постоянного веса. Вес остатка не должен быть больше 2 мг.

2. Хлориды. 5 г препарата растворяют в 100 мл воды. 10 мл этого раствора разбавляют водой до 50 мл, прибавляют 3 мл азотной кислоты удельного веса 1,15, свободной от хлора, и 1 мл 0,1*N* раствора азотнокислого серебра. Через 5 минут не должно быть опалесценции.

3. Нитраты. К 1 г мелко истертого препарата прибавляют 2 мл водного раствора, содержащего 5 мг хлористого натрия, затем 0,5 мл раствора индиго (1 : 5 000), 10 мл серной кислоты удельного веса 1,84 и все перемешивают до полного растворения соли. Через 10 минут голубоватая окраска раствора не должна исчезнуть.

4. Сульфаты. 2 г препарата растворяют в 50 мл воды, прибавляют 3 мл соляной кислоты удельного веса 1,19, нагревают до кипения, если нужно, фильтруют, прибавляют 3 мл 10% раствора хлористого бария и оставляют на 4 часа. По истечении 4 часов не должно быть ни осадка, ни взвешенной мути.

5. Магний. 5 г препарата растворяют в 100 мл воды, прибавляют 2 мл соляной кислоты удельного веса 1,12, если нужно, фильтруют и прибавляют 2 г химически чистого хлористого аммония, нагревают до кипения, осторожно прибавляют 25 мл аммиака удельного веса 0,96 и оставляют на 4 часа. По истечении 4 часов не должно быть ни осадка, ни взвешенной мути.

6. Железо. 2 г препарата растворяют в 100 мл воды, 10 мл этого раствора разбавляют водой до 40 мл, прибавляют 2 мл аммиака удельного веса 0,96 и 10 мл сероводородной воды. Через 10 минут не должно быть зеленоватой окраски раствора.

7. Тяжелые металлы. 1 г препарата растворяют в 40 мл воды, прибавляют 2 мл ледяной уксусной кислоты и 10 мл сероводородной воды. Через 5 минут не должно быть буроватой окраски раствора.

8. Мышьяк. К 1 г мелко истертого препарата прибавляют 5 мл реактива Беттендорфа и нагревают до кипения. Через 30 минут не должно быть буроватого окрашивания раствора.

9. Реакция водного раствора. 2 г испытуемого препарата растворяют в 30 мл воды, если нужно, фильтруют и прибавляют 3 капли фенолфталеина. Появившуюся розовую окраску осторожно обесцвечивают 1,0*N* HCl, причем должно быть прибавлено для обесцвечивания не более 0,5 мл 1,0*N* HCl. После обесцвечивания раствор нагревают до кипения, кипятят 2 минуты и охлаждают. Розовая окраска не должна появляться.

10. Определение содержания K_2HPO_4. Около 4—4,5 г (точная навеска) препарата растворяют в 50 мл воды и титруют 1*N* соляной кислотой в присутствии метилоранжа. 1 мл 1,0*N* HCl соответствует 0,17423 г K_2HPO_4; log. 24113. Должно быть не меньше 95% K_2HPO_4.

КАЛИЙ ХЛОРИСТЫЙ

Kalium chloratum puriss. KCl. Молекулярный вес 74,56

1. Испытание на сульфаты. Водный раствор 1 г соли в 20 мл воды после прибавления раствора хлористого бария в течение 15 часов не должен давать осадка сернокислого бария.

2. Испытание на нитраты. К раствору 1 г соли в 10 мл воды прибавляют 1 каплю раствора индиго (1 : 1 000) и 10 мл концентрированной серной кислоты (удельного веса 1,84); синяя окраска жидкости не должна исчезать при взбалтывании.

3. Испытание на хлорноватокислые соли. Раствор 1 г соли в 20 мл воды не должен окрашиваться в синий цвет при прибавлении иодноцинкового крахмального раствора и соляной кислоты.

4. Испытание на магнезию. К раствору 1 г соли в 5 мл воды прибавляют 5 мл аммиака (удельного веса 0,96) и раствор фосфорнокислого натрия; после 15-часового стояния не должно появиться осадка.

5. Испытание на щелочные земли и тяжелые металлы. В растворе 3 г соли в 50 мл воды не должно происходить изменений ни при прибавлении раствора щавелевокислого аммония, ни при прибавлении раствора углекислого натрия, ни при прибавлении сернистого аммония.

АММОНИЙ ЩАВЕЛЕВОКИСЛЫЙ

Ammonium oxalicum puriss. $(COONH_4)_2+H_2O$. Молекулярный вес 142,10

1. Испытание на нелетучие примеси. 3 г щавелевокислого аммония не должны после прокаливания оставлять весомого остатка.

2. Испытание на сульфаты. 5 г щавелевокислого аммония растворяют в 200 мл воды и нагревают до кипения; затем прибавляют 10 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—

1,126) и раствор хлористого бария; после 15-часового стояния не должно выпасть осадка сернокислого бария.

3. Испытание на хлориды. К раствору 1 г щавелевокислого аммония в 25 мл воды прибавляют 10 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) и несколько капель раствора азотнокислого серебра; после взбалтывания в крайнем случае может появиться лишь слабая опалесценция.

4. Испытание на тяжелые металлы. Раствор 1 г щавелевокислого аммония в 25 мл воды не должен изменяться от прибавления сероводородной воды; от прибавления 5 мл аммиака (удельного веса 0,96) и нескольких капель сернистого аммония не должна появиться зеленая окраска и не должен выпасть осадок.

5. Количественное определение. Растворяют 1 г щавелевокислого аммония в 100 мл воды; к 25 мл этого раствора прибавляют 6—8 мл концентрированной серной кислоты, нагревают до 60° и титруют 0,1*N* раствором марганцевокислого калия (1 мл 0,1*N* раствора марганцевокислого калия = 0,007105 г щавелевокислого аммония, log. 85156).

ЛИМОННАЯ КИСЛОТА

Acidum citricum $(C_6H_8O_7 \cdot H_2O = CH_2COOH \cdot C(OH)COOH \cdot CH_2COOH \cdot H_2O$; $M = 210{,}08$

Испытание

1. Нелетучий остаток. Осторожно сжигают при возможно более низкой температуре 5 г кислоты и прокаливают до полного исчезновения угля. Вес остатка не должен превышать 2,5 мг.

2. Щавелевая кислота. Растворяют 5 г кислоты в 25 мл воды и прибавляют 2 мл 10% раствора уксуснокислого кальция. По прошествии 1 часа не должно наблюдаться ни помутнения, ни образования осадка.

3. Сульфаты. К раствору 2 г кислоты в 20 мл воды прибавляют 1 мл 10% раствора хлористого бария и оставляют стоять до следующего дня. Не должно образоваться осадка сернокислого бария.

4. Кальций. Раствор 2 г кислоты в 20 мл воды должен оставаться прозрачным после прибавления раствора щавелевокислого аммония.

5. Виннокаменная кислота, сахар и пр. 1 г истертой в порошок кислоты (в ступке, вымытой предвари-

тельно крепкой серной кислотой) смешивают с 10 мл серной кислоты удельного веса 1,84 и нагревают смесь в течение 1 часа на кипящей водяной бане (100°). По прошествии этого времени цвет смеси может стать желтоватым. Бурая окраска не допускается.

6. Свинец. К раствору 5 г кислоты в 10 мл воды прибавляют 12 мл 10% раствора аммиака и затем сероводородной воды. Потемнение раствора не допускается.

7. Количественное определение. Точную навеску кислоты (около 1 г) растворяют в 30 мл воды и титруют 1*N* щелочью в присутствии фенолфталеина. Должно получиться не менее 99,5% $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$. 1 мл 1,0*N* раствора щелочи отвечает 0,070027 г $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$; log. 84526.

ГИДРАТ ОКИСИ НАТРИЯ. ЕДКИЙ НАТР

Natrium hydricum puriss. e Natrio. NaOH. Молекулярный вес 40,01

1. Испытание на хлориды. К раствору 1 г препарата в 20 мл воды и 10 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1, 152) прибавляют несколько капель раствора азотнокислого серебра; в крайнем случае может появиться лишь слабо опалесцирующая муть.

2. Испытание на нитраты. а) К раствору 2 г препарата и кристаллика хлористого натрия в 10 мл воды и 20 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) прибавляют каплю раствора индиго (1 : 1 000) и 10 мл концентрированной серной кислоты (удельного веса 1,84); синяя окраска жидкости не должна исчезать при взбалтывании.

б) К раствору 50 г препарата в 100 мл воды в перегонной колбе прибавляют 2 г сплава Деварда, соединяют колбу с паровидной насадкой, холодильником и приемником, содержащим 2—3 мл 0,2*N* соляной кислоты и 10 мл воды; после 1—2 часов стояния перегоняют около 50 мл и титруют дестиллят 0,2*N* едким калием в присутствии метилоранжа как индикатора. Для нейтрализации аммиака из едкого натра должно израсходоваться не более 0,2 мл 0,2*N* соляной кислоты.

3. Испытание на нитриты. Раствор 1 г препарата в 10 мл воды и 10 мл разведенной серной кислоты (удельного веса 1,110—1,114) после прибавления иодноцинкового крахмального раствора не должен окраситься в синий цвет.

4. Испытание на сульфаты. Раствор 3 г препарата в 50 мл воды подкисляют 15 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126), нагревают до кипения и осаждают раствором хло-

ристого бария. После 15 часов стояния не должен выделиться сернокислый барий.

5. Испытание на фосфаты. К раствору 5 г препарата в 50 мл воды прибавляют 35 мл азотной кислоты (удельного веса 1,150—1,152) и 25 мл молибденовой жидкости и оставляют на 2 часа при 40° (приблизительно); не должно выделиться желтого осадка.

6. Испытание на силикат. Растворяют в платиновой чашке 5 г препарата в 25 мл воды и 25 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126); раствор выпаривают досуха на водяной бане, остаток просушивают полчаса при 120°, затем растворяют в 10 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126) и 90 мл воды. Нерастворившееся отфильтровывают и промывают; количество его после прокаливания не должно превышать 0,001 г.

7. Испытание на глинозем, известь и тяжелые металлы. К раствору 50 г препарата в 250 мл воды прибавляют 90 мл концентрированной уксусной кислоты (удельного веса 1,064) и 40 мл аммиака (удельного веса 0,96) и нагревают на водяной бане до исчезновения запаха аммиака. После прибавления нескольких капель аммиака в течение 15 часов может появиться лишь крайне ничтожный хлопьевидный осадок; если осадок имеется, его отфильтровывают и промывают; вес его после прокаливания не должен превышать 0,001 г.

В фильтрате производят следующие испытания. 1) К 20 мл его прибавляют 30 мл воды и осаждают раствором щавелевокислого аммония; после 2-часового стояния не должно выделиться щавелевокислого кальция. 2) К 20 мл фильтрата прибавляют несколько капель сернистого аммония; не должно появиться ни зеленой или бурой окраски, ни осадка.

8. Количественное определение и определение содержания углекислого натрия. Раствор 1 г препарата в 100 мл воды титруют по охлаждении 1,0N соляной кислотой в присутствии фенолфталеина. До исчезновения красной окраски должно пойти по крайней мере 21,1 мл 1,0N соляной кислоты. Прибавляют тогда 1 каплю метилоранжа и продолжают титровать до появления розовой окраски; при втором титровании должно пойти не более 0,3 мл 1,0N соляной кислоты, что отвечает 3,18% Na_2CO_3 (1 мл 1,0N соляной кислоты = =0,04001 г NaOH, log. 60217; или = 0,0530 г Na_2CO_3, log. 72428).

НАТРИЙ УКСУСНОКИСЛЫЙ

Natrium aceticum $CH_3COONa \cdot 3H_2O$; M=136,07

Испытание препарата ч. д. а. (ОСТ 4960).

1. Нерастворимые в воде вещества. 50 г препарата растворяют в 75 мл воды, раствор выдерживают в течение часа на кипящей водяной бане, фильтруют через стеклянный тигель Шотта(G_4), фарфоровый, с пористым дном, или тигель Гуча, промывают горячей водой, сушат при 105—110° и взвешивают. Вес остатка не должен превышать 2,5 мг.

2. Реакция водного раствора. 5 г препарата растворяют в 50 мл воды, свободной от углекислоты, и прибавляют 3 капли раствора фенолфталеина. В случае появления розовой окраски она должна исчезнуть от прибавления 0,1 мл 0,1N раствора соляной кислоты; в случае отсутствия розовой окраски она должна появиться от прибавления 0,1 мл 0,1N раствора едкой щелочи.

3. Хлориды. 5 г препарата растворяют в 100 мл воды; к 40 мл раствора прибавляют 2 мл азотной кислоты удельного веса 1,15 (без хлора) и 1 мл 0,1N раствора азотнокислого серебра. Через 5 минут не должно быть опалесценции.

4. Сульфаты. 20 мл раствора (п. 3) подкисляют 1 мл соляной кислоты удельного веса 1,12 и прибавляют 1 мл 10% раствора хлористого бария. Через 5 минут не должно быть ни мути, ни осадка.

5. Фосфаты. 2 г препарата растворяют в 10 мл воды, прибавляют 2 мл смеси серной и азотной кислот, 10 мл раствора молибденовокислого аммония, приготовленного по Лоренцу, и выдерживают 1 час при 50°. Не должно быть желтого осадка.

6. Кальций, магний и вещества, осаждаемые аммиаком. 10 г препарата растворяют в 50 мл воды, прибавляют 0,25 мл азотной кислоты удельного веса 1,15, нагревают до кипения, если нужно, фильтруют. К фильтрату прибавляют 5 мл 4% раствора щавелевокислого аммония, 2 мл 10% раствора двузамещенного фосфорнокислого аммония и 15 мл аммиака удельного веса 0,96 и оставляют стоять на 18—20 часов. Если образуется осадок, его отфильтровывают, промывают водой, содержащей 2,5% аммиака и 0,5% щавелевокислого аммония, сушат, сжигают, прокаливают и взвешивают. Вес остатка не должен превышать 1 мг.

7. Тяжелые металлы. 2 г препарата растворяют в 40 мл воды, раствор подкисляют 0,5 мл ледяной уксусной кислоты

и прибавляют 10 мл свежеприготовленной сероводородной воды. Через 10 минут не должно быть буроватой окраски раствора.

8. Железо. 2 г препарата растворяют в 50 мл воды, прибавляют 2 мл аммиака удельного веса 0,96 и 10 мл свежеприготовленной сероводородной воды. Через 5 минут не должно быть зеленоватой окраски раствора.

9. Вещества, восстанавливающие $KMnO_4$. 5 г препарата растворяют в 50 мл воды, прибавляют 5 мл 10% раствора серной кислоты и 1 мл 0,1*N* раствора $KMnO_4$. Розовая окраска не должна исчезать в течение 1 часа.

НАТРИЙ ФОСФОРНОКИСЛЫЙ ДВУЗАМЕЩЕННЫЙ

Natrium phosphoricum puriss. bibasicum. $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$. M=358,21

Испытание препарата ч. д. а. (ОСТ 4416)

1. Нерастворимые в воде вещества. 50 г препарата растворяют в 400 мл воды, нагревают 1 час на водяной бане, фильтруют через тигель Гуча или фарфоровый, с пористым дном, остаток промывают горячей водой и сушат при 105—110° до постоянного веса. Вес остатка не должен быть больше 2,5 мг.

2. Хлориды. 2 г препарата растворяют в 50 мл воды, прибавляют 5 мл азотной кислоты, свободной от хлора, и 1 мл 0,1*N* раствора азотнокислого серебра. Через 5 минут не должно быть опалесценции.

3. Нитраты. К 4 г мелко истертого препарата прибавляют 2 мл водного раствора, содержащего 5 мг хлористого натрия, затем 0,5 мл раствора индиго (1 : 5 000), 10 мл серной кислоты удельного веса 1,84 и все перемешивают до полного растворения соли. Через 10 минут голубоватая окраска не должна исчезнуть.

4. Сульфаты. 8 г препарата растворяют в 80 мл воды, прибавляют 5 мл соляной кислоты удельного веса 1,19, нагревают до кипения, если нужно фильтруют, прибавляют 5 мл 10% раствора хлористого бария и оставляют на 4 часа. По истечении 4 часов не должно наблюдаться ни осадка, ни взвешенной мути.

5. Магний. 10 г препарата растворяют в 100 мл воды, прибавляют 2 мл соляной кислоты удельного веса 1,12, если нужно, фильтруют, прибавляют 2 г химически чистого хлористого аммония, нагревают до кипения, осторожно прибавляют 25 мл аммиака удельного веса 0,96 и оставляют на 4 часа. По истечении 4 часов не должно быть ни осадка, ни взвешенной мути.

6. Железо. 6 г испытуемого препарата растворяют в 50 мл воды, 10 мл этого раствора разбавляют водой до 40 мл, прибавляют 2 мл аммиака удельного веса 0,96 и 10 мл сероводородной воды. Через 10 минут не должно быть зеленоватой окраски раствора.

7. Тяжелые металлы. 4 г препарата растворяют в 40 мл воды, прибавляют 2 мл ледяной уксусной кислоты и 10 мл сероводородной воды. Через 5 минут не должно наблюдаться буроватой окраски раствора.

8. Мышьяк. К 2 г мелко истертого препарата прибавляют 5 мл реактива Беттендорфа и нагревают до кипения. Через 30 минут не должно наблюдаться буроватого окрашивания раствора.

9. Реакция раствора. 3 г препарата растворяют в 30 мл воды, если нужно, фильтруют и прибавляют 3 капли 1% раствора фенолфталеина. Появившуюся розовую окраску осторожно обесцвечивают 1,0*N* HCl, причем для обесцвечивания должно быть прибавлено не более 0,5 мл 1,0*N* HCl. После обесцвечивания раствор нагревают до кипения, кипятят 2 минуты и охлаждают. Розовая окраска не должна появляться.

10. Определение содержания $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$. Около 8—9 г (точная навеска) быстро и тонко растертого препарата растворяют в 100 мл воды, прибавляют 5 мл насыщенного раствора химически чистого хлористого натрия, 3—4 капли метилоранжа и титруют 1,0*N* соляной кислотой. 1 мл 1,0*N* HCl соответствует 0,35821 г $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$; log. 55414.

НАТРИЙ ХЛОРИСТЫЙ

Natrium chloratum NaCl. Молекулярный вес 58,46

1. Испытание на сульфаты. 3 г препарата должны давать в 20 мл воды прозрачный раствор; если этот раствор разбавить 80 мл воды, подкислить 1 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126), нагреть до кипения и осадить раствором хлористого бария, то после 15 часов стояния не должен выделиться осадок сернокислого бария.

2. Испытание на иодистые соли. Если к 20 мл водного раствора (1 : 20) прибавить 1 каплю раствора хлорного железа, а затем крахмальный раствор, то не должна появиться синяя окраска.

3. Испытание на соль калия. Если к раствору 1 г препарата в 5 мл воды прибавить раствор хлорной платины, то после 2 часов стояния не должно быть осадка.

4. Испытание на аммонийную соль. Раствор 3 г препарата в 20 мл воды не должен изменяться при прибавлении реактива Несслера.

5. Испытание на магнезию. К раствору 3 г препарата в 10 мл воды прибавляют 5 мл аммиака (удельного веса 0,96) и раствор фосфорнокислого аммония; после 3-часового стояния не должно появиться осадка.

6. Испытание на щелочные земли и тяжелые металлы. Раствор 3 г препарата в 50 мл воды, доведенный до кипения, не должен изменяться ни от раствора щавелевокислого аммония, ни от раствора углекислого натра, ни от сернистого аммония.

7. Испытание на железо. Раствор 3 г препарата в 20 мл воды, подкисленный 1 мл соляной кислоты, не должен окрашиваться в красный цвет от раствора роданистого калия.

8. Количественное определение. Растворяют 0,2 г хлористого натрия в 100 мл воды, прибавляют несколько капель раствора хромовокислого калия и титруют 0,1*N* раствором азотнокислого серебра (1 мл последнего = 0,005846 г NaCl, log 76686).

СЕРНАЯ КИСЛОТА

Acidum sulfuricum H_2SO_4. Молекулярный вес 98,09

1. Испытание на нелетучие примеси. 10 мл серной кислоты после выпаривания и прокаливания не должны давать весомого остатка.

2. Испытание на азотную кислоту. Разбавляют 1 мл серной кислоты 9 мл воды и осторожно приливают жидкость на 5 мл раствора дифениламина. На поверхности соприкосновения этих двух растворов не должно получиться синей зоны.

3. Испытание на селен. На 2 мл серной кислоты осторожно приливают 2 мл соляной кислоты (удельного веса 1,124—1,126), в которой растворен кристаллик сернистокислого натрия; при этом не должна появиться красноватая зона, а при нагревании не должен выделиться красный осадок.

4. Испытание на примеси, окисляемые марганцевокислым калием (азотистая, сернистая кислоты). К 15 мл серной кислоты, разведенным 60 мл воды, прибавляют 1 каплю 0,1*N* раствора марганцевокислого калия; розовая окраска жидкости не должна исчезнуть в продолжение 3 минут.

5. Испытание на галлоидоводородные кислоты. 2 мл серной кислоты, разведенные 30 мл воды, не должны измениться от прибавления нескольких капель раствора азотнокислого серебра.

6. Испытание на свинец. 10 мл серной кислоты после осторожного разбавления 50 мл алкоголя (крепостью около 85 весовых процентов) не должны дать мути; после 2-часового стояния не должен выпасть осадок сернокислого свинца.

7. Испытание на тяжелые металлы и известь:

а) К 10 мл серной кислоты, разведенным 50 мл воды, прибавляют в избытке аммиак. Прибавление нескольких капель сернистого аммония и раствора щавелевокислого аммония не должно вызвать появления ни зеленой окраски, ни мути.

б) При пропускании через 20 мл серной кислоты, разведенные 100 мл воды, сероводорода не должно появиться ни бурой окраски, ни осадка.

8. Испытание на аммонийные соли. К 2 мл серной кислоты, разведенным 30 мл воды, прибавляют до щелочной реакции водный раствор едкого калия (1 : 6) и 10—15 капель реактива Несслера; в крайнем случае может появиться лишь слабожелтая окраска, но ни в коем случае ни буро-красная окраска, ни осадок.

9. Испытание на мышьяк. Выделяют водород в аппарате Марша посредством 20 г зернистого, не содержащего мышьяка, цинка и не содержащей мышьяка разведенной серной кислоты (1 : 5); когда воздух из аппарата будет вытеснен, накаливают восстановительную трубку и вливают тогда охлажденную смесь из 30 мл испытуемой серной кислоты и 150 мл воды. После одночасового действия аппарата в восстановительной трубке не должно образоваться заметного налета мышьяка.

10. Количественное определение. 5 г серной кислоты разбавляют 50 мл воды. 10 мл смеси титруют 1,0*N* раствором едкого калия в присутствии метилоранжа как индикатора (1 мл 1,0*N* раствора едкого калия = 0,049043 г серной кислоты, log. 69057).

ХЛОРИСТОВОДОРОДНАЯ КИСЛОТА. СОЛЯНАЯ КИСЛОТА

Acidum hydrochloricum HCl. Молекулярный вес 36,47

1. Испытание на серную кислоту. 80 мл соляной кислоты выпаривают в платиновой чашке на водяной бане приблизительно до 5 мл. Остаток разбавляют 20 мл воды и

прибавляют раствор хлористого бария; по прошествии 15 часов не должно появиться осадка сернокислого бария.

2. Испытание на нелетучие примеси. 40 мл соляной кислоты после выпаривания на водяной бане в платиновой чашке не должны оставлять весомого остатка.

3. Испытание на хлор. К 5 мл соляной кислоты, разведенным 50 мл воды, прибавляют иод-цинкового крахмального раствора. В течение 10 минут не должно появиться синей окраски.

4. Испытание на сернистую кислоту. К 50 мл воды прибавляют 1 каплю 0,1*N* раствора иода и несколько капель раствора крахмала. Синяя окраска жидкости не должна исчезнуть при взбалтывании ее со смесью 5 мл испытуемой соляной кислоты и 50 мл воды.

5. Испытание на тяжелые металлы:

а) 20 мл соляной кислоты разбавляют 200 мл воды, нагревают жидкость до 70° и пропускают сероводород; при этом не должно произойти никакого изменения.

б) 20 мл соляной кислоты разбавляют 20 мл воды, прибавляют 50 мл аммиака (удельного веса 0,96) и несколько капель сернистого аммония; не должно появиться ни осадка, ни темной окраски.

в) 5 мл соляной кислоты, разбавленные 20 мл воды, после прибавления нескольких капель раствора роданистого калия не должны окраситься в красный цвет.

6. Испытание на известь. К 20 мл соляной кислоты, разбавленным 20 мл воды, прибавляют 50 мл аммиака (удельного веса 0,96) и раствор щавелевокислого аммония; после 2-часового стояния не должно появиться осадка.

7. Испытание на мышьяк. 100 мл соляной кислоты по каплям прибавляют к 30 мл горячей (около 60°) азотной кислоты (удельного веса 1,3). Смесь после прибавления 5 мл серной кислоты (удельного веса 1,84), не содержащей мышьяка, выпаривают на водяной бане насколько возможно, а затем нагревают на песчаной бане до начала выделения паров серной кислоты. Выделяют водород в аппарате Марша помощью 20 г зернистого цинка, не содержащего мышьяка, и разведенной серной кислоты (1 : 5) и переносят остаток от выпаривания, разбавленный 20 мл воды, в колбу аппарата, в которой происходит выделение водорода; после одночасового действия аппарата может в крайнем случае появиться в редукционной трубке лишь минимальный налет, но не ясное зеркало.

8. Количественное определение. 3 г соляной кислоты, разбавленные 50 мл воды, титруют 1,0*N* раствором едкого

калия в присутствии метилоранжа как индикатора; при этом должно пойти по крайней мере 30,5 мл 1,0*N* раствора едкого калия (1 мл 1,0*N* раствора едкого калия = 0,03647 г хлористого водорода, log. 56194).

УКСУСНАЯ КИСЛОТА ЛЕДЯНАЯ

Acidum aceticum puriss. glaciale CH_3 COOH. Молекулярный вес 60,03

1. Испытание на нелетучие примеси. 10 мл уксусной кислоты не должны оставлять после выпаривания весомого остатка.

2. Испытание на соляную кислоту. 5 мл уксусной кислоты, разведенные 50 мл воды, не должны изменяться от прибавления 5 мл азотной кислоты и раствора азотнокислого серебра.

3. Испытание на серную кислоту. 10 мл уксусной кислоты, разведенной 150 мл воды, доводят до кипения и прибавляют раствор хлористого бария; после 15 часов стояния не должно появиться осадка сернокислого бария.

4. Испытание на примеси, восстанавливающие марганцевокислый калий. 0,3 мл 0,1*N* раствора марганцевокислого калия не должны терять красной окраски в течение 15 минут после прибавления к ним смеси 5 мл уксусной кислоты и 15 мл воды.

5. Испытание на тяжелые металлы и щелочные земли:

а) 20 мл уксусной кислоты, разведенные 100 мл воды, не должны изменяться при пропускании сероводорода.

б) Если к 10 мл уксусной кислоты, разведенным 100 мл воды, прибавить избыток аммиака, то не должно появляться от сернокислого аммиака зеленой окраски, а от раствора щавелевокислого аммония — мути или осадка.

6. Количественное определение. 5 г уксусной кислоты разбавляют 50 мл воды. 10 мл смеси титруют 1,0*N* раствором едкого калия в присутствии фенолфталеина как индикатора. До наступления розовой окраски должно пойти по крайней мере 16 мл 1,0*N* раствора едкого калия (1 мл 1,0*N* раствора едкого калия = 0,06003 г уксусной кислоты, log. 77837). Содержание уксусной кислоты может быть определено также по удельному весу; нужно только иметь в виду, что одному и тому же удельному весу (выше 1,0553) соответствуют два раствора с различным содержанием ее.

ФЕНОЛ

Phenolum $C_6H_6O = C_6H_5OH$; M=94,05

Испытание

1. Растворимость. 1 г препарата растворяется нацело в 15 мл воды при 15°.

2. Нелетучий остаток. 10 г препарата нагревают на водяной бане. Вес нелетучего остатка должен быть не выше 5 мг.

3. Количественное определение. Около 1 г (точная навеска) препарата растворяют в воде и доводят объем раствора до 1 л. В склянку с притертой пробкой вносят 25 мл этого раствора, приливают 25 мл 0,1N раствора бромата калия, 0,5 г бромистого калия и 10 мл 4N раствора соляной или серной кислоты. Через 15 минут стояния в закрытой склянке прибавляют 1 г иодистого калия и после хорошего перемешивания титруют 0,1N раствором тиосульфата натрия, под конец добавляя раствор крахмала. 1 мл 0,1N $KBrO_3$ соответствует 1,567 мг фенола (0,001567 г); log. 19507. Содержание фенола должно быть не меньше 98%.

ФОРМАЛИН НЕЙТРАЛЬНЫЙ (35—40% ВОДНЫЙ РАСТВОР ФОРМАЛЬДЕГИДА)

Formaldehydum $H_2CO = H.\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}.H$; M = 30,02

Испытание

1. Реакция. Капля препарата, нанесенная на синюю лакмусовую бумажку, не должна вызывать изменения цвета бумажки.

2. Хлориды, сульфаты. 1 часть препарата смешивают с 4 частями воды. Несколько миллилитров полученной жидкости подкисляют разбавленной азотной кислотой и делят на 2 части. К первой прибавляют несколько капель раствора азотнокислого серебра, а ко второй—несколько капель раствора азотнокислого бария. В обоих случаях не должно произойти каких-либо изменений (муть, осадок).

3. Тяжелые металлы. К смеси 1 мл препарата и 4 мл воды прибавляют 3 капли разбавленной уксусной кислоты и

3 капли раствора сернистого натрия. При этом не должно появляться мути или осадка.

4. Количественное определение. В тарированный сосуд с 10 мл воды вносят 3 мл препарата и взвешивают. Прибавляют 50 мл 1,0*N* раствора едкого натра, а затем постепенно, в продолжение около 3 минут, 50 мл нейтральной 3% перекиси водорода. Смесь нагревают 5 минут на водяной бане, встряхивая время от времени, охлаждают и оставляют стоять 30 минут. После этого титруют 1,0*N* раствором серной кислоты в присутствии лакмусовой настойки. Определение количества формальдегида делается из расчета: 1 мл вошедшей в реакцию щелочи соответствует 0,03002 г формальдегида; log. 47741. Содержание формальдегида должно быть не ниже 35%.

ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА (ОРТО) УДЕЛЬНОГО ВЕСА 1,70

Acidum phosphoricum H_3PO_4; $M = 98{,}05$

Испытание препарата ч. д. а.

1. Хлориды. 1,5 мг кислоты разбавляют водой до 50 мл, прибавляют 1 мл азотной кислоты удельного веса 1,15 и 1 мл 0,1*N* раствора азотнокислого серебра. Через 5 минут не должно быть опалесценции.

2. Нитраты. К 2,5 мл кислоты прибавляют 2 мл воды, содержащей 5 мг химически чистого хлористого натрия, и 0,5 мл раствора индиго (1 : 5 000), доводят водой до 10 мл и прибавляют 10 мл серной кислоты удельного веса 1,84. Через 10 минут голубое окрашивание жидкости не должно исчезнуть.

3. Сульфаты. 2 мл кислоты разводят водой до 25 мл и прибавляют 1 мл 10% раствора хлористого бария. Через 10 минут не должно быть ни мути, ни осадка.

4. Кальций. 2 мл кислоты разводят водой до 20 мл, прибавляют аммиака удельного веса 0,96 в присутствии лакмусовой бумажки до щелочной реакции и 2 мл насыщенного раствора щавелевокислого аммония. Через 5 минут не должно быть ни мути, ни осадка.

5. Железо. 3 мл кислоты разводят водой до 100 мл; 5 мл этого раствора разбавляют водой до 40 мл, прибавляют 3 мл аммиака удельного веса 0,96 и 10 мл сероводородной воды. Через 5 минут не должно быть зеленоватой окраски раствора.

6. Тяжелые металлы. 20 мл раствора (п. 5) разводят водой до 40 мл, прибавляют 2 мл ледяной уксусной кислоты и 10 мл

сероводородной воды. Не должно быть тотчас же буроватого окрашивания раствора.

7. Мышьяк. В баночку на 60 мл вносят 1,5 мл кислоты, прибавляют 25 мл воды, 25 мл серной кислоты (1:4), 2 капли 10% раствора двухлористого олова, 6 г цинка без мышьяка и тотчас же закрывают соответствующей надставкой с сулемовой бумажкой. Через 2 часа полученная окраска сулемовой бумажки не должна быть сильнее такой же при типовом растворе, содержащем 0,02 мг мышьяка.

8. Вещества, нерастворимые в абсолютном спирте. 5 мл кислоты смешивают с 20 мл абсолютного спирта. Не должно быть ни мути, ни осадка.

9. Вещества, восстанавливающие перманганат. К 10 мл кислоты прибавляют 5 мл воды, 0,2 мл 0,1*N* раствора перманганата, нагревают до кипения и оставляют 10 минут на кипящей водяной бане. Розовая окраска раствора не должна исчезнуть совершенно.

10. Летучие кислоты. К 25 мл кислоты прибавляют 75 мл воды без углекислоты, отгоняют 50 мл, прибавляют к отгону 2 капли фенолфталеина и титруют 0,1*N* раствором едкого натра до розового окрашивания. Должно быть израсходовано не более 0,1 мл 0,1*N* едкого натра.

11. Метафосфорная кислота. Раствор 1 мл кислоты в 10 мл воды прибавляют по каплям к разведенному раствору яичного белка. Не должно быть ни мути, ни осадка.

12. Определение содержания H_3PO_4. а) По удельному весу ареометром с точностью до 1 единицы в 3-м знаке после запятой. В случае, если ареометр градуирован как обычно, на 15°/15°, его показания для приведения к 15°/4° умножают на 0,99913. Удельный вес должен быть не ниже 1,70. б) Титрованием. Точно взвешивают около 1 мл кислоты, прибавляют 25 мл воды, 5 г химического хлористого натрия, охлаждают до 15° и титруют 1,0*N* раствором едкого натра в присутствии фенолфталеина. 1 мл 1,0*N* раствора едкого натра соответствует 0,04903 г H_3PO_4; log. 69046. Должно быть не менее 85% H_3PO_4.

ЩАВЕЛЕВАЯ КИСЛОТА

Acidum oxalicum $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$; M=126,05.

Испытание препарата ч. д. а. (ОСТ 4104)

1. Нерастворимые в воде вещества. 25 г препарата растворяют в 100 мл воды, нагревают на водяной бане

в течение одного часа, раствор фильтруют горячим через тигель Гуча, через стеклянный тигель Шотта или фарфоровый с пористым дном; остаток промывают горячей водой, сушат при 105—110° и взвешивают. Вес остатка не должен превышать 0,5 мг.

2. Нелетучие вещества. 2,5 г препарата прокаливают сначала на малом, под конец на полном пламени бунзеновской горелки и взвешивают. Вес остатка не должен превышать 0,5 мг.

3. Хлориды. 0,5 г препарата растворяют в 20 мл воды, если нужно, фильтруют через промытый горячей водой фильтр, прибавляют 1 мл азотной кислоты удельного веса 1,4 и 1 мл 0,1*N* раствора азотнокислого серебра. Через 10 минут не должно быть опалесценции.

4. Сульфаты. 2 г препарата смачивают 0,25 мл 2% раствора соды, прокаливают в электрической печи на пламени спиртовой горелки или на газовой горелке, так чтобы верхняя открытая часть тигля не охватывалась пламенем. Затем содержимое тигля смывают 20 мл воды, прибавляют 0,5 мл соляной кислоты удельного веса 1,12, нагревают до кипения и прибавляют 1 мл 10% раствора хлористого бария. Через 10 минут не должно быть ни мути, ни осадка.

5. Тяжелые металлы. В тщательно прокаленной пробирке нагревают 1 г препарата с 3 мл серной кислоты удельного веса 1,84 до тех пор, пока не окончится выделение газов CO и CO_2. Переносят содержимое пробирки в колбочку с 15 мл воды. Остаток в пробирке смывают еще 5 мл воды, которые присоединяют к содержимому колбы. Нейтрализуют аммиаком (около 20 мл аммиака удельного веса 0,96), подкисляют 0,5 мл ледяной уксусной кислоты и прибавляют 10 мл свежеприготовленной сероводородной воды. Через 10 минут не должно быть буроватой окраски раствора.

6. Железо. 0,5 г препарата прокаливают, остаток растворяют в 1 мл соляной кислоты удельного веса 1,12, при нагревании. Прибавляют 5 капель азотной кислоты удельного веса 1,15. Раствор разбавляют водой до 100 мл. Прибавляют 2 мл 4*N* раствора роданистого аммония и взбалтывают. Не должно быть красноватого окрашивания раствора.

7. Азот общий. 0,5 г препарата растворяют в 10 мл воды в колбе и при легком охлаждении прибавляют 10 мл 10% раствора едкого натра. Затем вносят в колбу 0,25 г сплава Деварда, закрывают колбу пробкой с гуськом, содержащим 2 мл серной кислоты (1 : 3), и оставляют на 3—4 часа, по временам взбалтывая

Содержимое колбы разбавляют затем водой до 100 мл, сливают 50 мл прозрачной жидкости и прибавляют к ним 2 мл реактива Несслера. Получающаяся окраска не должна быть интенсивнее окраски контрольной пробы с 0,01 мг азота.

8. Вещества, обугливающиеся горячей серной кислотой. В тщательно прокаленной пробирке нагревают 1 г препарата с 10 мл серной кислоты удельного веса 1,84 до удаления газов. Допускается только еле заметная буроватая окраска.

9. Определение содержания $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$. Из точной навески около 6 г препарата приготовляют в мерной колбе 200 мл водного раствора. 50 мл раствора титруют в присутствии 2 капель фенолфталеина 1,0*N* раствором едкой щелочи до неисчезающего слаборозового окрашивания. 1 мл 1,0*N* щелочи отвечает 0,06303 г $C_2H_2O_4 . 2H_2O$; log 79955. Должно быть не менее 99,8% $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2$.

ЭФИР ЭТИЛОВЫЙ (СЕРНЫЙ)

Aethylaether $C_4H_{10}O = (CH_3CH_2)_2O$; $M = 74,1$

Испытание

1. Свободная кислота и спирт. При взбалтывании в градуированном цилиндре 10 мл эфира с 10 мл воды, слегка подкрашенной синей лакмусовой настойкой, водный слой не должен краснеть (кислоты) и увеличиваться в объеме более чем на 0,5 мл (спирт).

2. Альдегиды, виниловый алкоголь. а) 2 г сухого едкого кали, разбитого на куски величиной в горошину, обливают 20 мл эфира; склянку хорошо закупоривают и оставляют стоять в темном месте. Ни эфир, ни едкое кали не должны желтеть в течение 1 часа. б) При повторном взбалтывании 10 мл эфира с 1 мл реактива Несслера не должно получаться ни пожелтения, ни выделения желто-бурого или серого осадка; допускается появление лишь слабой белой опалесценции.

3. Перекиси, виниловый алкоголь. При взбалтывании в хорошо закупоренной и наполненной почти доверху склянке в темном месте 2 мл свежеприготовленного раствора иодистого калия (1 : 10) в свежепрокипяченной и охлажденной воде с 20 мл эфира не должно появляться желтого окрашивания в течение 3 часов.

4. Посторонние органические вещества. При нагревании на водяной бане 100 мл эфира в колбе, снаб-

женной термометром и холодильником, эфир должен перегоняться нацело при 34,5—35,5°, при обыкновенном давлении. Собравшиеся в перегонной колбе по охлаждении ее капли эфира не должны иметь постороннего запаха; после испарения и последующего нагревания на водяной бане на часовом стекле не должно оставаться более 0,5 мг остатка.

РЕЦЕПТЫ

1. Менделеевская замазка:

	Весовых частей		Весовых частей
а) Канифоль	100	б) Канифоль	30
Воск желтый	25	Воск желтый	8
Мумия	40	Мумия	10
Льняная олифа . . .	0,1—1,0	Льняное масло . . .	1

Способ приготовления менделеевской замазки следующий; расплавляют на слабом огне в металлической чашке воск в случае образования пены или осадка расплавленный воск переливают в другую, чистую чашку. К расплавленному воску добавляют небольшими порциями растертую в мелкий порошок канифоль и нагревают смесь при температуре 150—200° до исчезновения запаха скипидара. Затем к смеси добавляют прокаленную и еще теплую мумию и продолжают нагревание до полного смешения мумии со смесью воска и канифоли.

Расплавленную замазку можно перелить в формы в виде плиток, для чего можно воспользоваться фотографическими кюветами или железными крышками от различных банок.

Перед употреблением замазка расплавляется и в таком виде при помощи палочки наносится на места, подлежащие склеиванию.

В случае отсутствия мумии ее можно заменить пемзой.

2. Кислото- и щелочеупорная замазка. Замазку готовят смешением 1 весовой части глицерина с 10 весовыми частями свинцового глета. Смешение нужно производить в фарфоровой ступке до получения совершенно однородной массы. Замазка быстро становится твердой. Этой замазкой хорошо склеивать цилиндры от колориметра. Перед склеиванием необходимо места, подлежащие склеиванию, смазать глицерином и только после этого класть замазку.

3. Водоупорная замазка. Смешивают тонко измельченную гашеную известь с рыбьим жиром до получения тестообразной массы. Замазка затвердевает через сутки.

4. Мазь для стеклянных кранов и эксикаторов. Сплавляют равные объемы вазелина и парафина или церезина и в теплом состоянии фильтруют через чистую тряпку.

5. Метки для фарфоровых тиглей. Цифры или иные обозначения наносят на тигель раствором полуторахлорного железа. После прокаливания надпись резко выступает и не стирается.

6. Краска для лабораторных столов. При отсутствии линолеума крышки лабораторных столов можно покрыть особой кислото- и огнеупорной черной краской. Для этого свежевыструганную, ничем не пропитанную и не шпаклеванную крышку покрывают сначала следующим раствором:

воды	2 500 мл
анилина хлористоводородного	400 г
нашатыря	160 »

Горячий раствор наносится обыкновенной кистью. После того как раствор впитается и дерево просохнет, его снова покрывают следующим горячим раствором:

воды	2 500 мл
медного купороса	400 г
бертолетовой соли	200 »

Раствору опять дают впитаться и дереву просохнуть, после чего снова покрывают первым раствором и так по 4 раза каждым раствором, давая каждый раз хорошо просохнуть.

По окончании окраски крышка принимает темнозеленый цвет, покрытый местами мелкими кристалликами невпитавшихся веществ. Крышка очищается стеклянной бумагой и покрывается несколько раз натуральной олифой, после чего принимает черный цвет.

Краска очень прочна, не пачкает и не смывается ни водой, ни спиртом, ни эфиром и мало страдает от крепких кислот и щелочей.

7. Мазь для натирки лабораторных столов. Для содержания лабораторных столов в чистоте полезно 1 раз в $1^1/_2$—2 месяца крышки столов, покрытых вышеуказанной краской, натирать следующей смесью:

воска	100 частей
церезина (желтого)	200 »
скипидара	90 »
бензина	800 »

Смесь наносится на стол тонким слоем кистью или тряпкой и затем протирается щеткой, употребляемой для натирки полов.

Столы, покрытые линолеумом, также можно протирать этой смесью.

СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

ТАБЛИЦА АТОМНЫХ ВЕСОВ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ (1937 г.)

Название	Символ	Атомный вес	Название	Символ	Атомный вес
Алюминий	Al	26,97	Иод	J	126,92
Аргон	Ar	39,944	Иридий	Ir	193,1
Азот	N	14,008	Иттербий	Yb	173,04
Барий	Ba	137,36	Иттрий	Y	88,92
Бериллий	Be	9,02	Кальций	Ca	40,08
Бор	B	10,82	Кадмий	Cd	112,41
Бром	Br	79,916	Кассиопий, или лютеций	Cp, Lu	175,0
Ванадий	V	50,95	Калий	K	39,096
Висмут	Bi	209,00	Кислород	O	16,00
Водород	H	1,0078	Кобальт	Co	58,94
Вольфрам	W	184,00	Криптон	Kr	83,7
Гадолиний	Gd	157,3	Кремний	Si	28,06
Галлий	Ga	69,72	Ксенон	X	131,3
Гафний	Hf	178,6	Лантан	La	138,92
Гелий	He	4,002	Литий	Li	6,94
Германий	Ge	72,60	Магний	Mg	24,32
Гольмий	Ho	163,5	Марганец	Mn	54,93
Диспрозий	Dy	162,46	Медь	Cu	63,57
Европий	Eu	152,0	Молибден	Mo	96,0
Золото	Au	197,2	Мышьяк	As	74,91
Железо	Fe	55,84	Натрий	Na	22,997
Индий	In	114,76	Неодим	Nd	144,27

Таблица атомных весов химических элементов (продолжение)

Название	Символ	Атомный вес	Название	Символ	Атомный вес
Неон	Ne	20,183	Стронций	Sr	87,63
Никель	Ni	58,69	Сурьма	Sb	121,76
Ниобий	Nb	92,91	Тантал	Ta	180,88
Олово	Sn	118,70	Таллий	Tl	204,39
Осмий	Os	191,5	Теллур	Te	127,61
Палладий	Pd	106,7	Тербий	Tb	159,2
Платина	Pt	195,23	Титан	Ti	47,90
Полоний	Po	210,0	Торий	Th	232,12
Празеодим	Pr	140,92	Тулий	Tu	169,4
Протактиний	Pa	231,0	Углерод	C	12,0
Радий	Ra	226,05	Уран	U	238,14
Рений	Re	186,31	Фтор	F	19,0
Родий	Rh	102,91	Фосфор	P	31,02
Ртуть	Hg	200,61	Хлор	Cl	35,457
Рубидий	Rb	85,44	Хром	Cr	52,01
Рутений	Ru	101,71	Церий	Ce	140,13
Самарий	Sm	150,43	Цезий	Cs	132,91
Свинец	Pb	207,22	Цинк	Zn	65,38
Сера	S	32,06	Цирконий	Zr	91,22
Селен	Se	78,96	Эманация (радон, нитон)	Em(RnNt)	222,0
Серебро	Ag	107,880	Эрбий	Er	167,64
Скандий	Sc	45,10			

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ВЕСА НЕКОТОРЫХ АНАЛИТИЧЕСКИ ВАЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ ЛОГАРИФМЫ

	Вес	log		Вес	log
Ag_3AsS_3	494,9	69452	$BaSiF_6$	279,7	44669
AgBr	187,80	27370	BeO	25,1	39967
AgCN	133,89	12675	Bi_2O_3	464,0	66652
AgCl	143,34	15637	BiOCl	259,5	41414
AgJ	234,80	37070	$BiPO_4$	303,0	48144
$AgNO_3$	169,89	23017	Bi_2S_3	512,2	70944
Ag_2O	231,76	36504	CH_2	14,02	14675
Ag_2S	247,83	39415	CH_3	15,02	17667
Ag_3SbS_3	540,1	73247	CH_4	16,03	20493
Al_2O_3	102,2	00945	C_2H_2	26,02	41531
$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	666,7	82393	C_2H_5	29,04	46300
As_2O_3	197,92	29649	C_2H_3O	43,02	63367
As_2O_5	229,92	36158	$C_2H_3O_2$	59,02	77100
AsO_3	122,96	08977	C_6H_5	77,04	88672
As_2O_7	261,92	41817	C_7H_5O	105,04	02135
AsO_4	138,96	14289	$C_{20}H_{16}N_4$ (Nitron)	312,2	49443
AsS	107,03	02950	$C_{20}H_{16}N_4 \cdot HNO_3$	375,2	57426
As_2S_3	246,13	39116	CN	26,01	41514
As_2S_5	310,27	49174	CO_2	44,00	64345
B_2O_3	70,0	84510	C_2O_4	88,00	94448
$BaCO_3$	197,37	29528	CO_3	60,00	77815
$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	244,32	38796	CaC_2	64,09	80679
$BaCrO_4$	253,4	40381	$CaCO_3$	100,09	00039
$Ba(NO_3)_2$	261,39	41729	$CaCl_2$	111,01	04536
BaO	153,37	18574	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	219,11	34066
$Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$	315,51	49901	$CaCl_2O$	127,01	10384
$BaSO_4$	233,44	36818	CaF_2	78,1	89265

Молекулярные веса и их логарифмы (продолжение)

	Вес	log		Вес	log
$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$	172,17	23596	Cr_2O_3	152,0	18184
CaO	56,09	74889	CrO_3	100,0	00000
$Ca(OH)_2$	74,11	86988	Cr_2O_7	216,0	33445
$Ca_3(PO_4)_2$	310,35	49185	CrO_4	116,0	06446
$CaSO_4$	136,16	13405	Cs_2SO_4	361,69	55834
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172,19	23601	$CuCNS$	121,65	08510
$CaSiO_3$	116,4	06595	$CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$	221,16	34471
CdO	128,40	10857	$CuFeS_2$	183,56	26378
CdS	144,47	15978	Cu_2O	143,14	15576
$CdSO_4$	208,47	31905	CuO	79,57	90075
$CdSO_4 \cdot 8/3H_2O$	256,51	40911	Cu_2S	159,21	20197
Ce_2O_4	484,75	68552	CuS	95,64	98064
Ce_2O_3	328,50	51654	$CuSO_4$	159,64	20314
CeO_2	172,25	23626	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	249,72	39745
CeO_3	188,25	27474	Er_2O_3	382,8	58297
$Ce_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	712,84	85299	$FeAs_2$	205,77	31338
Cl_2O_5	150,92	17875	$FeAsS$	162,84	21176
ClO_3	83,46	92148	$FeCO_3$	115,85	06390
ClO_4	99,46	99765	$FeCl_2 \cdot 4H_2O$	198,83	29848
$CoAs_2$	208,89	31992	$FeCl_3$	162,23	21013
$CoAsS$	166,00	22011	$Fe(CrO_2)_2$	223,9	35005
CoO	74,97	87489	FeO	71,85	85643
Co_3O_4	240,91	38186	Fe_3O_4	231,55	36465
$CoSO_4$	155,04	19044	Fe_2O_3	159,70	20330
$CoSO_4 \cdot 7H_2O$	281,15	44894	$FePO_4$	150,89	17866
CrO	68,0	83251	FeS	87,92	94409
Cr_3O_4	220,0	34242	Fe_7S_8	647,51	81125

	Вес	log		Вес	log
FeS_2	119,99	07915	$H_2S_2O_3$	114,16	05752
$FeSO_4$	151,92	18162	H_2SO_3	82,09	91429
$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	278,03	44409	H_2SO_4	98,09	99162
H_3BO_3	62,0	79239	$H_2S_2O_8$	194,16	28816
HBr	80,93	90811	H_2SiF_6	144,3	15927
$HC_2H_3O_2$	60,03	77837	HgCl	235,5	37199
HCN	27,02	43169	$HgCl_2$	270,9	43281
HCNS	59,09	77151	HgS	232,1	36568
HCO_2	45,01	65331	J_2O_5	333,84	52354
$H_2C_2O_4$	90,02	95434	JO_3	174,92	24284
$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	126,05	10055	$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	474,5	67624
HCl	36,47	56194	$KAlSi_3O_8$	279,1	44576
$HClO_4$	100,47	00204	KBr	119,02	07562
$H_2Cr_2O_7$	218,0	33846	KCN	65,11	81365
H_2CrO_4	118,0	07188	KCNS	97,18	98758
HF	20,0	30103	K_2CO_3	138,20	14051
$H_3Fe(CN)_6$	214,93	33230	KCl	74,56	87251
$H_4Fe(CN)_6$	215,94	33433	$KClO_3$	122,56	08835
HJ	127,93	10697	$KClO_4$	138,56	14164
HJO_3	175,93	24534	$K_3Co(NO_2)_6$	452,33	65546
HNO_3	63,02	79948	K_2CrO_4	194,3	28847
HO	17,008	23065	$K_2Cr_2O_7$	294,2	46864
H_2O	18,016	25565	$KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	499,4	69845
H_2O_2	34,016	53168	$K_2Cu(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	442,01	64543
H_3PO_4	98,06	99149	$K_3Fe(CN)_6$	329,21	51747
H_2PtCl_6	410,0	61278	$K_4Fe(CN)_6$	368,31	56621
H_2S	34,09	53263	$K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$	422,36	62568

Молекулярные вѣса и их логарифмы (продолженіе)

	Вес	log		Вес	log
$KFe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	503,28	70181	Mn_2O_7	221,86	34608
$KH(JO_3)_2$	389,95	59101	$Mn_2P_2O_7$	283,94	45323
KJ	166,02	22016	MnS	87,00	93952
KJO_3	214,02	33045	$MnSO_4$	151,00	17898
$KMnO_4$	158,03	19874	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	223,06	34842
KNO_2	85,11	92998	MoO_3	144,0	15836
KNO_3	101,11	00479	MoS_2	160,1	20439
$KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$	282,20	45056	NH_2	16,03	20493
K_2O	94,20	97405	NH_3	17,03	23121
KOH	56,11	74904	NH_4	18,04	25624
K_2PtCl_6	486,2	68681	$(NH_4)CNS$	76,12	88150
K_2SO_4	174,27	24123	$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$	142,10	15259
$K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot {}^1/_2H_2O$	332,3	52153	$(NH_4)Cl$	53,50	72835
K_2SiF_6	220,5	34341	$(NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	482,22	68325
La_2O_3	326,0	51322	$(NH_4)HS$	51,12	70859
$Mg(AlO_2)_2$	142,5	15381	$(NH_4MgAsO_4)_2 \cdot H_2O$	380,66	58054
$Mg_2As_2O_7$	310,56	49214	$(NH_4)NaHPO_4 \cdot 4H_2O$	209,15	32046
$MgCO_3$	84,32	92593	$(NH_4)OH$	35,05	54469
$MgCl_2$	95,24	97882	$(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$	1877	27346
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	203,34	30822	$(NH_4)_2PtCl_6$	444,0	64738
MgO	40,32	60552	$(NH_4)_2S$	68,15	83347
$Mg_2P_2O_7$	222,72	34770	$(NH_4)_2SO_4$	132,15	12107
$MgSO_4$	120,39	08059	$(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$	392,17	59348
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	246,50	39182	N_2O	44,02	64365
$MnCO_3$	114,93	06043	NO	30,01	47727
MnO	70,93	85083	N_2O_3	76,02	88093
Mn_3O_4	228,79	35944	NO_2	46,01	66285
Mn_2O_3	157,86	19827	N_2O_5	108,02	03350
MnO_2	86,93	93917	NO_3	62,01	79246

	Вес	log		Вес	log
$NaAlSi_3O_8$	263,0	41996	$Na_2U_2O_7$	635,0	80277
$Na_2Al_2H_4(SiO_4)_3$	381,1	58104	$Na_2U_2O_7 \cdot 6H_2O$	743,1	87105
$Na_2B_4O_7$	202,0	30535	Nb_2O_5	267,0	42651
$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	382,2	58229	Nd_2O_3	336,6	52711
NaBr	102,92	01250	NiAs	133,64	12594
$NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$	136,07	13376	NiO	74,68	87320
Na_2CO_3	106,00	02531	$NiSO_4$	154,75	18963
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	286,16	45661	$NiSO_4 \cdot 7H_2O$	280,86	44849
NaCl	58,46	76686	OH	17,008	23065
$Na_2Cr_2O_7$	298,0	47422	PCl_3	137,42	13805
NaF	42,0	62325	PCl_5	208,34	31877
$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	358,24	55418	P_2O_3	110,08	04171
NaHS	56,08	74881	P_2O_5	142,08	15253
$NaHSO_3$	104,08	01737	P_2O_7	174,08	24075
$NaHSO_4$	120,08	07947	PO_4	95,04	97791
$NaJO_3$	197,92	29649	$P_2O_5 \cdot 24MoO_3$	359,8	55606
$NaNO_2$	69,01	83891	$Pb(C_6H_3O_2)_2 \cdot 3H_2O$	379,20	57887
$NaNO_3$	85,01	92947	$PbCO_3$	267,10	42667
Na_2O	62,00	79239	$PbCl_2$	178,02	44407
Na_2O_2	78,00	89209	$PbCrO_4$	323,1	50934
NaOH	40,01	60217	$Pb(NO_3)_2$	331,12	51999
$NaPO_3$	102,04	00877	PbO	223,10	34850
$Na_4P_2O_7$	266,08	42501	Pb_2O_3	462,20	66483
Na_2S	78,07	89248	Pb_3O_4	685,30	83588
$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	248,22	39484	PbO_2	239,10	37858
$Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$	252,18	40171	PbS	239,17	33871
Na_2SO_4	142,07	15250	$PbSO_4$	303,17	48169
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	322,23	50817	PbJ_2	360,5	55691
$Na_2SnO_3 \cdot 3H_2O$	267,0	42651	Pr_4O_7	674,4	82892

Молекулярные веса и их логарифмы (продолжение)

	Вес	log		Вес	log
$PtCl_4$	337,0	52763	SnO	135,0	13033
$PtCl_6$	408,0	61066	SnO_2	151,0	17898
Rb_2SO_4	266,97	42646	$SrCO_3$	147,63	16918
S_2Cl_2	135,06	13053	$Sr(NO_3)_2$	211,65	32562
SO_2	64,07	80665	SrO	103,63	01549
SO_3	80,07	90347	$Sr(OH)_2 \cdot 8H_2O$	265,78	42452
SO_4	96,07	98259	$SrSO_4$	183,70	26411
Sb_2O_3	288,4	46000	Ta_2O_5	442,0	64542
Sb_2O_4	304,4	48344	TeO_2	159,5	20276
Sb_2O_5	320,4	50569	TeO_3	175,5	24428
SbOCl	171,7	23477	$Th(NO_3)_4 \cdot 4H_2O$	552,52	74235
Sb_2S_3	336,6	52711	$Th(NO_3)_4 \cdot 12H_2O$	696,65	84301
Sb_2S_5	400,8	60293	ThO_2	264,42	42229
SbS_3	216,4	33526	TiO_2	80,1	90363
SbS_4	248,5	39533	UO_2	270,5	43217
Sc_2O_3	136,2	13418	U_3O_8	843,5	92609
SeO_2	111,2	04610	$U_2P_2O_{11}$	715,1	85437
SeO_3	127,2	10449	V_2O_5	182,4	26102
SiF_4	104,3	01828	WO_3	232,0	36549
SiF_6	142,3	15320	Y_2O_3	226,0	35411
SiO_2	60,3	78032	Yb_2O_3	392	59329
Si_2O_3	212,9	32818	$ZnCO_3$	125,37	09820
SiO_3	76,3	88252	$Zn(NH_4)PO_4$	178,45	25152
Si_2O_7	168,6	22686	ZnO	81,37	91046
SiO_4	92,3	96520	$Zn_2P_2O_7$	304,82	48404
Sm_2O_3	348,8	54258	ZnS	97,44	98874
$SnCl_2$	189,9	27852	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	287,55	45872
$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	226,0	35411	ZrO_2	122,6	08849
$SnCl_4$	260,8	41631			

ТАБЛИЦА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ АНАЛИЗОВ

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
Ag	$AgBr$	0,5744	75924
	$AgCl$	0,7526	87657
	Ag_2S	0,8706	93982
Al	Al_2O_3	0,5303	72455
As	As_2S_3	0,6091	78470
	As_2S_5	0,4832	68412
	$(NH_4MgAsO_4)_2 \cdot H_2O$	0,3939	59532
	$Mg_2As_2O_7$	0,4827	68372
	$Mg_2P_2O_7$	0,6731	82810
	$BaSO_4$	0,2140	33056
As_2O_3	As_2S_3	0,8041	90533
	As_2S_5	0,6379	80475
	$(NH_4MgAsO_4)_2 \cdot H_2O$	0,5200	71595
	$Mg_2As_2O_7$	0,6373	80435
	$Mg_2P_2O_7$	0,8886	94873
	$BaSO_4$	0,2826	45119
As_2O_5	As_2S_3	0,9342	97042
	As_2S_5	0,7410	86984
	$(NH_4MgAsP_4)_2 \cdot H_2O$	0,6040	78104
	$Mg_2As_2O_7$	0,7404	86944
	$Mg_2P_2O_7$	1,0323	01382
	$BaSO_4$	0,3283	51628
AsO_3	As_2S_3	0,9992	99964
	As_2S_5	0,7925	89906
	$(NH_4MgAsO_4)_2 \cdot H_2O$	0,6461	81026
	$Mg_2As_2O_7$	0,7919	89866
	$Mg_2P_2O_7$	1,1042	04304
	$BaSO_4$	0,3512	54550
AsO_4	As_2S_3	1,1291	05276
	As_2S_5	0,8958	95218
	$(NH_4MgAsO_4)_2 \cdot H_2O$	0,7299	86338
	$Mg_2As_2O_7$	0,8950	95178
	$Mg_2P_2O_7$	1,2479	09616
	$BaSO_4$	0,3968	59862
Ba	$BaCO_3$	0,6960	84261
	$BaCrO_4$	0,5421	73408

Таблица для вычисления анализов (продолжение)

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
Ba	$BaSO_4$	0,5885	76971
	$BaSiF_6$	0,4911	69120
$BaCO_3$	$BaCrO_4$	0,7788	89147
$Ba(NO_3)_2$	$BaCrO_4$	1,0311	01348
BaO	$BaCO_3$	0,7771	89046
	$BaCrO_4$	0,6052	78193
	$BaSO_4$	0,6570	81756
	$BaSiF_6$	0,5483	73905
Be	BeO	0,3626	55937
Bi	Bi_2O_3	0,8965	95257
	BiOCl	0,8015	90392
	$BiPO_4$	0,6865	83662
	Bi_2S_3	0,8122	90965
Br	AgBr	0,4256	62896
C	CO_2	0,2727	43573
CN	AgCN	0,1943	28839
CO_2	$CaCO_3$	0,4396	64306
	CaO	0,7844	89456
	MgO	1,0913	03793
CO_3	CO_2	1,3636	13470
Ca	$CaCO_3$	0,4005	60265
	CaO	0,7148	85415
	$CaSO_4$	0,2944	46899
$CaCO_3$	CaO	1,7844	25150
	$CaSO_4$	0,7351	86634
CaO	CO_2	1,2748	10544
	$CaCO_3$	0,5604	74850
	$CaSO_4$	0,4119	61484
	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	0,3257	51288
$Ca_3(PO_4)_2$	CaO	1,8443	26584
	$Mg_2P_2O_7$	1,3935	14409
$CaSO_4$	$BaSO_4$	0,5833	76587
Cd	CdO	0,8754	94220
	$CdSO_4$	0,5392	73172

Продолжение

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
CdO_4	$CdSO_4$	0,6159	78952
Ce	Ce_2O_3	0,8539	93139
	CeO_2	0,8140	91064
Cl	Ag	0,3287	51680
	AgCl	0,2474	29337
Co	$CoSO_4$	0,3804	58019
CoO	Co	1,2713	10426
	$CoSO_4$	0,4836	68445
Cr	$BaCrO_4$	0,2052	31219
	Cr_2O_3	0,6842	83519
	$PbCrO_4$	0,1609	20666
Cr_2O_3	$BaCrO_4$	0,2999	47700
	$PbCrO_4$	0,2352	37147
CrO_3	$BaCrO_4$	0,3947	59619
	Cr_2O_3	1,3160	11919
	$PbCrO_4$	0,3094	49066
CrO_4	$BaCrO_4$	0,4578	66065
	Cr_2O_3	1,5260	18365
	$PbCrO_4$	0,3599	55512
Cs	Cs_2SO_4	0,7340	86569
Cu	CuO	0,7989	90250
	Cu_2S	0,7986	90231
$CuFeS_2$	Cu_2S	2,3059	36284
Cu_2O	CuO	0,8995	95398
CuO	Cu	1,2517	09750
	Cu_2S	0,9996	99981
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	Cu	3,9283	59420
	Cu_2S	3,1370	49651
Er	Er_2O_3	0,8746	94182
F	CaF_2	0,4866	68713
	SiF_4	0,7287	86253
Fe	Fe_2O_3	0,6994	84475
FeO	Fe	1,2865	10941
	Fe_2O_3	0,8998	95416
Fe_2O_3	Fe	1,4297	15525
	$FePO_4$	0,5292	72361
FeS_2	Fe_2O_3	1,5027	17687

Таблица для вычисления анализов (продолжение)

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
H	H_2O	0,1119	04884
HBr	AgBr	0,4309	63441
HCl	AgCl	0,2544	40557
HJ	AgJ	0,5448	73627
HNO_3	$C_{20}H_{16}N_4 \cdot HNO_3$	0,1680	22522
	NH_4Cl	1,1779	07113
	$(NH_4)_2PtCl_6$	0,2839	45313
	NO	2,1000	32221
	Pt	0,6457	81003
H_2SO_4	$BaSO_4$	0,4202	62344
Hg	HgCl	0,8493	92904
	HgS	0,8617	93535
J	AgJ	0,5405	73283
	PdJ_2	0,7041	84765
K	KCl	0,5244	71967
	$KClO_4$	0,2822	45059
	K_2PtCl_6	0,1608	20640
	K_2SO_4	0,4487	65198
	Pt	0,4006	60273
KCl	$KClO_4$	0,5381	73087
	K_2PtCl_6	0,3067	48673
	Pt	0,7639	88306
K_2O	KCl	0,6317	80051
	$KClO_4$	0,3400	53144
	K_2PtCl_6	0,1937	28724
	K_2SO_4	0,5405	73282
	Pt	0,4826	68357
K_2SO_4	$BaSO_4$	0,7465	87305
La	La_2O_3	0,8527	93082
Mg	MgO	0,6032	78044
	$Mg_2P_2O_7$	0,2184	33923
$MgCO_3$	$Mg_2P_2O_7$	0,7572	87920
MgO	$Mg_2P_2O_7$	0,3621	55879
Mn	Mn_3O_4	0,7203	85749
	$Mn_2P_2O_7$	0,3869	58761

Продолжение

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
Mn	MnS	0,6314	80029
	$MnSO_4$	0,3638	56083
$MnCO_3$	Mn_3O_4	1,5070	17811
MnO	Mn_3O_4	0,9301	96851
	MnS	0,8153	91131
Mo	MoO_3	0,6667	82391
	MoS_2	0,5996	77788
N	NH_4Cl	0,2619	41809
	$(NH_4)_2PtCl_6$	0,0631	80009
	Pt	0,1435	15699
NH_3	NH_4Cl	0,3183	50286
	$(NH_4)_2PtCl_6$	0,0767	88486
	Pt	0,1745	24176
NH_4	NH_4Cl	0,3372	52789
	$(NH_4)_2PtCl_6$	0,0813	90989
	Pt	0,1848	26679
NO_3	$C_{20}H_{16}N_4 \cdot HNO_3$	0,1653	21820
	NH_4Cl	1,1591	06411
	$(NH_4)_2PtCl_6$	0,2793	44611
	NO	2,0663	31519
	Pt	0,6353	80301
N_2O_5	$C_{20}H_{16}N_4 \cdot HNO_3$	0,1440	15821
	NH_4Cl	1,0095	00412
	$(NH_4)_2PtCl_6$	0,2433	38612
	NO	1,7997	25520
	Pt	0,5534	74302
Na	NaCl	0,3934	59487
	Na_2SO_4	0,3238	51026
Na_2O	NaCl	0,5303	72450
	Na_2SO_4	0,4364	63989
Ni	NiO	0,7858	89529
NiO	Ni	1,2726	10471
P	$Mg_2P_2O_7$	0,2787	44519

Таблица для вычисления анализов (продолжение)

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
	$(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$	0,0164	21504
	$P_2O_5 \cdot 24MoO_3$	0,0173	23689
P_2O_5	$Mg_2P_2O_7$	0,6370	80477
	$(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$	0,0376	57462
	$P_2O_5 \cdot 24MoO_3$	0,0395	59647
PO_4	$Mg_2P_2O_7$	0,8535	93118
	$(NH_4)_3PO_4 \cdot 12MoO_3$	0,0502	70103
	$P_2O_5 \cdot 24MoO_3$	0,0528	72288
Pb	$PbCrO_4$	0,6410	80684
	PbO	0,9283	96768
	PbO_2	0,8662	93760
	PbS	0,8659	93747
	$PbSO_4$	0,6831	83449
PbO	$PbCrO_4$	0,6905	83916
	PbO_2	0,9331	96992
	PbS	0,9328	96979
	$PbSO_4$	0,7359	86681
PbS	$PbSO_4$	0,7889	89702
Rb	Rb_2SO_4	0,6401	80628
S	$BaSO_4$	0,1374	13792
SO_2	$BaSO_4$	0,2745	43847
SO_3	$BaSO_4$	0,3430	53529
SO_4	$BaSO_4$	0,4115	61441
Sb	Sb_2O_4	0,7898	89749
	Sb_2S_3	0,7142	85382
	Sb_2S_5	0,5998	77800
Sb_2O_3	Sb_2O_4	0,9475	97656
	Sb_2S_3	0,8568	93289
	Sb_2S_5	0,7196	85707
Sb_2S_3	Sb_2O_4	1,1058	04367
SeO_2	Se	1,4040	14737
SeO_3	Se	1,6061	20576
Si	SiO_2	0,4693	67147
SiO_3	SiO_2	1,2653	10220

Продолжение

Требуется определить	Найдено	Множитель	log
Si_2O_7	SiO_2	1,3980	14551
SiO_4	SiO_2	1,5307	18488
Sn	SnO_2	0,7881	89657
Sr	$SrCO_3$	0,5936	77347
	$SrSO_4$	0,4770	67854
$SrCO_3$	$Sr(NO_3)_2$	0,6975	84356
	$Sr(OH)_2 \cdot 8H_2O$	0,5555	74466
	SrS	1,2334	09109
	SrS_2O_3	0,7390	86865
$Sr(OH)_28H_2O$	$Sr(NO_3)_2$	1,2557	09890
	$Sr(SH)_2$	1,7282	23760
	SrS_2O_3	1,3304	12399
$SrSO_4$	$BaSO_4$	0,7869	89593
TeO_2	Te	1,2510	09725
TeO_3	Te	1,3765	13877
Th	$Th(NO_4)_2 \cdot 4H_2O$	0,4207	62392
	ThO_2	0,8790	94398
Ti	TiO_2	0,6005	77852
U	$Na_2U_2O_7$	0,7511	87568
	UO_2	0,8817	94532
	U_3O_8	0,8482	92852
W	WO_3	0,7931	89933
Y	Y_2O_3	0,7876	89631
Zn	ZnO	0,8034	90492
	$Zn_2P_2O_7$	0,4289	63237
	ZnS	0,6709	82664
ZnO	$Zn_2P_2O_7$	0,5339	72745
	ZnS	0,8351	92172
ZnS	ZnO	1,1975	07828
	$Zn_2P_2O_7$	0,6393	80573
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	ZnO	3,5339	54826
	ZnS	2,9511	46998
Zr	ZrO_2	0,7390	86864

РАСТВОРИМОСТЬ ВАЖНЕЙШИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ 15°

Вещества	Формула	%	м.-н.	Удельный вес
Углекислый аммоний (продажный)	$NH_4HCO_3 \cdot NH_4 \cdot CO_2 \cdot NH_2$	20	1,36	1,07
Хлористый аммоний	NH_4Cl	25,9	5,20	1,075
Железоаммонийные квасцы	$NH_4 \cdot Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	25 пр.	0,58	1,122
Соль Мора	$(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$	20,8	0,60	1,129
Щавелевокислый аммоний	$(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$	4,22	0,302	1,017
Сернокислый аммоний	$(NH_4)_2SO_4$	42,9	4,04	1,246
Хлористый барий	$BaCl_2 \cdot 2H_2O$	30,1	1,57	1,274
Гидрат окиси бария	$Ba(OH)_2 8H_2O$	5,7	0,186	1,031
Азотнокислый свинец	$Pb(NO_3)_2$	34,4	1,46	1,406
Хлористый кальций	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	79,3	5,09	1,407
Хлорная закись железа	$FeCl_2 \cdot 4H_2O$	62,7	4,72	1,50 пр.
Железный купорос	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	41,1	1,84	1,246
Железистосинеродистый калий	$K_4FeCy_6 \cdot 3H_2O$	22,6	0,61	1,145
Бромистый калий	KBr	38,2	4,28	1,336
Хлорноватокислый калий	$KClO_3$	5,62	0,475	1,036
Хлористый калий	KCl	25,0	3,82	1,141
Двухромовокислый калий	$K_2Cr_2P_7$	9,0	0,33	1,065
Хромовокислый калий	K_2CrO_4	38,8	2,76	1,384

Растворимость важнейших веществ при 15° (продолжение)

Вещества	Формула	%	м.-н.	Удельный вес
Иодистый калий	KJ	58,3	5,97	1,700
Марганцевокислый калий	$KMnO_4$	5,88	0,39	1,038
Сернокислый калий	K_2SO_4	9,3	0,57	1,078
Сернокислая медь	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	28,3	1,36	1,200
Сернокислый магний	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	51,9	2,71	1,289
Сернокислый марганец	$MnSO_4 \cdot 4H_2O$	55	3,60	1,46
Уксуснокислый натрий	$NaC_2H_3O_2 \cdot 3H_2O$	23,2	1,83	1,071
Хлористый натрий	$NaCl$	26,77	5,51	1,204
Фосфорнокислый натрий	$Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	14,93	0,44	1,063
Сернокислый натрий	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	28	0,97	1,116
Бура	$Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$	5,7	0,153	1,028
Серноватистокислый натрий	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	61	3,34	1,361
Щавелевая кислота	$H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	9,0	0,74	1,032
Сулема	$HgCl_2$	6,52	0,254	1,056
Азотнокислое серебро	$AgNO_3$	67	8,26	2,095
Сернокислый цинк	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	60,0	3,02	1,445
Двухлористое олово	$SnCl_2 \cdot 2H_2O$	86	7,95	2,084

УДЕЛЬНЫЕ ВЕСА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ НЕКОТОРЫХ СОЛЕЙ ПРИ 18°, ОТНЕСЕННЫЕ К ВОДЕ ПРИ 4°

(для безводных солей)

100 весовых частей содержит в %	KCl	NaCl	NH_4Cl	$BaCl_2$	K_2SO_4	Na_2SO_4	$(NH_4)_2SO_4$	$ZnSO_4$	$CuSO_4$	Na_2CO_3	$NaNO_3$	Этиловый спирт
0	0,9986	0,9986	0,9986	0,999	0,9986	0,999	—	0,999	0,999	0,999	0,9986	0,9986
5	1,0308	1,0345	1,0142	1,044	1,0395	1,045	1,0287	1,051	1,051	1,051	1,0327	0,9898
10	1,0638	1,0711	1,0289	1,093	1,0813	1,091	1,0575	1,107	1,107	1,104	1,0681	0,9824
15	1,0978	1,1090	1,0430	1,147	—	1,143	1,0862	1,167	1,167	1,159	1,105	0,9760
20	1,1335	1,1485	1,0571	1,204	—	—	1,1149	1,232	—	—	1,144	0,9696
25	—	1,1897	1,0710	1,268	—	—	1,1439	1,305	—	—	1,185	0,9628
30	—	—	—	—	—	—	1,1724	1,379	—	—	1,227	0,9551
35	—	—	—	—	—	—	1,2004	—	—	—	—	0,9463
40	—	—	—	—	—	—	1,2284	—	—	—	—	0,9367
45	—	—	—	—	—	—	1,2583	—	—	—	—	0,9264
50	—	—	—	—	—	—	1,2890	—	—	—	—	0,9155
55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,9043
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8928
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8811
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8693
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8574
80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8452
85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8327
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8197
95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8060
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7911
Нормальный раствор .	1,0449	1,0392	1,0153	1,0891	1,0660	1,0604	—	1,0791	1,0777	1,0515	1,0544	—

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ 15°

Удельный вес	Градусы Боме	Содержание HCl в граммах		Удельный вес	Градусы Боме	Содержание HCl в граммах	
		в 100 г раствора	в 1000 мл раствора			в 100 г раствора	в 1000 мл раствора
1,000	0,0	0,16	1,6	1,115	14,9	22,86	255
1,005	0,7	1,15	12	1,120	15,4	23,82	267
1,010	1,4	2,14	22	1,125	16,0	24,78	279
1,015	2,1	3,12	32	1,130	16,5	25,75	291
1,020	2,7	4,13	42	1,135	17,1	26,70	302
1,025	3,4	5,15	53	1,140	17,7	27,66	315
1,030	4,1	6,15	64	1,1425	18,0	28,14	321
1,035	4,7	7,15	74	1,145	18,3	28,61	328
1,040	5,4	8,16	85	1,150	18,8	29,57	340
1,045	6,0	9,16	96	1,152	19,0	29,95	345
1,050	6,7	10,17	107	1,155	19,3	30,55	353
1,055	7,4	11,18	118	1,160	19,8	31,52	366
1,060	8,0	12,19	129	1,163	20,0	32,10	373
1,065	8,7	13,19	140	1,165	20,3	32,49	379
1,070	9,4	14,17	152	1,170	20,9	33,46	391
1,075	10,0	15,16	163	1,171	21,0	33,65	394
1,080	10,6	16,15	174	1,175	21,4	34,42	404
1,085	11,2	17,13	186	1,180	22,0	35,39	418
1,090	11,9	18,11	197	1,185	22,5	36,31	430
1,095	12,4	19,06	209	1,190	23,0	37,23	443
1,100	13,0	20,01	220	1,195	23,5	38,16	456
1,105	13,6	20,97	232	1,200	24,0	39,11	469
1,110	14,1	21,92	243				

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ 15°

Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1 000 мл раствора содержат в граммах		Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах	
		N_2O_5	HNO_3	N_2O_5	HNO_3			N_2O_5	HNO_3	N_2O_5	HNO_3
1,000	0	0,08	0,10	1	1	1,155	19,3	21,94	25,60	254	296
1,005	0,7	0,85	1,00	8	10	1,160	19,8	22,60	26,36	262	306
1,010	1,4	1,62	1,90	16	19	1,165	20,3	23,25	27,12	271	316
1,015	2,1	2,39	2,80	24	28	1,170	20,9	23,90	27,88	279	326
1,020	2,7	3,17	3,70	33	38	1,175	21,4	24,54	28,63	288	336
1,025	3,4	3,94	4,60	40	47	1,180	22,0	25,18	29,38	297	347
1,030	4,1	4,71	5,50	49	57	1,185	22,5	25,83	30,13	306	357
1,035	4,7	5,47	6,38	57	66	1,190	23,0	26,47	30,88	315	367
1,040	5,4	6,22	7,26	64	75	1,195	23,5	27,10	31,62	324	378
1,045	6,0	6,97	8,13	73	85	1,200	24,0	27,74	32,36	333	388
1,050	6,7	7,71	8,99	81	94	1,205	24,5	28,36	33,09	342	399
1,055	7,4	8,43	9,84	89	104	1,210	25,0	28,99	33,82	351	409
1,060	8,0	9,15	10,68	97	113	1,215	25,5	29,61	34,55	360	420
1,065	8,7	9,87	11,51	105	123	1,220	26,0	30,24	35,28	369	430
1,070	9,4	10,57	12,33	113	132	1,225	26,4	30,88	36,03	378	441
1,075	10,0	11,27	13,15	121	141	1,230	26,9	31,58	36,78	387	452
1,080	10,6	11,96	13,95	129	151	1,235	27,4	31,17	37,53	397	463
1,085	11,2	12,64	14,74	137	160	1,240	27,9	32,82	38,29	407	475
1,090	11,9	13,31	15,53	145	169	1,245	28,4	33,47	39,05	417	486
1,095	12,4	13,99	16,32	153	179	1,250	28,8	34,13	39,82	427	498
1,100	13,0	14,67	17,11	161	188	1,255	29,3	34,78	40,58	437	509
1,105	13,6	15,34	17,89	170	198	1,260	29,7	35,44	41,34	447	521
1,110	14,2	16,00	18,67	177	207	1,265	30,2	36,09	42,10	457	533
1,115	14,9	16,67	19,45	186	217	1,270	30,6	36,75	42,87	467	544
1,120	15,4	17,34	20,23	195	227	1,275	31,1	37,41	43,64	477	556
1,125	16,0	18,00	21,00	202	236	1,280	31,5	38,07	44,41	487	568
1,130	16,5	18,66	21,77	211	246	1,285	32,0	38,73	45,18	498	581
1,135	17,1	19,32	22,54	219	256	1,290	32,4	39,39	45,95	508	593
1,140	17,7	19,98	23,31	228	266	1,295	32,8	40,05	46,72	519	605
1,145	18,3	20,64	24,08	237	276	1,300	33,3	40,71	47,49	529	617
1,150	18,8	21,29	24,84	245	286	1,305	33,7	41,37	48,26	540	630

Продолжение

Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах		Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах	
		N_2O_5	HNO_3	N_2O_5	HNO_3			N_2O_5	HNO_3	N_2O_5	HNO_3
1,310	34,2	42,06	49,07	551	643	1,455	45,1	67,38	78,60	981	1144
1,315	34,6	42,76	49,89	562	656	1,460	45,4	68,56	79,98	1001	1168
1,320	35,0	43,47	50,71	573	669	1,465	45,8	69,79	81,42	1023	1193
1,325	35,4	44,17	51,53	585	683	1,470	46,1	71,06	82,90	1045	1219
1,330	35,8	44,89	52,37	597	697	1,475	46,4	72,39	84,45	1068	1246
1,3325	36,0	45,26	52,80	603	704	1,480	46,8	73,76	86,05	1092	1274
1,335	36,2	45,62	53,22	609	710	1,485	47,1	75,18	87,70	1116	1302
1,340	36,6	46,35	54,07	621	725	1,490	47,4	76,80	89,60	1144	1335
1,345	37,0	47,08	54,93	633	739	1,495	47,8	78,52	91,60	1174	1369
1,350	37,4	47,82	55,79	645	753	1,500	48,1	80,65	94,09	1210	1411
1,355	37,8	48,57	56,66	658	768	1,501	—	81,09	94,60	1217	1420
1,360	38,2	49,35	57,57	671	783	1,502	—	81,50	95,08	1224	1428
1,365	38,6	50,13	58,48	684	798	1,503	—	81,91	95,55	1231	1436
1,370	39,0	50,91	59,39	698	814	1,504	—	82,29	96,00	1238	1444
1,375	39,4	51,69	60,30	711	829	1,505	48,4	82,63	96,39	1244	1451
1,380	39,8	52,52	61,27	725	846	1,506	—	82,94	96,76	1249	1457
1,3833	40,0	53,08	61,92	735	857	1,507	—	83,26	97,13	1255	1464
1,385	40,1	53,35	62,24	739	862	1,508	48,5	83,58	97,50	1260	1470
1 390	40,5	54,20	63,23	753	879	1,509	—	83,87	97,84	1265	1476
1,395	40,8	55,07	64,25	768	896	1,510	48,7	84,09	98,10	1270	1481
1,400	41,2	55,97	65,20	783	914	1,511	—	84,28	98,32	1274	1486
1,405	41,6	65,92	66,40	800	933	1,512	—	84,46	98,53	1277	1490
1,410	42,0	57,86	67,50	816	952	1,513	—	84,63	98,73	1280	1494
1,415	42,3	68,83	68,63	832	971	1,514	—	84,78	98,90	1283	1497
1,420	42,7	59,83	69,80	849	991	1,515	49,0	84,92	99,07	1287	1501
1,425	43,1	60,84	70,98	867	1011	1,516	—	85,04	99,21	1289	1504
1,430	43,4	61,86	72,17	885	1032	1,517	—	85,15	99,34	1292	1507
1,435	43,8	62,91	73,89	903	1053	1,518	—	85,26	99,46	1294	1510
1,440	44,1	64,01	74,68	921	1075	1,519	—	85,35	99,57	1296	1512
1,445	44,4	65,13	75,98	941	1098	1,520	49,4	85,44	99,67	1299	1515
1,450	44,8	66,24	77,28	961	1121						

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ 15°

Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах		Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах	
		SO_3	H_2SO_4	SO_3	H_2SO_4			SO_3	H_2SO_4	SO_3	H_2SO_4
1,000	0	0,07	0,09	1	1	1,260	29,7	28,22	34,57	356	435
1,005	0,7	0,77	0,95	8	9	1,265	30,2	28,69	35,14	363	444
1,010	1,4	1,28	1,57	13	16	1,270	30,6	29,15	35,71	370	454
1,015	2,1	1,88	2,30	19	23	1,275	31,1	29,62	36,29	377	462
1,020	2,7	2,47	3,03	25	31	1,280	31,5	30,10	36,87	385	472
1,025	3,4	3,07	3,76	32	39	1,285	32,0	30,57	37,45	393	481
1,030	4,1	3,67	4,49	38	46	1,290	32,4	31,04	38,03	400	490
1,035	4,7	4,27	5,23	44	54	1,295	32,8	31,52	38,61	408	500
1,040	5,4	4,87	5,96	51	62	1,300	33,3	31,99	39,19	416	510
1,045	6,0	5,45	6,67	57	71	1,305	33,7	32,46	39,77	424	519
1,050	6,7	6,02	7,37	63	77	1,310	34,2	32,94	40,35	432	529
1,055	7,4	6,59	8,07	70	85	1,315	34,6	33,41	40,93	439	538
1,060	8,0	7,16	8,77	76	93	1,320	35,0	33,88	41,50	447	548
1,065	8,7	7,73	9,47	82	102	1,325	35,4	34,35	42,08	455	557
1,070	9,4	8,32	10,19	89	109	1,330	35,8	34,80	42,66	462	567
1,075	10,0	8,90	10,90	96	117	1,335	36,2	35,27	43,20	471	577
1,080	10,6	9,47	11,60	103	125	1,340	36,6	35,71	43,74	479	586
1,085	11,2	10,04	12,30	109	133	1,345	37,0	36,14	44,28	486	596
1,090	11,9	10,60	12,99	116	142	1,350	37,4	36,58	44,82	494	605
1,095	12,4	11,16	13,67	122	150	1,355	37,8	37,02	45,35	502	614
1,100	13,0	11,71	14,35	129	158	1,360	38,2	37,45	45,88	509	624
1,105	13,6	12,27	15,03	136	166	1,365	38,6	37,89	46,41	517	633
1,110	14,2	12,82	15,71	143	175	1,370	39,0	38,32	46,94	525	643
1,115	14,9	13,36	16,36	149	183	1,375	39,4	38,75	47,47	533	653
1,120	15,4	13,89	17,01	156	191	1,380	39,8	39,18	48,00	541	662
1,125	16,0	14,42	17,66	162	199	1,385	40,1	39,62	48,53	549	672
1,130	16,5	14,95	18,31	169	207	1,390	40,5	40,05	49,06	557	682
1,135	17,1	15,58	18,96	176	215	1,395	40,8	40,48	49,59	564	692
1,140	17,7	16,01	19,61	183	223	1,400	41,2	40,91	50,11	573	702
1,145	18,3	16,54	20,26	189	231	1,405	41,6	41,33	50,63	581	711
1,150	18,8	17,07	20,91	196	239	1,410	42,0	41,76	51,15	589	721
1,155	19,3	17,59	21,55	203	248	1,415	42,3	42,17	51,66	597	730
1,160	19,8	18,11	22,19	210	257	1,420	42,7	42,57	52,15	604	740
1,165	20,3	18,64	22,83	217	266	1,425	43,1	42,96	52,63	612	750
1,170	20,9	19,16	23,47	224	275	1,430	43,4	43,36	53,11	620	759
1,175	21,4	19,69	24,12	231	283	1,435	43,8	43,75	53,59	628	769
1,180	22,0	20,21	24,76	238	292	1,440	44,1	44,14	54,07	636	779
1,185	22,5	20,73	25,40	246	301	1,445	44,4	44,53	54,55	643	789
1,190	23,0	21,26	26,04	253	310	1,450	44,8	44,92	55,03	651	798
1,195	23,5	21,78	26,68	260	319	1,455	45,1	45,31	55,50	659	808
1,200	24,0	22,30	27,32	268	328	1,460	45,4	45,69	55,97	667	817
1,205	24,5	22,82	27,95	275	337	1,465	45,8	46,07	56,43	675	827
1,210	25,0	23,33	28,58	282	346	1,470	46,1	46,45	56,90	683	837
1,215	25,5	23,84	29,21	290	355	1,475	46,4	46,83	57,37	691	846
1,220	26,0	24,36	29,84	297	364	1,480	46,8	47,21	57,83	699	856
1,225	26,4	24,88	30,48	305	373	1,485	47,1	47,57	58,28	707	865
1,230	26,9	25,39	31,11	312	382	1,490	47,4	47,95	58,74	715	876
1,235	27,4	25,88	31,70	320	391	1,495	47,8	48,34	59,22	723	885
1,240	27,9	26,35	32,28	327	400	1,500	48,1	48,73	59,70	731	896
1,245	28,4	26,83	32,86	334	409	1,505	48,4	49,12	60,18	739	906
1,250	28,8	27,29	33,43	341	418	1,510	48,7	49,51	60,65	748	916
1,255	29,3	27,76	34,00	348	426	1,515	49,0	49,89	61,12	756	926

Продолжение

Удельный вес	Градусы Боме	100 г раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах		Удельный вес	Градусы Боме	100 г. раствора содержат в граммах		1000 мл раствора содержат в граммах	
		SO_3	H_2SO_4	SO_3	H_2SO_4			SO_3	H_2SO_4	SO_3	H_2SO_4
1,520	49,4	50,28	61,59	764	936	1,750	61,8	66,58	81,56	1165	1427
1,525	49,7	50,66	62,06	773	946	1,755	62,1	66,94	82,00	1175	1439
1,530	50,0	51,04	62,53	781	957	1,760	62,3	67,30	82,44	1185	1451
1,535	50,3	51,43	63,00	789	967	1,765	62,5	67,76	83,01	1196	1465
1,540	50,6	51,78	63,43	797	977	1,770	62,8	68,17	83,51	1207	1478
1,545	50,9	52,12	63,85	805	987	1,775	63,0	68,60	84,02	1218	1491
1,550	51,2	52,46	64,26	813	996	1,780	63,2	68,98	84,50	1228	1504
1,555	51,5	52,79	64,67	821	1006	1,785	63,5	69,47	85,10	1240	1519
1,560	51,8	53,22	65,20	830	1017	1,790	63,7	69,96	85,70	1252	1534
1,565	52,1	53,59	65,65	839	1027	1,795	64,0	70,45	86,30	1265	1549
1,570	52,4	53,95	66,09	847	1038	1,800	64,2	70,96	86,92	1277	1564
1,575	52,7	54,32	66,53	856	1048	1,805	64,4	71,50	87,60	1291	1581
1,580	53,0	54,65	66,95	864	1058	1,810	64,6	72,08	88,30	1305	1598
1,585	53,3	55,03	67,40	872	1068	1,815	64,8	72,96	89,16	1322	1618
1,590	53,6	55,37	67,83	880	1078	1,820	65,0	73,51	90,05	1338	1639
1,595	53,9	55,73	68,26	889	1089	1,821	—	73,63	90,20	1341	1643
1,600	54,1	56,09	68,70	897	1099	1,822	65,1	73,80	90,40	1345	1647
1,605	54,4	56,44	69,13	906	1110	1,823	—	73,96	90,60	1348	1651
1,610	54,7	56,79	69,56	914	1120	1,824	65,2	74,12	90,80	1359	1656
1,615	55,0	57,15	70,00	923	1131	1,825	—	74,29	91,00	1356	1661
1,620	55,2	57,49	70,42	931	1141	1,826	65,3	74,49	91,25	1360	1666
1,625	55,5	57,84	70,85	940	1151	1,827	—	74,69	91,50	1364	1671
1,630	55,8	58,18	71,27	948	1162	1,828	65,4	74,86	91,70	1368	1676
1,635	56,0	58,53	71,70	957	1172	1,829	—	75,03	91,90	1372	1681
1,640	56,3	58,88	72,12	966	1182	1,830	—	75,19	92,10	1376	1685
1,645	56,6	59,22	72,55	975	1193	1,831	65,5	75,46	92,43	1382	1692
1,650	56,9	59,57	72,96	983	1204	1,832	—	75,69	92,70	1386	1698
1,655	57,1	59,92	73,40	992	1215	1,833	65,6	75,89	92,97	1391	1704
1,660	57,4	60,26	73,84	1000	1225	1,834	—	76,12	93,25	1396	1710
1,665	57,7	60,61	74,24	1009	1230	1,835	65,7	76,38	93,56	1402	1717
1,670	57,9	60,95	74,66	1017	1246	1,836	—	76,57	93,80	1405	1722
1,675	58,2	61,29	75,08	1027	1259	1,837	—	76,90	94,25	1412	1730
1,680	58,4	61,63	75,50	1035	1268	1,838	65,8	77,23	94,60	1419	1739
1,685	58,7	61,93	75,94	1043	1278	1,839	—	77,55	95,00	1426	1748
1,690	58,9	62,29	76,38	1053	1289	1,840	65,9	78,04	95,60	1436	1759
1,695	59,2	62,64	76,76	1062	1301	1,8405	—	78,33	95,95	1441	1765
1,700	59,5	63,00	77,17	1071	1312	1,8410	—	78,69	96,38	1448	1774
1,705	59,7	63,35	77,60	1080	1323	1,8415	—	79,47	97,35	1463	1792
1,710	60,0	63,70	78,04	1089	1334	1,8410	—	80,16	98,20	1476	1808
1,715	60,2	64,07	78,48	1099	1346	1,8405	—	80,43	98,52	1481	1814
1,720	60,4	64,43	78,92	1108	1357	1,8400	—	80,59	98,72	1483	1816
1,725	60,6	64,78	79,36	1118	1369	1,8395	—	80,63	98,77	1484	1817
1,730	60,9	65,14	79,80	1127	1381	1,8390	—	80,93	99,12	1488	1823
1 735	61,1	65,50	80,24	1136	1392	1,8385	—	81,08	99,31	1490	1826
1,740	61,4	65,86	80,68	1145	1404						
1,745	61,6	66,22	81,12	1156	1416						

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ЛЮБОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ СМЕШЕНИЕМ КИСЛОТЫ УДЕЛЬНОГО ВЕСА 1,85 (ЧИСТАЯ H_2SO_4) С ВОДОЙ (Anthon)

100 частей воды 15—20° смешивают с x частями серной кислоты удельного веса 1,85	Получают кислоту удельного веса	100 частей воды 15—20° смешивают с x частями серной кислоты удельного веса 1,85	Получают кислоту удельного веса	100 частей воды 15—20° смешивают с x частями серной кислоты удельного веса 1,85	Получают кислоту удельного веса
$x =$ 1	1,009	$x =$ 130	1,456	$x =$ 370	1,723
2	1,015	140	1,473	380	1,727
5	1,035	150	1,490	390	1,730
10	1,060	160	1,510	400	1,733
15	1,090	170	1,530	410	1,737
20	1,113	180	1,543	420	1,740
25	1,140	190	1,556	430	1,743
30	1,165	200	1,568	440	1,746
35	1,187	210	1,580	450	1,750
40	1,210	220	1,593	460	1,754
45	1,229	230	1,606	470	1,757
50	1,248	240	1,620	480	1,760
55	1,265	250	1,630	490	1,763
60	1,280	260	1,640	500	1,766
65	1,297	270	1,648	510	1,768
70	1,312	280	1,654	520	1,770
75	1,326	290	1,667	530	1,772
80	1,340	300	1,678	540	1,774
85	1,357	310	1,689	550	1,776
90	1,372	320	1,700	560	1,777
95	1,386	330	1,705	570	1,778
100	1,398	340	1,710	580	1,779
110	1,420	350	1,714	590	1,780
120	1,438	360	1,719	600	1,782

УДЕЛЬНЫЕ ВЕСА И СОДЕРЖАНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЕДКОГО НАТРА ПРИ 15°

Удельный вес	Проценты NaOH	1 л содержит NaOH в г	Удельный вес	Проценты NaOH	1 л содержит NaOH в г
1	2	3	4	5	6
1,007	0,61	6,143	1,220	19,58	238,88
1,014	1,20	12,168	1,231	20,59	253,46
1,022	2,00	20,440	1,241	21,42	265,82
1,029	2,71	27,886	1,252	22,64	283,45
1,037	3,35	35,860	1,263	23,67	298,95
1,045	4,00	41,8	1,274	24,81	316,08
1,052	4,64	48,813	1,285	25,80	331,53
1,060	5,29	56,074	1,297	26,83	347,99
1,067	5,87	62,632	1,308	27,80	363,63
1,075	6,55	70,412	1,320	28,83	378,56
1,083	7,31	79,167	1,332	29,93	398,67
1,091	8,00	87,28	1,345	31,22	429,91
1,100	8,68	95,48	1,357	32,47	440,62
1,108	9,42	104,375	1,370	33,69	461,55
1,116	10,06	112,270	1,383	34,96	483,50
1,125	10,97	123,413	1,397	36,25	508,41
1,134	11,84	134,263	1,410	37,47	528,33
1,142	12,64	144,349	1,424	38,80	552,51
1,152	13,55	156,096	1,438	39,99	575,06
1,162	14,37	166,98	1,453	41,41	601,69
1,171	15,13	177,172	1,468	42,83	628,75
1,180	15,91	187,74	1,483	44,38	658,16
1,190	16,77	199,56	1,498	46,15	678,33
1,200	17,67	212,04	1,514	47,60	720,66
1,210	18,58	224,82	1,530	49,02	750

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЕДКОГО КАЛИ ПРИ 15°

Удельный вес	Градусы Бомэ	100 г раствора содержат в граммах		1 000 мл. раствора содержат в граммах	
		K_2O	KOH	K_2O	KOH
1,007	1	0,7	0,9	7	9
1,014	2	1,4	1,7	14	17
1,022	3	2,2	2,6	22	26
1,029	4	2,9	3,5	30	36
1,037	5	3,8	4,5	39	46
1,045	6	4,7	5,6	49	58
1,052	7	5,4	6,4	57	67
1,060	8	6,2	7,4	66	78
1,067	9	6,9	8,2	74	88
1,075	10	7,7	9,2	83	99
1,083	11	8,5	10,1	92	109
1,091	12	9,2	10,9	100	119
1,100	13	10,1	12,0	111	132
1,108	14	10,8	12,9	119	143
1,116	15	11,6	13,8	129	153
1,125	16	11,4	14,8	140	167
1,134	17	13,2	15,7	150	178
1,142	18	13,9	16,5	159	188
1,152	19	14,8	17,6	170	203
1,162	20	15,6	18,6	181	216
1,171	21	16,4	19,5	192	228
1,180	22	17,2	20,5	203	242
1,190	23	18,0	21,4	214	255
1,200	24	18,8	22,4	226	269
1,210	25	19,6	23,3	237	282
1,220	26	20,3	24,2	248	295
1,231	27	21,1	25,1	260	309
1,241	28	21,9	26,1	272	324

Продолжение

Удельный вес	Градусы Бомэ	100 г раствора содержат в граммах		1 000 мл раствора содержат в граммах	
		K_2O	KOH	K_2O	KOH
1,252	29	22,7	27,0	284	338
1,263	30	23,5	28,0	297	353
1,274	31	24,2	28,9	308	368
1,285	32	25,0	29,8	321	385
1,297	33	25,8	30,7	335	398
1,308	34	26,7	31,8	349	416
1,320	35	27,5	32,7	363	432
1,332	36	28,3	33,7	377	449
1,345	37	29,3	34,9	394	469
1,357	38	30,2	35,9	410	487
1,370	39	31,0	36,9	425	506
1,383	40	31,8	37,8	440	522
1,397	41	32,7	38,9	457	543
1,410	42	33,5	39,9	472	563
1,424	43	34,4	40,9	490	582
1,438	44	35,4	42,1	509	605
1,453	45	36,5	43.4	530	631
1,468	46	37,5	44,6	549	655
1,483	47	38,5	45,8	571	679
1,498	48	39,6	47,1	593	706
1,514	49	40,6	48,3	615	731
1,530	50	41,5	49,4	635	756
1,546	51	42,5	50,6	655	779
1,563	52	43,6	51,9	681	811
1,580	53	44,7	53,2	706	840
1,597	54	45,8	54,5	731	870
1,615	55	47,0	55,9	754	902
1,634	56	48,3	57,5	789	940

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС ВОДНЫХ РАСТВОРОВ АММИАКА ПРИ 15°

Удельный вес	Содержание NH_3 в граммах		Удельный вес	Содержание NH_3 в граммах	
	в 100 г раствора	в 1 000 мл раствора		в 100 г раствора	в 1000 мл раствора
1,000	0,00	0,00	0,940	15,63	146,9
0,998	0,45	4,5	0,938	16,22	152,1
0,996	0,91	9,1	0,936	16,82	157,4
0,994	1,37	13,6	0,934	17,42	162,7
0,992	1,84	18,2	0,932	18,03	168,1
0,990	2,31	22,9	0,930	18,64	173,4
0,988	2,80	27,7	0,928	19,25	178,6
0,986	3,30	32,5	0,926	19,87	184,2
0,984	3,80	37,4	0,924	20,49	189,3
0,982	4,30	42,2	0,922	21,12	194,7
0,980	4,80	47,0	0,920	21,75	200,1
0,978	5,30	51,8	0,918	22,39	205,6
0,976	5,80	56,6	0,916	23,03	210,9
0,974	6,30	61,4	0,914	23,68	216,3
0,972	6,80	66,1	0,912	24,33	221,9
0,970	7,31	70,9	0,910	24,99	227,4
0,968	7,82	75,7	0,908	25,65	232,9
0,966	8,33	80,5	0,906	26,31	238,3
0,964	8,84	85,2	0,904	26,98	243,9
0,962	9,35	89,9	0,902	27,65	249,4
0,960	9,91	95,1	0,900	28,33	255,0
0,958	10,47	100,3	0,898	29,01	260,5
0,956	11,03	105,4	0,896	29,69	266,0
0,954	11,60	110,7	0,894	30,37	271,5
0,952	12,17	115,9	0,892	31,05	277,0
0,950	12,74	121,0	0,890	31,75	282,6
0,948	13,31	126,2	0,888	32,50	288,6
0,946	13,88	131,3	0,886	33,25	294,6
0,944	14,46	136,5	0,884	34,10	301,4
0,942	15,04	141,7	0,882	34,95	308,3

ПРОЦЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ НЕКОТОРЫХ КИСЛОТ И ЩЕЛОЧЕЙ

(Удельные веса при 15° С)

Проценты	H_2SO_4	HNO_3	HCl	KOH	NaOH	NH_3	Проценты	H_2SO_4	HNO_3	HCl	KOH	NaOH	NH_3
2	1,013	1,011	1,009	1,016	1,023	0,992	52	1,419	1,328	—	1,564	1,560	—
4	1,027	1,022	1,019	1,033	1,046	0,983	54	1,439	1,340	—	1,590	1,580	—
6	1,040	1,033	1,029	1,048	1,069	0,975	56	1,460	1,351	—	1,616	1,601	—
8	1,055	1,044	1,039	1,065	1,092	0,967	58	1,482	1,362	—	—	1,622	—
10	1,069	1,056	1,049	1,082	1,115	0,960	60	1,503	1,373	—	—	1,643	—
12	1,083	1,068	1,059	1,100	1,137	0,953	62	1,525	1,384	—	—	—	—
14	1,098	1,080	1,069	1,118	1,159	0,946	64	1,547	1,394	—	—	—	—
16	1,112	1,093	1,079	1,137	1,181	0,939	66	1,571	1,403	—	—	—	—
18	1,127	1,106	1,089	1,156	1,203	0,932	68	1,594	1,412	—	—	—	—
20	1,143	1,119	1,100	1,176	1,225	0,926	70	1,617	1,421	—	—	—	—
22	1,158	1,132	1,110	1,196	1,247	0,919	72	1,640	1,429	—	—	—	—
24	1,174	1,145	1,121	1,217	1,268	0,913	74	1,664	1,437	—	—	—	—
26	1,190	1,158	1,132	1,240	1,289	0,908	76	1,687	1,445	—	—	—	—
28	1,205	1,171	1,142	1,263	1,310	0,903	78	1,710	1,453	—	—	—	—
30	1,224	1,184	1,152	1,286	1,332	0,898	80	1,732	1,460	—	—	—	—
32	1,238	1,198	1,163	1,310	1,352	0,893	82	1,755	1,467	—	—	—	—
34	1,255	1,211	1,173	1,334	1,374	0,889	84	1,776	1,474	—	—	—	—
36	1,273	1,225	1,183	1,358	1,395	0,884	86	1,793	1,480	—	—	—	—
38	1,290	1,238	1,194	1,384	1,416	—	88	1,808	1,486	—	—	—	—
40	1,307	1,251	—	1,411	1,437	—	90	1,819	1,491	—	—	—	—
42	1,324	1,264	—	1,437	1,458	—	92	1,830	1,496	—	—	—	—
44	1,342	1,277	—	1,460	1,478	—	94	1,837	1,500	—	—	—	—
46	1,361	1,290	—	1,485	1,499	—	96	1,840	1,504	—	—	—	—
48	1,380	1,303	—	1,511	1,519	—	98	1,841	1,510	—	—	—	—
50	1,399	1,316	—	1,538	1,540	—	100	1,838	1,522	—	—	—	—

УДЕЛЬНЫЙ ВЕС И НОРМАЛЬНОСТЬ РАСТВОРОВ. ПРИГОТОВЛЕНИЕ НОРМАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Удельный вес при $\frac{15°}{4°}$	Нормальность растворов						Удельный вес при $\frac{15°}{4°}$	Нормальность NH_3
	H_2SO_4	HCl	HNO_3	KOH	NaOH	Na_2CO_3		
1,010	0,324	0,593	0,305	0,213	0,239	0,198	0,995	0,666
1,020	0,634	1,155	0,599	0,413	0,464	0,383	0,990	1,224
1,030	0,951	1,737	0,899	0,616	0,700	0,571	0,985	1,934
1,040	1,264	2,328	1,197	0,822	0,939	0,762	0,980	2,637
1,050	1,578	2,929	1,497	1,032	1,182	0,956	0,975	3,343
1,060	1,896	3,544	1,796	1,246	1,431	1,153	0,970	4,043
1,070	2,223	4,158	2,092	1,462	1,684	1,353	0,965	4,740
1,080	2,555	4,784	2,389	1,682	1,942	1,556	0,960	5,453
1,090	2,887	5,414	2,685	1,903	2,205	1,762	0,955	6,208
1,100	3,219	6,037	2,985	2,128	2,472	1,971	0,950	6,966
1,110	3,556	6,673	3,287	2,356	2,744	2,183	0,945	7,722
1,120	3,885	7,317	3,594	2,586	3,021	2,408	0,940	8,480
1,130	4,219	7,981	3,902	2,819	3,302	2,626	0,935	9,251
1,140	4,559	8,648	4,215	3,046	3,588	2,847	0,930	10,03
1,150	4,903	9,327	4,531	3,292	3,878	3,071	0,925	10,81
1,160	5,249	10,03	4,850	3,532	4,173	—	0,920	11,59
1,170	5,600	10,74	5,174	3,778	4,472	—	0,915	12,39
1,180	5,958	11,45	5,499	4,023	4,776	—	0,910	13,19
1,190	6,319	12,15	5,828	4,272	5,084	—	0,905	13,99
1,200	6,685	12,87	6,159	4,523	5,397	—	0,900	14,80
1,210	7,052	—	6,490	4,776	5,714	—	0,895	15,61
1,220	7,424	—	6,827	5,030	6,039	—	0,890	16,42
1,230	7,803	—	7,175	5,288	6,365	—	0,885	17,30
1,240	8,162	—	7,531	5,550	6,693	—	0,880	18,26
1,250	8,521	—	7,894	5,811	7,032	—	—	—
1,260	8,882	—	8,261	6,075	7,375	—	—	—
1,270	9,248	—	8,635	6,341	7,722	—	—	—
1,280	9,623	—	9,016	6,609	8,078	—	—	—
1,290	10,00	—	9,401	6,882	8,432	—	—	—
1,300	10,39	—	9,792	7,153	8,795	—	—	—
1,310	10,78	—	10,20	7,423	9,166	—	—	—
1,320	11,17	—	10,62	7,704	9,542	—	—	—
1,330	11,57	—	11,05	7,981	9,921	—	—	—
1,340	11,95	—	11,49	8,264	10,309	—	—	—
1,350	12,34	—	11,95	8,547	10,704	—	—	—

ФОРМУЛЫ ДЛЯ ПЕРЕВОДА ГРАДУСОВ БОМЭ К УДЕЛЬНОМУ ВЕСУ И ОБРАТНО

1) Для жидкостей тяжелее воды:

$$\frac{144{,}3}{144{,}3 - \text{B}^\circ} = d$$

или

$$\text{B}^\circ = 144{,}3 - \frac{144{,}3}{d}.$$

2) Для жидкостей легче воды:

$$\frac{140}{\text{B}^\circ + 130} = d$$

или

$$\text{B}^\circ = \frac{140}{d} - 130.$$

В обеих формулах d — удельный вес и B° — градусы Бомэ.

ТАБЛИЦА ДЛЯ РАЗВЕДЕНИЯ СПИРТА ВОДОЙ

(по М. С. Навашину)

Нужная концентрация в %	Концентрация имеющегося спирта в процентах									
	95—96	90	85	80	75	70	65	60	55	50
90	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	88	94	—	—	—	—	—	—	—	—
80	83	89	94	—	—	—	—	—	—	—
75	78	83	88	94	—	—	—	—	—	—
70	73	78	82	87	93	—	—	—	—	—
65	68	72	76	81	86	93	—	—	—	—
60	62	67	71	75	80	86	92	—	—	—
55	57	61	65	69	73	79	85	92	—	—
50	52	55	59	62	67	71	77	83	91	—
45	47	50	53	56	60	64	69	75	82	90
40	42	44	47	50	53	57	61	67	73	80
35	37	39	41	44	47	50	54	58	64	70
30	31	33	35	37	40	43	46	50	55	60
25	26	28	28	31	33	36	38	42	45	50
20	21	22	23	25	27	29	31	33	36	40
15	16	17	18	19	20	21	23	25	27	30
10	10	11	12	12	13	14	15	17	18	20

Таблица показывает, сколько миллилитров спирта данной концентрации надо взять, чтобы, долив водой до 100 мл, получить нужную концентрацию.

Цифры приблизительные (десятые доли округлены, сжатие смеси спирта с водой не принято во внимание).

МЕРЫ и ВЕСА

I. Метрическая система [1]

1. Меры линейные

Название	Значение
Километр (км) = 1 000 метров (Гектометр) (гм) = 100 метрам (Декаметр) = 10 метрам Метр (м)	Основная единица системы мер и весов, принятая первоначально за $1 \cdot 10^{-7}$ четверти земного меридиана и установленная законом, как 443,296 старых парижских линий, или 0,513074 туаза. Метр представлен при 0° С длиной платинового эталона, положенного в архив 4 мессидара VII года (19 июня 1799 г.). В 1889 году по архивному метру изготовлен международный прототип метра, который хранится в Международном бюро мер и весов в Севре.

Дециметр	(дм) = 0,1	метра
Сантиметр	(см) = 0,01	»
Миллиметр	(мм) = 0,001	»
Микрон (μ)	= 0,001 мм = 0,000001	метра
(Миллимикрон)	(мμ) = 0,000001	мм

2. Квадратные меры

Гектар	(га) = 100 арам = 10 000	кв. метров
Ар	(а) = 100 кв. м, квадрат со стороной в 10 м	
(Центнар)	= 0,01 ара = 1	кв. м
Кв. м	= 10 000 кв. см = 1 000 000	кв. мм

3. Меры объема

(Килолитр	(кл) = 1 000 литров = 1	куб. метру (куб. м)
Гектолитр	(гл) = 100	литрам
(Шеффель)	= 50	»
(Декалитр	= 10	»
Литр	(л) = 1	куб. дециметру (куб. дм) = 1000 куб. см
(Децилитр)	= 0,1	литра
Сантилитр	(сл) = 0,01	»
Миллилитр	(мл) = 0,001	» = 1 куб. см.

[1] Меры, не установленные законодательством СССР, поставлены в скобках

Кроме того, для сыпучих тел существуют следующие меры, не имеющие официального признания в СССР.

(Декастер) = 10 стерам
(Стер) = 1 куб. метру
(Децистер) = 0,1 стера

4. Меры массы (веса)

Тонна (т) = 1 000 килограммов — вес 1 куб. метра воды
(Квинтал) (метрический центнер) = 100 кг
(Центнер) = 50 килограммам.

Килограмм (кг) = 1 000 граммов — первоначально принят, как вес 1 л воды в безвоздушном пространстве при 4°С, а в настоящее время как вес платино-иридиевого прототипа килограмма, положенного на сохранение в павильоне в Севре в 1889 году.

(Гектограмм) = 100 граммам
(Декаграмм) = 10 »
Грамм (г) = вес 1 куб. см воды при 4° С
(Дециграмм) = 0,1 грамма
(Сантиграмм) = 0,01 »
Миллиграмм (мг) = 0,001 »

Метрическая система принята в СССР, Германии, Австрии, Венгрии, Франции, Скандинавских странах, Голландии, Швейцарии, Бельгии, Люксембурге, Италии, Греции, Румынии, Болгарии, Югославии, Словакии, Испании, Португалии, Турции и в республиках Центральной и Южной Америки. К французским мерам относятся гектометр и мириаметр, а также квинтал. Децилитр принят в Австрии законом 1871 года. Центнер и шеффель приняты германским законодательством в 1868 году.

Применявшаяся ранее в большинстве европейских государств система Нюрнбергских медицинских и аптекарских мер веса имела следующие подразделения:
1 фунт=12 унциям по 8 драхм, по 3 скрупула, по 20 гран, т. е. 1 фунт=5760 гранам (= 350,784 грамма).

Сравнительная таблица метрических и старых русских мер

Метрические меры	Русские меры
1 тонна	= 61,048 пуда
1 центнер = 100 кг	= 6,1048 пуда
1 килограмм	= 2,4419284 фунта
1 километр	= 0,937383 версты
1 метр	= 0,168691 сажени
1 метр	= 1,40607 аршина
1 метр	= 3,28084 фута

1 сантиметр	= 0,224972 вершка
1 сантиметр	= 0,393701 дюйма
1 кв. километр	= 0,878587 кв. версты
1 гектар	= 0,915299 десятины
1 кв. метр	= 0,219672 кв. сажени
1 кв. метр	= 10,7639 кв. фута
1 кв. сантиметр	= 0,0506123 кв. вершка
1 кв. сантиметр	= 0,155000 кв. дюйма
1 куб. метр	= 0,102958 куб. сажени
1 куб. метр	= 35,3147 куб. фута
1 литр	= 0,081305 ведра
1 литр	= 1,6261 водочной бутылки

Русские меры	Метрические меры
1 пуд	= 16,380 496 килограмма
1 фунт	= 409,512 грамма
1 верста	= 1,066 километра
1 сажень	= 2,133 метра
1 аршин	= 0,711 метра
1 фут	= 0,304 метра
1 вершок	= 4,445 сантиметра
1 дюйм	= 2,540 сантиметра
1 кв. верста	= 1,138 кв. километра
1 десятина	= 1,092 гектара
1 кв. сажень	= 4,552 кв. метра
1 кв. фут	= 0,092 кв. метра
1 кв. вершок	= 19,758 кв. сантиметра
1 кв. дюйм	= 6,451 кв. сантиметра
1 куб. сажень	= 9,712 куб. метра
1 куб. фут	= 0,028 куб. метра
1 ведро	= 12,299 литра
1 водочная бутылка ($^1/_{20}$ ведра)	= 0,614 литра

СПИСОК С.-Х. ОПЫТНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И ИХ АДРЕСА[1]

1. Растениеводство

а) По зерновым культурам и комплексные

1. Всесоюзный научно-исследовательский институт растениеводства (ВИР). Ленинград, ул. Герцена, д. 44.
2. Полярная опытная станция ВИР. Хибины, Мурманской области, Слуцкое шоссе, д. 1.
3. Кубанская опытная станция ВИР. Станица Отрада-Кубанская, Краснодарского края.
4. Майкопская опытная станция ВИР. Майкоп, Краснодарского края, Гоголевская ул., д. 35.
5. Туркменская опытная станция ВИР. Кара-Кала, Туркменской ССР.
6. Репетекская опытная станция ВИР. Ст. Репетек, Ашхабадской ж. д., Туркменской ССР.
7. Приаральская опытная станция ВИР. Ст. Челкар, Оренбургской ж. д., Казахской ССР, Актюбинской обл.
8. Дальневосточная опытная станция ВИР. Владивосток, Приморский край, 25-я верста Уссурийской ж. д.
9. Среднеазиатская опытная станция ВИР. Ташкент, почт. отд. Кибрай, Орджоникидзевского района.
10. Всесоюзный селекционно-генетический институт. Одесса, Овидиопольская дорога, д. 5.
11. Всесоюзный научно-исследовательский институт зернового хозяйства. Саратов, 2-я дачная остановка, почт. отд. 20.
12. Украинский научно-исследовательский институт зернового хозяйства. Днепропетровск, Украинской ССР, ул. Дзержинского, д. 20.
13. Всесоюзный научно-исследовательский институт северного зернового хозяйства и зерно-бобовых культур. Ст. Немчиновка, Западной ж. д., почт. отд. Немчиновка.
14. Сибирский научно-исследовательский институт зернового хозяйства. Омск, почт. отд. 12.
15. Киевский научно-исследовательский институт социалистического земледелия. Киев, ул. Ленина, д. 46.
16. Украинский научно-исследовательский институт социалистического земледелия. Харьков, ул. Чайковского, д. 4.
17. Красноградская опытная станция Украинского института социалистического земледелия. Красноград, Харьковской области.

---

[1] Полный список — см. «Справочник о научно-исследовательских учреждениях СССР по сельскому хозяйству». Изд. Всесоюзной Академии с.-х. наук им. В. И. Ленина, Москва, 1939.

18. Донецкая областная опытная станция полеводства. Артемовск, Сталинской области, почт. ящик 26.
19. Смоленская областная опытная станция полеводства. Почт. отд. Дурово, Смоленской области.
20. Ивановская областная опытная станция полеводства. Иваново, почт. отд. Богородское.
21. Горьковская областная опытная станция полеводства. Горький, Кооперативная ул., д. 45.
22. Кировская областная опытная станция полеводства. Гор. Киров.
23. Уральская областная опытная станция полеводства. Уральск, Казахской ССР.
24. Башкирская республиканская опытная станция полеводства. Уфа, Башкирской АССР, ул. Фрунзе, д. 40.
25. Ленинградская областная опытная станция полеводства. Ст. Елизаветино, Октябрьской ж. д., Ленинградской области.
26. Белорусская республиканская опытная станция по полеводству. Почт. отд. Зазерье, Смидовического района, БССР.
27. Орловская областная опытная станция по полеводству. Почт. отд. Шатилово, Ново-Деревенского района, Орловской области.
28. Орловское опытное поле. Орел, Орловской области.
29. Ливенское опытное поле. Ливны, Орловской области.
30. Московская областная опытная станция по полеводству. Ст. Немчиновка, Западной ж. д., Московской области, Кунцевского района.
31. Волоколамское опытное поле. Ст. Шаховская, Калининской ж. д., Московской области, Шаховского района.
32. Московская болотная опытная станция. Дмитров, почт. ящик 30.
33. Казахский республиканский научно-исследовательский институт земледелия, Алма-Ата, Казахской ССР.
34. Мордовская республиканская опытная станция по полеводству и овощеводству. Саранск, Мордовской АССР.
35. Орджоникидзевская краевая опытная станция по полеводству. Ворошиловск, Орджоникидзевского края.
36. Бурят-Монгольская республиканская опытная станция по полеводству. Ст. Онохой, Забайкальской ж. д., Бурят-Монгольской АССР.
37. Свердловская областная опытная станция полеводства. Свердловск.
38. Соликамская опытная станция. Пермская область, Соликамский район.
39. Новоуренская опытная станция. Ульяновск, Куйбышевской области.
40. Ростовская областная опытная станция полеводства. Ст. Верблюд, Сталинградской ж. д., Ростовской области.
41. Крымская опытная станция полеводства. Ст. Курман-Кемельчи, Сталинской ж. д., Крымской АССР.
42. Сталинградская областная станция полеводства. Сталинград, почт. отд. Городище.
43. Одесская областная опытная станция полеводства. Ст. Выгода, Одесской ж. д., Одесской области.
44. Азербайджанская республиканская опытная станция полеводства. Тертер, Азербайджанской ССР.
45. Карагандинская опытная станция. Ст. Шортанды, Омской ж. д., Казахской ССР.
46. Всесоюзная опытная станция по рису. Краснодар, Пролетарская ул., д. 22.

б) Государственные селекционные станции по зерновым культурам

47. Мироновская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Мироновка, Киевской области, Мироновского района.
48. Носовская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Носовка, Черниговской области, Носовского района.
49. Краснокутская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Красный Кут, АССР Немцев Поволжья.
50. Каменно-Степная государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Таловая, Таловского района, Воронежской области.
51. Чакинская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Чакино, Ржаксинского района, Воронежской области.
52. Шатиловская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Шатилово, Ново-Деревенского района, Орловской области.
53. Безенчукская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Безенчук, Безенчукского района, Куйбышевской области.
54. Кинельская государственная селекционная опытная станция по зерновым культурам. Почт. отд. Кинель, Куйбышевской области.

в) По масличным культурам

55. Всесоюзный научно-исследовательский институт масличных культур. Краснодар, почт. ящик 50.

г) По сахарной свекле

56. Всесоюзный научно-исследовательский институт свекловичного полеводства. Ст. Бутово, Дзержинской ж. д.
57. Киевская областная опытная станция свекловичного полеводства. Почт. отд. Мироновка, Киевской области, УССР.
58. Черниговская областная опытная станция свекловичного полеводства, Почт. отд. Носовка, Черниговской области, УССР.
59. Харьковская областная опытная станция свекловичного полеводства. Харьков, пр. Сталина, д. 142.
60. Воронежская областная опытная станция свекловичного полеводства. Ст. Латная, Московско-Донецкой ж. д., Воронежской области.
61. Митрофановское опытное поле Воронежской областной опытной станции Ст. Митрофановка, Ю.-В. ж. д., Воронежской области.
62. Драбовское опытное поле свекловичного полеводства. Почт. отд. Драбово, Полтавской области, УССР.
63. Винницкая областная опытная станция. Ст. Немерчи, Юго-Западной ж. д., Винницкой области, УССР.
64. Чарторийское опытное поле Винницкой областной опытной станции. Почт. отд. Новая Чартория, Житомирской области, УССР.
65. Моршанское опытное поле свекловичного полеводства. Моршанск, Тамбовской области.
66. Всесоюзный научно-исследовательский институт сахарной промышленности. Киев, ул. Энгельса, д. 20.
67. Ивановская селекционная станция по сахарной свекле. Харьковская область, Ахтырский район.

68. Весело-Подолянская селекционная станция по сахарной свекле. Почт. отд. Веселый Подол, Полтавской области.
69. Первомайская селекционная станция по сахарной свекле. Ст. Гулькевич, Ворошиловской ж. д., Краснодарского края.
70. Белоцерковская селекционная станция по сахарной свекле. Белая Церковь, Киевской области.
71. Уладово-Люлинецкая селекционная станция по сахарной свекле. Почт. отд. Поповка, Винницкой области.
72. Льговская селекционная станция по сахарной свекле. Почт. отд. Льгов, Курской области.
73. Рамонская селекционная станция по сахарной свекле. Почт. отд. Рамонь, Воронежской области.
74. Верхняческая селекционная станция по сахарной свекле. Ст. Христиновка, Юго-Западной ж. д., Винницкой области, УССР.

д) По хлопчатнику

75. Всесоюзный научно-исследовательский институт хлопководства (СоюзНИХИ). Ташкент, Узбекской ССР, Ассакинская ул., д. 24.
76. Ферганская хлопко-люцерновая опытная станция. Ленинск, Узбекской ССР.
77. Хорезмская хлопко-люцерновая опытная станция. Новоургенч, Узбекской ССР.
78. Туркменская хлопко-люцерновая опытная станция. Иолатань, Туркменской ССР.
79. Таджикская хлопко-люцерновая опытная станция. Курган-Тюбе, Таджикской ССР, почт. ящик 4.
80. Азербайджанский научно-исследовательский институт хлопководства (АзНИХИ). Кировабад, Азербайджанской ССР, вокзал Закавказской ж. д.
81. Ширванская зональная опытная станция по хлопчатнику АзНИХИ. Ст. Уджары, Закавказской ж. д., Азербайджанской ССР.
82. Мильская зональная опытная станция по хлопчатнику АзНИХИ. Ст. Дашбуруи, совхоз № 5, Азербайджанской ССР.
83. Научно-исследовательский институт хлопководства в новых районах (НовНИХИ). Буденновск, Орджоникидзевский край.
84. Украинская опытная станция хлопководства. Херсон, почт. ящик 489, Николаевской области, УССР.

е) По льну

85. Всесоюзный научно-исследовательский институт льноводного хозяйства. Торжок, Калининской области, Луначарская ул., д. 37.
86. Ленинградская зональная льняная опытная станция. Ст. Стремутка, Октябрьской ж. д., Ленинградской области, Псковского района.
87. Белорусская зональная льняная опытная станция. Горы-Горки, БССР.
88. Уральская зональная льняная опытная станция. Почт. отд. Менделеево, Молотовской области, Карагайского района.
89. Томская зональная льняная опытная станция, Томск, Новосибирская область, Ленинская 17.

ж) По конопле

90. Всесоюзный научно-исследовательский институт конопли. Глухов, Черниговской области, ул. Ленина, д. 27.
91. Лунинская опытная станция по конопле. Ст. Лунино, Ленинской ж. д., Тамбовской области.

з) По новым лубяным культурам

92. Всесоюзный научно-исследовательский институт новых лубяных культур. Москва, Варшавское шоссе, д. 9.
93. Чуйская опытная станция новых лубяных культур. Почт. отд. Ново-Троицкое, Кагановичского района, Киргизской ССР.

и) По табаку и махорке

94. Всесоюзный научно-исследовательский институт табачной и махорочной промышленности им. А. И. Микояна. Краснодар.

к) По каучуконосам

95. Всесоюзный научно-исследовательский институт каучука. Москва, Черкизово, Пугачевская ул., д. 17.

л) По лекарственным культурам

96. Всесоюзный научно-исследовательский институт лекарственных растений (ВИЛАР). Ст. Битца, Дзержинской ж. д., Московской области, Ленинского района.
97. Украинская зональная опытная станция лекарственных растений. С. Березоточа, Лубенского района, Полтавской области, УССР.

м) По эфиро-масличным культурам

98. Всесоюзный научно-исследовательский институт эфиро-масличных культур. Ст. Пушкино, Ярославской ж. д., Московской области, Серебрянка, 1.

н) По плодо-ягодным культурам и виноградарству

99. Центральная генетическая плодо-ягодная лаборатория им. И. В. Мичурина. Мичуринск, Тамбовской области.
100. Всероссийский научно-исследовательский институт плодо-ягодного хозяйства им. И. В. Мичурина. Мичуринск, Тамбовской области.
101. Ленинградская плодо-ягодная опытная станция Института им. И. В. Мичурина. Слуцк, Ленинградской области, Мичуринская ул., д. 21.
102. Московская областная плодо-ягодная опытная станция. Ст. Бирюлево, Ленинской ж. д., совхоз «Загорье», Московской области.
103. Крымская зональная плодо-ягодная станция. Почт. отд. Кишлав Топлы, Старо-Крымского района, Крымской АССР.
104. Саратовская зональная плодо-ягодная опытная станция. Саратов, Мичуринская ул., д. 12.
105. Красноярская зональная плодо-ягодная опытная станция. Красноярск, почт. ящик 14.
106. Украинский научно-исследовательский институт плодоводства. Киев, Китаево.
107. Млеевская опытная станция плодоводства. Киевская область, Петровский район.
108. Татарская зональная плодо-ягодная опытная станция. С. Теньки, Татарской АССР.
109. Узбекская опытная станция садоводства и ягодоводства. С. Кирова, Куйбышев. С/совета, Орджоникидзевского района, Узбекской ССР.
110. Украинский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия. Одесса, Люстдорф.

111. Дагестанская зональная станция виноградарства и овощеводства. Дербент, Дагестанской АССР, Буйнакская ул., д. 36.
112. Анапская опытная станция виноградарства и виноделия. Анапа, Краснодарского края, Новороссийская ул., д. 157.

о) По субтропическим культурам

113. Всесоюзный научно-исследовательский институт чайного производства и субтропических культур. Анасеули-Махарадзе, Грузинской ССР.
114. Сухумский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института чайного производства и субтропических культур. Сухуми, Абхазской АССР
115. Азербайджанский филиал Всесоюзного научно-исследовательского института чайного производства и субтропических культур. Ленкорань, Азербайджанской ССР.
116. Всесоюзный научно-исследовательский институт сухих субтропиков. Сталинабад, Таджикской ССР.

п) По овощным и бахчевым культурам

117. Всероссийский научно-исследовательский институт овощного хозяйства. Ст. Текстильщики, Дзержинской ж. д., Московской области.
118. Ленинградская областная опытная станция овощных культур. Гор. Пушкин, Ленинградской области.
119. Узбекская опытная станция по овощным культурам. Ташкент, Кулюк, почт. ящик УЗГООС.

р) По картофелю, спиртовым и крахмало-паточным

120. Научно-исследовательский институт картофельного хозяйства. Ст. Малаховка, Ленинской ж. д., Московской области.
121. Ульяновская опытная станция по картофелю. Ульяновск, Куйбышевской области, почт. ящик 20.
122. Всесоюзный научно-исследовательский институт спиртовой промышленности. Москва, Самокатная ул., д. 4.
123. Центральный научно-исследовательский институт крахмало-паточной промышленности. Москва, 8, Дмитровское шоссе, д. 12.
124. Украинская опытная станция хмелеводства. Житомир, УССР, почт. отд. Смоковка, почт. ящик 10.

с) По кормовым культурам

125. Всесоюзный научно-исследовательский институт кормов. Почт. отд. Лобня (ст. Луговая, Савеловской ж. д.), Московской области.
126. Туровское опытное поле по лугопастбищным травам. Рогачев, БССР.

т) По агролесомелиорации

127. Всесоюзный научно-исследовательский институт агролесомелиорации. Москва, ул. Богатырского моста, д. 17.

у) По удобрению, агрофизике и с.-х. микробиологии

128. Всесоюзный научно-исследовательский институт удобрений, агротехники и агропочвоведения (ВИУАА). Москва, 8, Нижняя дорога, Академический проезд, д. 1.

129. Ленинградская лаборатория ВИУАА. Ленинград, центр, ул. Герцена, д. 42.
130. Кузнецкая опытная станция ВИУАА. Кузнецк, Куйбышевской области, почт. ящик 20.
131. Сумская опытная станция ВИУАА. Сумы, Харьковской области, почт. ящик 17.
132. Судогодское опытное поле ВИУАА. Ст. Волосатая, Горьковской ж. д., Ивановской области.
133. Новозыбковская опытная станция по сидерации ВИУАА. Новозыбков, Смоленской области.
134. Всесоюзный научно-исследовательский институт удобрений и инсектофунгицидов (НИУИФ). Москва, Б. Калужская, д. 71-а.
135. Долгопрудная агрохимическая опытная станция НИУИФ. Платформа Долгопрудное, Савеловской ж. д., Московской области.
136. Граковское опытное поле по удобрениям НИУИФ. Ст. Граково, Южной ж. д., Харьковской области.
137. Люберецкое опытное поле по удобрениям НИУИФ. Ст. Люберцы, Ленинской ж. д., Московской области.
138. Всесоюзный научно-исследовательский институт агрономической физики. Ленинград, 21, Сосновка, д. № 2.
139. Всесоюзный научно-исследовательский институт с.-х. микробиологии. Ленинград, ул. Герцена, д. 42.
140. Научно-исследовательский институт почвоведения Академии наук СССР. Москва, Пыжевский пер., д. 7.
141. Научно-исследовательский институт микробиологии Академии наук СССР. Москва, Б. Калужская ул., д. 75.

ф) По защите растений

142. Всесоюзный научно-исследовательский институт защиты растений. Ленинград, Красная ул., д. 33.

2. Животноводство

а) По крупному рогатому скоту

143. Всесоюзный научно-исследовательский институт животноводства (ВИЖ). Москва, 8. Истоминский проезд, д. 3.
144. Оренбургский научно-исследовательский институт молочно-мясного скотоводства. Чкалов, ул. Горького, д. 25.

б) По оленеводству, животноводству и земледелию Крайнего Севера

145. Научно-исследовательский институт полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. Ленинград, ул. Герцена, д. 42.
146. Обдорская овощная опытная станция. Сале-Хард, Омской области.
147. Сахалинская опытная станция полеводства и животноводства. Сахалинская область, Каровский район.
148. Камчатская областная опытная станция полеводства и животноводства. С. Мильково, Камчатской области.
149. Печорская опытная станция полеводства и животноводства. Усть-Цильма, АССР Коми.

3. Гидротехника, мелиорация, болота и торф

150. Всесоюзный научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации (ВНИИГиМ). Москва, 8, Петровско-Разумовское, Нижняя дорога, д. 19.
151. Валуевская опытная станция по мелиорации. Почт. отд. Старая Полтавка, АССР Немцев Поволжья.
152. Всесоюзный научно-исследовательский институт болотного хозяйства. Минск, ул. Карла Маркса, д. 50/2.
153. Центральная опытная станция по торфу. Ст. Косино, Ленинской ж. д., Московской области.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Химия растений. — *Ф. В. Турчин*

	Стр.
Необходимые для растений элементы	3
Поступление питательных веществ в растения	12
Водный режим и питание растений	16
Реакция среды и растение	17
Содержание азота и зольных элементов в важнейших с.-х. растениях	18
Химический состав различных сельскохозяйственных растений	22
Белки растений	67
Классификация растительных белков	67
Ферменты	75
Классификация ферментов	75
Витамины	79
Гормоны роста	89

Удобрения

Азотные удобрения. — *Ф. В. Турчин*	92
Нитратные удобрения	92
Аммиачные удобрения	95
Удобрения, содержащие одновременно азот в нитратной и аммиачной форме	99
Удобрения, содержащие азот в амидной форме	101
Фосфорные удобрения. — *А. В. Соколов*	108
Суперфосфат (простой)	108
Двойной суперфосфат	111
Преципитат	112
Томасшлак	113
Термофосфаты	116
Фосфоритная мука	118
Костяная мука	118
Калийные удобрения. — *Ф. В. Турчин*	120
Сырые калийные соли	120
Концентрированные калийные удобрения	122
Сложные удобрения. — *А. В. Соколов*	125
Фосфаты аммония	125
Аммонизированные суперфосфаты	128
Аммиачные суперфосфаты	129
Азотно-калийные удобрения	130

Тройные удобрения. — ***А. В. Соколов*** 131
Борные удобрения. — ***А. В. Соколов*** 133
Расчеты по приготовлению смешанных удобрений. — ***Б. С. Розенберг*** 137
Физические свойства удобрений, их значение, методы определения и улучшения. — ***Н. Е. Нестов*** 142
Гигроскопичность 142
Прибор и метод определения гигроскопических точек 147
Шкала гигроскопичности 149
Слеживаемость 153
Рассеваемость 166
Углы откоса (покоя) удобрений 175
Объемные веса 180

Почва. — ***И. Н. Кошельков***

Материнские (почвообразующие) породы 187
О механическом составе почв 189
Общие сведения о почвах. Почвенные зоны Союза 190
О химическом составе почв 203
Поглотительная способность почв 212
Методы исследования почв в поле и лаборатории 220
Составление детальной почвенной карты 220
Взятие почвенных образцов в поле 222
Механический анализ почвы 226

Метод Сабанина (226). — Метод Робинзона (229). — Определение мелкодисперсных частиц почвы пипеточным методом Робинзона — Крауса с подготовкой почв по Гедройцу (233).

Агрегатный анализ 235

Метод Н. И. Савинова (235). — Метод Тюлина А. Ф. (238).

Физические и водные свойства почв 238

Определение удельного веса почвы (238). — Объемный вес почвы (239). — Скважность почвы (239). — Гигроскопическая вода (240). — Максимальная гигроскопичность (240). — Максимальная молекулярная влагоемкость (241). — Полная влагоемкость (242). — Капиллярная влагоемкость (243). — Полевая влагоемкость (244). — Лабораторный метод определения полевой влагоемкости (245). — Водопроницаемость почвы (245). — Фильтрационная способность почв (247). — Способность почвы испарять воду (247). — Определение теплоты смачивания почвы в калориметре П. И. Андрианова (248).

Химический анализ почвы 248
Определение карбонатов в почве 248

Метод Фрезениус — Классена (248). — Метод Шейблера (250).

Определение гумуса 254

Метод Кнопа (254). — Метод Тюрина (255).

Определение общего азота. 257

Метод Кьельдаля (257). — Метод Иодльбауэра (258).

Определение общей фосфорной кислоты в почве 259

Метод Лоренца (259).—Колориметрический метод Деникэ в модификации Малюгина и Хреновой (260). — Нефелометрический метод Лебедянцева (261). — Комбинированный метод Лебедянцева — Лоренца для определения общей P_2O_5 в почве (263).

Определение общего калия 264

Спекание с хлористым аммонием и углекислым кальцием по Смиту (264). — Определение K_2O (264).

Определение поглощенных катионов в некарбонатных почвах . . 265

Метод К. Гедройца с вытеснением 0,05 норм HCl (265). — Определение поглощенных кальция и магния (266). — Определение магния (267). — Определение обменного калия по методу И. Ф. Голубева (268). — Специальный метод определения в почве обменного натрия по Гедройцу (270). — Определение поглощенного аммиака по Коневу (271). — Определение поглощенного водорода (метод Каппена — определение гидролитической кислотности — 273; метод Н. П. Ремезова — 274). — Качественно-количественный метод определения обменного водорода (275).

Определение поглощенных оснований в карбонатных почвах . . . 275

Метод Хиссинга в модификации Аскинази (275). — Метод Геринга (276). — Упрощенный метод определения суммы поглощенных оснований по Капену (277). — Емкость поглощения Т (278) (Метод Аскинази Д. Л. и Алешина С. Н. — 279). — Степень насыщенности основаниями (280).

Определение реакции почвы (pH) 280

Монтировка электрометрического прибора (281). — Схема электрометрического прибора для определения pH (282). — Части прибора (283). — Поверка точности работы прибора (284). — Электрометрическое определение актуальной реакции почвы хингидронным способом (286).— Определение обменной кислотности почвы (287). — Моменты, ограничивающие точность и применение хингидронного метода (287). — Колориметрические методы определения pH (288). — Метод Сёренсена — Кларка с буферными смесями (288). — Определение pH без буферных смесей по Михаэлису (290).

Колориметрическое определение актуальной и обменной кислотности почв 292

Определение буферности почвы 292

Метод Аррениуса (292). — Метод Товборг — Иенсена (293).

Водные вытяжки 295

Анализ водной вытяжки (296). — Сухой остаток (296). — Прокаленный остаток (296). — Определение кальция и магния (296).— Определение SO_4 по Рашигу (297). — Определение хлор-иона (297).— Определение нитратов колориметрически по Грандваль-Ляжу (297).— Определение аммиака посредством реактива Несслера (299). — Определение нитритов по Гриссу (299). — Определение воднорастворимой P_2O_5 (нефелометрический метод Лебедянцева) (300). — Качественное определение в водной вытяжке закисного и окисного железа (300).— Определение воднорастворимого гумуса в почве по Кубель-Тиману (301). — Определение общей щелочности водной вытяжки (302). — Определение общей кислотности водной вытяжки (302).

Почвенный раствор 302

Метод Шлезинга (302). — Метод Ищерекова (303). — Эмульсионный метод Шмука (303). — Исследование почвенного раствора (303). — Определение осмотического давления почвенного раствора (304). — Определение электропроводности почвенного раствора (305).

Методы определения подвижных, доступных растениям, питательных веществ в почве. 309

Определение подвижного азота по Тюрину и Кононовой (309).— Метод Ваксмана (310). — Метод Гоффера (311). — Методы определения доступной растениям P_2O_5 в почве (312). — Метод Кирсанова (312). — Метод Аррениуса (314). — Метод Труога (316). — Метод С. Дас для карбонатных почв (318).— Метод проростков по Нейбауэру (320). — Методы определения доступного растениям калия в почве (323). — Метод Пейве (323). — Метод Голубева И. Ф. (325). — Метод Нейбауэра и Гоффера (326). — Определение потребности почвы в извести (326). — Определение подвижного алюминия по Пейвэ (330).

Методы анализов.— *В. Н. Панфилов*

Анализ удобрений 332

Минеральные удобрения 332

I. Азотные удобрения 332

А. Удобрения с аммиачной формой азота.— (Сульфат аммония. Хлористый аммоний. Калькаммон. Мочевина (332). — Цианамид кальция) (332). — Определение влажности (332).— Определение азота (332). — Определение свободной серной кислоты (335). — Определение роданистых соединений (335). — Определение цианамидного и дицианамидного азота (336).

Б. Удобрения с нитратной формой азота.— (Натриевая селитра. Кальциевая селитра) (337). — Определение влажности (337). — Определение азота (338).

В. Удобрения с аммиачной и нитратной формами азота. — (Нитрат аммония. Лейнаселитра. Кальцисво-аммонийная селитра) (341).

II. Фосфатные удобрения (фосфоритная мука; апатитовая мука; суперфосфат; преципитат; томасшлак; термофосфаты) 342

Определение влажности (342). — Разложение и приготовление вытяжки (342). — Определение общей фосфорной кислоты (343).— Приготовление необходимых реактивов (343). — Молибденовый метод Ниссенса (344). — Приготовление необходимых реактивов (345). — Суперфосфат. Определение усвояемой фосфорной кислоты (346). — Определение водорастворимой фосфорной кислоты (347). — Определение свободной фосфорной кислоты (347).— Преципитат. Определение усвояемой фосфорной кислоты (348). — Томасшлак. Определение усвояемой фосфорной кислоты (348). — Приготовление необходимых реактивов (349). — Термофосфаты. Определение усвояемой фосфорной кислоты (350). — Приготовление необходимых реактивов (351).

III. Калийные удобрения (сильвинит; карналлит; хлористый калий; сернокислый калий; калийные соли; нефелин) 351

Определение влажности (352). — Определение калия (354).— Приготовление необходимых реактивов (358). — Анализ золы (359).

IV. Азотно-фосфатные удобрения (аммонизированный суперфосфат, аммофос, диаммофос) 359

Определение влажности (359). — Определение азота (360). — Определение общей P_2O_5 (361). — Определение усвояемой P_2O_5 (361). — Определение водорастворимой P_2O_5 (361).

V. Азотно-калийные удобрения (калийная селитра) 362

Определение влажности (362). — Определение азота (362). — Определение калия (362).

VI. Полные удобрения (нитрофоски, аммофоска) 362

Определение влажности (362). — Приготовление вытяжки (363). — Определение общего азота (363). — Определение аммиачного азота (363). — Определение водорастворимой P_2O_5 (363). — Определение общей P_2O_5 (363). — Определение калия (363).

VII. Известковые удобрения (известняки; доломиты; мергели; известковые туфы; известь гашеная; известь негашеная) 364

Определение влажности (364). — Разложение (364). — Определение магния (365).

Органические удобрения (навоз, торф, костяная мука) 367

Анализ навоза (367). — Анализ торфа (369). — Анализ костяной муки (371).

Анализ растений 373

Взятие средней пробы (373). — Подготовка образца к анализу (375). — Измельчение (376). — Взятие навески из средней пробы (377). — Определение гигроскопической влажности (377). — Озоление и определение количества золы (378). — Определение составных частей золы (380). — Определение марганца (382). — Определение кальция (383). — Определение магния (384). — Определение серной кислоты (385). — Определение калия (387). — Определение натрия (388). — Определение хлора (389). — Определение фосфорной кислоты (390). — Приготовление реактивов (392). — Определение азота (393). — Необходимые реактивы и их приготовление (397). — Определение жира (398). — Определение клетчатки (400).

Определение сахаров 402

Приготовление вытяжки (402). — Определение сахара по Бертрану (403). — Необходимые реактивы и их приготовление (403). — Поляриметрический метод определения сахара в сахарной свекле (408). — Пользование поляриметром, отсчеты по шкале и вычисления (411). — Приготовление раствора свинцового уксуса (413).

Определение крахмала 413

1. Определение крахмала по методу Рейнке (413). — 2. Метод Фелленберга (414). — 3. Поляриметрический метод определения крахмала (415).

Анализ растительных масел 416

Взятие для анализа средней пробы масел (416). — Определение физических констант масел (417). — Определение удельного веса при помощи пикнометра (417). — Определение удельного веса при помощи весов Мора — Вестфаля (418). — Определение рефракции (коэфициента преломления) (418).—Определение температуры застывания (419).— Определение числа Кричмера (420). — Определение химических констант масел (420). — Необходимые реактивы и их приготовление (423).— Определение неомыляемых веществ (425). — Определение глицерина (426). — Определение воды (426).

Анализ продуктов животноводства 427

Молоко 427

Взятие средней пробы молока (427). — Определение удельного веса (427). — Определение жира (428). — Определение сухого вещества (429). — Определение кислотности (434). — Определение точки замерзания (436). — Определение молочного сахара (436). — Определение золы (437). — Определение общего азота по Кьельдалю (437). — Определение белкового азота по Риттгаузену (438). — Определение азота казеина (438). — Определение азота лактоальбумина (438). — Определение азота лактоглобулина (438). — Отличие кипяченого молока от сырого (439). — Определение фальсификаций (440).

Масло 441

Взятие пробы для анализа (441). — Определение воды (442).— Определение жира (442). — Определение белка (442). — Определение числа Рейхерта — Мейселя (442). — Определение числа омыления (442). — Определение иодного числа по Гюблю (442).

Сыр 443

Определение влажности (443). — Определение жира (443). — Определение белков (443). — Определение золы (443).

Схемы опытов с удобрениями — *А. В. Соколов*

Определение потребности в удобрениях 444
Изучение форм удобрений 445
Схемы опытов по изучению качества фосфорных удобрений 448
Схемы опытов по изучению действия удобрения на реакцию почвы . . . 450
Изучение действия добавочных компонентов удобрений 451
Схемы опытов со сложными удобрениями 452
Опыты с дозами удобрения 455
Изучение техники внесения удобрений 456
Схемы комплексных опытов 457
Схемы многолетних и севооборотных опытов 459
Математическая обработка результатов опыта 460
Основные формулы, употребляемые при математической обработке результатов опытов 460

Инсектициды и фунгициды

Анализ инсектицидов и фунгицидов. — *Н. И. Спицын* 470

Общие замечания 470
Анабазин-сульфат 472
Едкий натр (каустическая сода, каустик) 475
Железный купорос 476
Содержание $FeSO_4$ (476). — Содержание свободной серной кислоты (476).
Жидкое мыло 477
Общее содержание жирных кислот, неомыленных и неомыляемых органических веществ (477). — Содержание свободной едкой щелочи (477). — Содержание свободной углекислой щелочи (478).
Известковый отвар 478
Общее содержание серы (478). — Моносульфидный эквивалент (480). — Тиосульфатная сера (481). — Полисульфидная сера (481).
Известь гашеная (пушонка) 482
Известь жженая 482
Известь хлорная 482
Карболка черная 483
Содержание воды и пределы кипения (483). — Содержание феноло-крезолов (483).
Кремнефтористый барий 484
Содержание бария (484). — Содержание фтора (484).
Кремнефтористый натрий 485
Общее содержание фтора (485). — Содержание свободной кислоты (485). — Содержание кремнефтористого натрия (485). — Содержание фтористого натрия (486).
Медный купорос 486
Содержание меди (486). — Содержание свободной кислоты (486).
Мылонафт 487
Мышьяк белый 487
Нелетучий остаток (487). — Содержание трехокиси мышьяка (487).

Мышьяковистокислый кальций 488
Мышьяковистокислый магний 488
Мышьяковистокислый натрий 488
Мышьяковокислый кальций 489
Нафталин 489
Определение температуры застывания (489). —
Никотин-основание 490
Никотин-сульфат 490
Содержание никотина (490). — Избыточная щелочность или кислотность (490).
Парижская зелень 491
Содержание трехокиси мышьяка (491). — Содержание окиси меди (491). — Содержание водорастворимой трехокиси мышьяка (492).
Препарат АБ 492
Содержание меди (492). — Содержание влаги (493).
Протарс (препарат Давыдова) 493
Сера комовая 494
Влажность (494). — Зольность (494). — Содержание серы (494).
Сера молотая 494
Серная кислота 495
Сероуглерод 495
Сероуглеродная фракция 496
Сода кальцинированная 496
Содержание углекислого натрия (496). — Потеря при прокаливании в двойном тигле.
Сольбар 496
Табачный экстракт 497
Углекислый барий 497
Формалин 497
Фтористый натрий 498
Общее содержание фтора (498). — Содержание свободной кислоты (498). — Содержание кремнефтористого натрия (498). — Содержание фтористого натрия (498).
Хлористый барий 499
Содержание хлористого бария (499). — Кислотность (499).
Хлорпикрин 499
Перегонка хлорпикрина (499). — Содержание свободных кислот (499).
Цианистый калий 500
Цианистый натрий 500
Цианплав 500
Инсектициды и зооциды. — ***Е. А. Покровский*** 501
Кишечные инсектициды, или яды внутреннего действия (502). — Контактные инсектициды, или яды наружного действия, наружные яды (502). — Фумиганты (502).
Фунгициды. — ***А. П. Васильевский*** 522
Бордосская жидкость (522). — Бургундская жидкость (522). — Медный купорос (523). — Железный купорос (524). — Сера (524). —

Известь (525). — Серно-известковый отвар (526). — Сольбар (526).— Препарат АБ (527). — Купфермеритоль (527). — Гранозан (528).— Препарат Давыдова (528). — Формалин (528). — Сулема (529).— Хлорная или белильная известь (530). — Суперфосфат (530). — Серная кислота (530).

Запасы агрономических руд, их добыча и переработка.— *Т. П. Унанянц*

Мировые запасы апатитов 534
Мировые запасы фосфоритов 535
Фосфориты и производство удобрений в СССР 536
Главнейшие месторождения 537
Пояснения к таблице запасов 548
Мировые запасы калийных солей 552
Калийные месторождения СССР 552
Селитра 555

Площади, сбор и урожайность главнейших культур в мировом сельском хозяйстве

Мировое производство и потребление удобрений 574

Реактивы. — *В. Н. Панфилов*

Индикаторы 594

Метилоранж (594). — Метилрот (594). — Фенолфталеин (594).— Лакмоид (594). — Конго (595). — β-динитрофенол (595). — Титрованные растворы (595). — Серная кислота (595). Соляная кислота (597).—Едкий натр (598). — Едкий калий (600). — Щавелевая кислота (600). — Перманганат (600). — Азотнокислое серебро (601).—Роданистый аммоний (602). — Регенерация лимонной кислоты из цитратных остатков (603). — Переработка платиновых остатков (604). — Переработка молибденовых остатков по Вагнеру (605). — Приготовление процентных растворов (606).

Испытание реактивов на чистоту 610
Азотная кислота 610
Раствор аммиака 611
Аммоний молибденовокислый 612
Аммоний хлористый 613
Барий хлористый, не содержащий щелочей 614
Водорода перекись 30% (пергидроль) 614
Деварда сплав 615
Железоаммонийная сернокислая соль 616
Гидрат окиси калия. Калий едкий 617
Калий марганцевокислый. Хамелеон 619
Калий-натрий виннокислый (Сегнетова соль) 619
Калий сернокислый средний 621
Калий фосфорнокислый двухзамещенный ч. д. а. 621
Калий хлористый 623
Аммоний щавелевокислый 623
Лимонная кислота 624
Гидрат окиси натрия. Едкий натр 625
Натрий уксуснокислый 627

Натрий фосфорнокислый двузамещенный 628
Натрий хлористый 629
Серная кислота 630
Хлористоводородная кислота. Соляная кислота 631
Уксусная кислота ледяная 633
Фенол 634
Формалин нейтральный (35—40% водный раствор формальдегида) . . . 634
Фосфорная кислота (орто) удельного веса 1,70 635
Щавелевая кислота 636
Эфир этиловый (серный) 638
Рецепты 639

Справочный материал

Таблица атомных весов химических элементов (1937 г.) 641
Молекулярные веса некоторых аналитически важных соединений и их логарифмы 643
Таблица для вычисления анализов 649
Растворимость важнейших веществ при 15° 656
Удельные веса водных растворов некоторых солей при 18°, отнесенные к воде при 4° 658
Удельный вес соляной кислоты при 15° 659
Удельный вес азотной кислоты при 15° 660
Удельный вес серной кислоты при 15° 662
Приготовление серной кислоты любой концентрации смещением кислоты удельного веса 1,85 (чистая H_2SO_4) с водой 664
Удельные веса и содержание водных растворов едкого натра при 15° . . 665
Удельный вес водных растворов едкого кали при 15° 666
Удельный вес водных растворов аммиака при 15° 668
Процентное содержание некоторых кислот и щелочей 669
Удельный вес и нормальность растворов. Приготовление нормальных растворов 670
Формулы для перевода градусов Бомэ к удельному весу и обратно . . . 671
Таблица для разведения спирта водой 671
Меры и веса 672
Список с.-х. опытных учреждений и их адреса 675

Редактор Ф. *Ярошенко*
Техн. редактор *И. Соболев*
Корректор *Ю. Бегичев*

Сдано в набор 7/III 1940 г. Подписано к печати — 15/VIII 1940 г. Тираж 15 000 экз. Формат 84×108/32. Объем: 43¼ печ. листа; 54,5 уч.-изд. листа; 10¹³/₁₆ бум. листа. Сельхозгиз. № 6721. Индекс 22-В.

А 15194.

Цена книги 10 р. 90 к., переплет 1 р.60к.

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР треста «Полиграфкнига». Москва, Валовая 28. Зак. № 1206.

ный, не содержащ. я щело
да перекись 30% (пергидроль) . .
Деварда сплав . . . . . .
Железоаммонийная сернокислая соль .
Гидрат окиси калия. Калий едкий . . .
Калий марганцевокислый. Хамелеон . .
Калий-натрий виннокислый (Сегнетова
Калий сернокислый средний . . . . .
Калий фосфорнокислый двухзамещенный ч
Калий хлористый . . . . . .
Аммоний щавелевокислый . . . . . .
Лимонная кислота . . . . . .
Гидрат окиси натрия. Едкий натр . . . . .
Натрий уксуснокислый . . . . . .