Т. Т. ТАЗАБЕКОВ, Л. П. ГНЕЗДИЛОВА,
кандидаты сельскохозяйственных наук

ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Издательство «Кайнар»
Алма-Ата 1972

631.4
Т13

631.4

В книге дана краткая характеристика почв Казахстана, описываются морфологические признаки почвенных типов, распространенных на территории республики, приемы составления крупномасштабных почвенных карт и картограмм обеспеченности почв питательными веществами; приводится методика определения химического состава почв, их физических и водно-физических свойств. Во всех описаниях методик даются практические указания по выполнению анализов.

Книга рассчитана на специалистов сельского хозяйства, работников агрохимлабораторий, а также на преподавателей и студентов сельскохозяйственных учебных заведений.

4—3—4
52—71 М

ПРЕДИСЛОВИЕ

...Настало время, когда наука о почве выходит из замкнутых рамок академичности и оторванности от жизни на широкую дорогу служения сельскохозяйственному производству.

А. А. КРАСЮК

Основным объектом земледельческого труда служит почва — главное средство сельскохозяйственного производства, обладающее плодородием, то есть способностью производить урожай растений. Сохранение и повышение плодородия почвы зависят от рационального ее использования, применения передовой технологии возделывания культурных растений, правильных доз и соотношений минеральных удобрений, а также мелиорации земель в борьбе с заболачиванием, засолением и эрозией.

Плодородие почвы находится в прямой зависимости от социально-экономических условий страны. «С тех пор, как человек... стал обрабатывать землю, он все более вмешивается в природное течение почвенных процессов и изменяет его; он, в зависимости от социально-экономических условий в стране, или обогащает почвенное плодородие или грабит его, а плодородие, как известно, есть существенно качественное свойство почвы» (Вильямс, 1952).

В нашей стране созданы все условия для умелого и бережного использования земельных ресурсов, совершенствования технологии возделывания сельскохозяйственных культур с тем, чтобы сохранять и увеличивать почвенное плодородие. Достижения почвенно-агрономической науки позволяют ставить вопрос об управлении почвенными процессами для получения устойчивых высоких урожаев.

Большие и ответственные задачи поставил перед сельскими тружениками XXIV съезд КПСС. Важнейшей

проблемой развития сельского хозяйства в девятой пятилетке является интенсификация всех его отраслей. Для успешного решения этой задачи совхозам и колхозам республики предстоит провести серьезную работу по дальнейшему совершенствованию системы земледелия, улучшению использования достижений науки и передовой практики.

С возрастанием степени интенсификации земледелия растет уровень использования почвы и ее плодородия. Добавочное вложение труда и средств в условиях интенсивного земледелия должно сопровождаться ростом производства продуктов и увеличением плодородия почвы. Так и происходит в передовых хозяйствах. Искусство земледельца и заключается в умелом использовании основного нашего богатства — плодородия почвы.

Известный почвовед К. Д. Глинка писал: «Одной из задач... (агронома) является установление закономерных связей между свойствами почвы и жизнью культурного растения при соответствующих воздействиях со стороны человека. Это воздействие будет вполне рационально только тогда, когда агроном ясно будет представлять себе, в каком направлении он, вмешиваясь в жизнь естественной почвы, видоизменяет эту жизнь. Осмыслить все процессы, протекающие в культурной почве, можно будет только тогда, когда будут известны до конца процессы естественной почвы. Обработка почвы и всякая ее мелиорация до известной степени аналогичны воспитанию или лечению. И в том и в другом случаях необходимо считаться прежде всего с индивидуальностью субъекта, подвергающегося воздействию».

Рациональное и эффективное использование почв, сохранение и повышение их плодородия немыслимо без знания состава и свойств почв.

Задачей настоящей работы является описание внешних отличительных признаков, состава и свойств почвы, как природного тела и основного средства сельскохозяйственного производства, характеристика плодородия основных типов и подтипов почв Казахстана, приемов составления крупномасштабных карт и картограмм, обеспеченности почв питательными элементами, а также изложение методики определения физических и водно-физических свойств, химического состава почвы и содержания в ней усвояемых форм азота, фосфора и калия.

Специалисты сельского хозяйства, работники агрохимических лабораторий найдут в ней практические советы по выполнению основных почвенных анализов.

ПОЧВА И ЕЕ ПЛОДОРОДИЕ

Почвоведение — наука о почве. Она изучает происхождение, развитие и распространение почв, разрабатывает научные методы характеристики и учета отдельных типов почв, земельных ресурсов, дает научно обоснованные практические рекомендации по мелиорации и повышению плодородия почв.

Почвоведение сравнительно молодая наука. В России она отделилась от геологии в 70—80 годах XIX века и успешно развивалась русскими учеными В. В. Докучаевым, П. А. Костычевым, Н. М. Сибирцевым, П. С. Коссовичем, В. Р. Вильямсом, Г. Н. Высоцким, Д. Н. Прянишниковым, К. Д. Глинкой, К. К. Гедройцем, Л. И. Прасоловым. Большое значение в развитии отдельных отраслей науки о почве имели исследования А. А. Измаильского, В. И. Вернадского, С. А. Захарова, А. А. Красюка и др.

Советские ученые внесли большой вклад в изучение географии и картографии почв, водного режима, физики, химии, органического состава, плодородия, микробиологии и мелиорации почв. В исследование почв Казахстана много труда вложили Л. И. Прасолов, С. С. Неуструев, А. И. Бессонов, Р. И. Аболин, А. В. Мухля, С. П. Матусевич, У. У. Успанов, В. М. Боровский, С. И. Соколов, А. М. Дурасов и др.

Благодаря постоянной заботе партии и правительства и трудам наших ученых, советское почвоведение заняло ведущее положение в мировой науке о почве и играет активную роль в выявлении и использовании потенциальных возможностей почв СССР.

Почва — самостоятельное природное тело, верхний плодородный слой земной коры (литосферы) — образовалась в результате взаимодействия органического мира (растений, микроорганизмов) с минеральными веществами в определенных условиях среды (климат, местоположение). Почва имеет свою историю развития, характерные, присущие только ей, внешние и внутренние со-

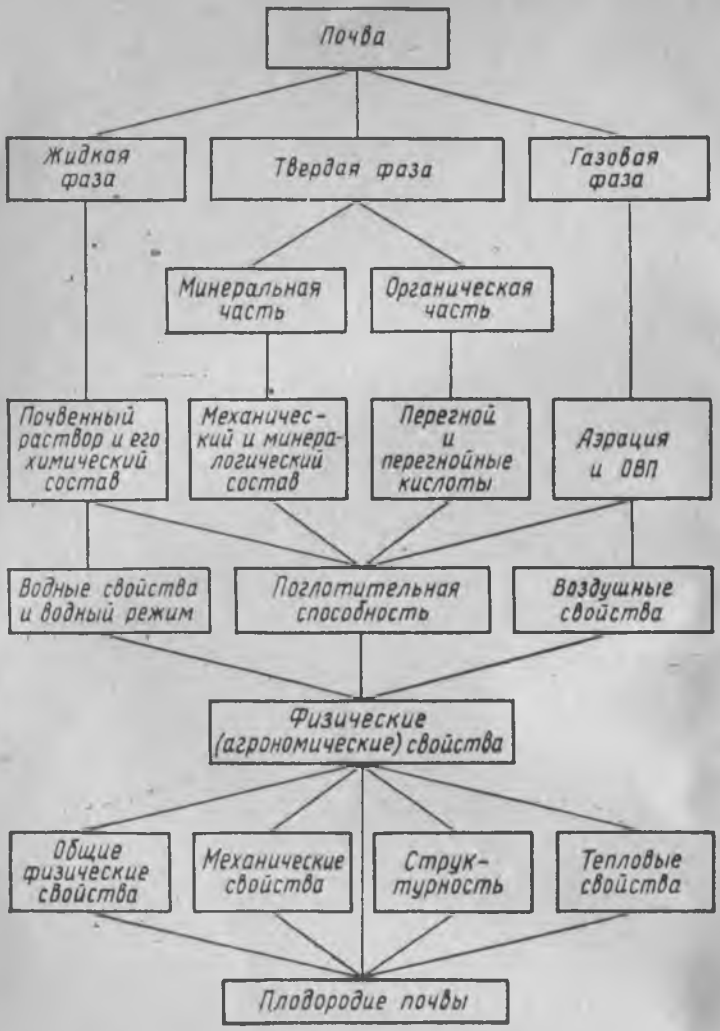


Рис. 1. Состав и свойства почвы

став и свойства — свою «жизнь». Она состоит из трех взаимосвязанных фаз (частей): твердой, жидкой и газообразной (рис. 1). Твердая фаза включает минеральные (из обломков минералов — до 90%) и органические (преобразованные растительные и животные остатки —

до 10%) вещества. Жидкая фаза представлена почвенной влагой с растворенными в ней органическими и минеральными веществами. Газообразная фаза — это почвенный воздух, состоящий из паров воды, кислорода, углекислоты, аммиака и других газов. Последние две фазы заполняют свободные места (поры) между твердыми частицами и агрегатами (структурными комочками) почвы.

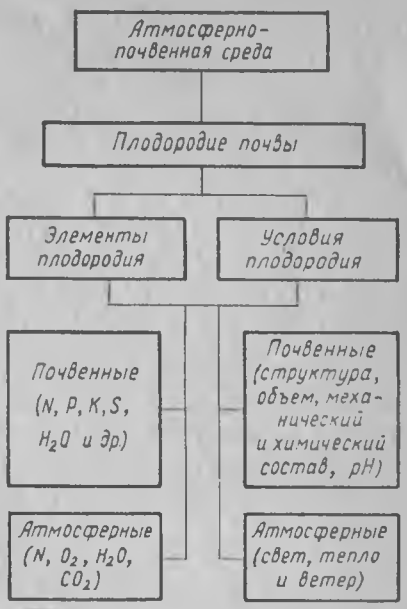


Рис. 2. Условия и элементы плодородия почвы

От взаимосвязи этих фаз зависит химический состав и важнейшие физико-химические свойства почвы (поглотительная способность, структура, водные, воздушные и другие свойства), которые определяют основное ее качество — плодородие.

Рост и развитие сельскохозяйственных культур, синтез в растениях органических веществ зависят от особенностей атмосферно-почвенной среды. Следует различать условия и элементы плодородия (рис. 2).

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВЫ

Почва, как всякое природное тело, имеет характерные морфологические признаки. К ним относятся строение почвенного профиля, окраска, структура, сложение, влажность, механический состав, новообразования и включения.

Строение почвы — есть результат постепенного развития материнской породы под действием протекающих в ней химических и биологических процессов и под влиянием внешней среды.

В процессе почвообразования происходит дифференциация материнской породы на генетические горизонты.

Почвенные горизонты иногда называют слоями, однако их не надо путать с геологическими слоями. Мощность почвенных слоев не превышает 1—2 м, и они не всегда имеют ясно выраженную ровную границу перехода, тогда как мощность слоев геологических пород, в частности осадочных, колеблется в широких пределах, от нескольких сантиметров до нескольких сот метров, и границы между слоями выражены отчетливо (например аллювиальные наносы). Кроме того, почвенные горизонты являются результатом многовекового процесса почвообразования, а слои осадочных пород могут накапливаться за более короткий срок. И наконец, в отличие от слоев осадочных пород все почвенные горизонты между собой тесно связаны, постоянно обмениваются газами, влагой, теплом и растворимыми солями.

У большинства почвенных типов различают три основных генетических горизонта — А, В, С (в аллювиальных почвах горизонты не выделяются: такие почвы состоят из целого ряда слоев, различных по мощности и механическому составу, которые ограничиваются цифровыми обозначениями: 0—3 см, 3—15 см и т. д.).

Горизонты по степени выраженности тех или иных морфологических признаков могут делиться на подгоризонты A_0, A_1, A_2, B_1, B_2 и т. д. (рис. 3).

Горизонт А — гумусовый, или аккумулятивно-перегнойный, верхняя часть почвенного профиля, в которой наиболее сильно выражен почвообразовательный процесс. Здесь происходит, с одной стороны, накопление органических веществ, с другой — вынос (вымывание) различных органо-минеральных веществ в нижние слои (элювиальные горизонты солонцов и солодей). Этот горизонт в той или иной степени бывает окрашен гумусом. Мощность его колеблется от 5—10 см в сероземах до 0,5—1 м в черноземах. Последние по мощности перегнойного горизонта бывают маломощные, среднемощные и мощные. Горизонт А может делиться на подгоризонты A_0, A_1, A_2. Самый верхний подгоризонт почв девственных лесов, степей, заболоченных и влажно-луговых пространств состоит из слаборазложившихся растительных остатков («лесная подстилка», «степной войлок», «торфянистая подстилка»).

Горизонт В — переходный, вмывной, или иллювиальный, промежуточная часть почвенного профиля. По

внешнему виду (строение, цвет и т. д.) он является переходным между горизонтами А и С. Здесь происходит накопление вымытых из горизонта А веществ (различных минеральных солей, перегнойных веществ и т. п.), тут же протекают процессы коагуляции, осаждения почвенных коллоидов, уплотнения, цементации, реакции переосаждения и пр.

Горизонт С — материнская или почвообразующая порода, на которой сформировалась данная почва. Сама материнская порода мало изменена почвообразовательным процессом. Она залегает на различных глубинах в зависимости от степени выраженности почвообразовательного процесса и мощности почвенных горизонтов.

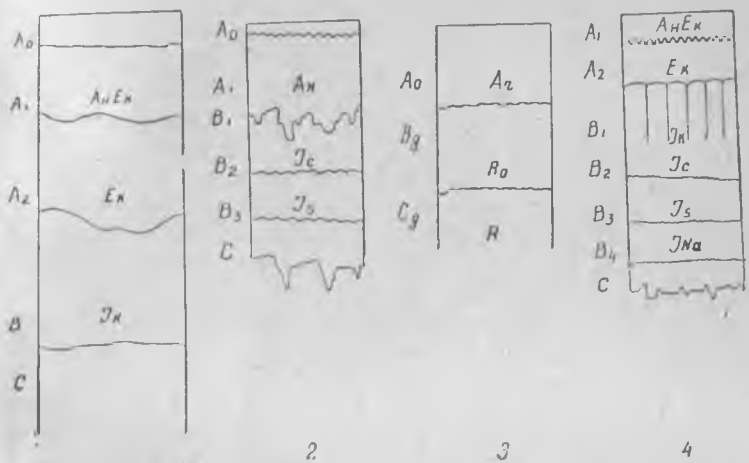


Рис. 3. Основные типы строения почвенного профиля:

1 — дерново-подзолистых почв; *2* — черноземных почв; *3* — солонцов; *4* — болотных почв.

1. Горизонты: A_0 — подстилка или дернина; A_1 — перегнойно-элювиальный, A_2 — элювиальный; B — иллювиальный; C — материнская порода; подгоризонты; $A_н$ — аккумуляция перегнойных веществ; $E_к$ — вымывание коллоидов; $I_к$ — вмывание коллоидов.

2. Горизонты: A_0 — степной войлок; A_1 — перегнойно-элювиальный; B_1B_2 — иллювиальный карбонатный, B_3 — иллювиальный гипсовый; C — материнская порода; подгоризонты: I_c — вмывание карбонатов; I_s — вмывание сульфатов.

3. Горизонты: A_0 — торфяной; $B_д$ — охристо-глеевый; $C_д$ — глеевый; подгоризонты: $A_г$ — накопление торфа; R_0 — окисление; R — восстановление (редукция).

4. Горизонты: A_1 — перегнойно-элювиальный; A_2 — элювиальный; B_1 — иллювиальный (столбчатый); B_2 — иллювиальный карбонатный; B_3 — иллювиальный гипсовый, B_4 — иллювиальный; подгоризонты: I_{Na} — легко растворимые соли; C — материнская порода.

Выделяют еще подстилающую породу Д (галечник, кристаллическая порода).

Горизонты, где выражены процессы оглеения, или восстановления (зеленовато-сизый тон окраски заболоченных почв), и окарбоначивания, соответственно обозначаются индексами $C_д$, R, $I_к$ и т. д.

Переход одного горизонта в другой не всегда бывает ровным и ясным. Иногда один горизонт внедряется в другой, нижележащий, в виде гумусовых и других «затеков», «языков» и «карманов». Тогда стараются установить среднюю мощность. Характер перехода от одного горизонта к другому бывает резким, когда смена почвенной окраски происходит в пределах 3 см, ясным — в пределах 5 см, постепенным — более 5 см, а затем — незаметным. Например, для дерново-подзолистых, луговых почв, солонцов характерна резкая дифференциация почвенной толщи на генетические горизонты. Переход между горизонтами можно установить также по плотности, механическому составу, структуре и прочим отличительным признакам. В сероземах же один горизонт переходит в другой почти незаметно. У обыкновенных черноземов смена горизонтов происходит постепенно, а карбонатные отличаются языковатым переходом.

Цвет, или природная окраска, является одним из отличительных морфологических признаков почв. По этому признаку и даны названия основных типов: подзолы, красноземы, черноземы, каштановые, буроземы и сероземы. Цвет является также проявлением и следствием почвообразовательного процесса, зависит от состава почвы и влияет на ее свойства. Окраска перегнойного горизонта почвы определяется в основном интенсивностью почвообразовательного процесса, количеством темного органического вещества, первоначальной окраской материнской породы, а также влажностью почвы и степенью освещенности профиля при определении цвета почвы. На окраску оказывают также влияние механический и минералогический состав почвы, содержание тех или иных химических минеральных соединений.

Выделяют три главных цвета почв: черный (от присутствия перегноя), красный (от содержания окиси железа) и белый (от содержания кремнезема, извести, каолина и гидрата алюминия). При различных сочетаниях этих элементов образуется ряд переходных и про-

межуточных цветов. Исключением являются почвы фиолетовой окраски (от присутствия соединений марганца), сизовато-зеленоватого и синего тона (от присутствия закиси железа — вивианита).

В распознавании цвета почвы помогает шкала А. С. Бондарцева (1954), где даются русские и латинские названия, соответствующие индексы и 105 цветов и оттенков почв применительно к биологическим исследованиям. Приведем основные цвета и оттенки наиболее распространенных почв.

1. Основной цвет — черный (чернозем и каштановые почвы), оттенки — интенсивно-черный, серовато-черный, серо-черный, буровато-черный, буро-черный, каштановый.

2. Основной цвет — серый (серые лесостепные и болотные почвы), оттенки — буро-серый, темно-серый, пепельно-серый, светло-серый, белесо-серый, зеленовато-серый, голубовато-серый (сизый).

3. Основной цвет — белый (серозем), оттенки — мелово-белый, желтовато-белый, палево-белый, розовато-белый, зеленовато-белый.

4. Основной цвет — желтый (серозем, желтозем), оттенки — буровато-желтый, охристо-желтый, зеленовато-желтый, палево-желтый.

5. Основной цвет — бурый (каштановые и бурые почвы), оттенки — черно-бурый, серо-бурый, темно-бурый, светло-бурый, палево-бурый, желто-бурый, красно-бурый, зеленовато-бурый.

6. Основной цвет — красный (краснозем), оттенки — малиново-красный, ржаво-красный, буровато-красный.

В полевых условиях при определении цвета почвы пользуются стандартной цветовой шкалой Н. М. Сибирцева или же сравнивают цвет почв с искусственно приготовленными «землистыми» красками С. И. Тюремнева (смешанные в определенных соотношениях желтая охра, красная мумия, сажа и мел). Почвоведы обычно определяют цвет почвы без вспомогательного материала в рамках приведенного перечня и делают «мазки» почвой в полевом журнале.

Структура почвы — это ее способность в естественном сложении образовывать агрегаты различной формы и величины, а при нарушении сложения — распадаться на структурные отдельности или комочки. Каждый струк-

турный агрегат состоит из пылевато-иловатых и коллоидных органо-минеральных частиц, скоагулированных каким-либо металлическим катионом. Структурообразование — это сложный биохимический и физико-химический процесс. Важную роль в этом процессе играют корневая система растений, деятельность дождевых червей и способ обработки почвы. Структура почвы является одним из условий ее плодородия, она определяет водные, воздушные, тепловые свойства и пищевой режим.

Для каждого типа почв характерна определенная структура (табл. 1): для черноземов и почв лесостепной зоны — кубовидная (отдельности равномерно развиты по трем взаимно перпендикулярным осям); для почв сухих степей и солонцов — столбчатая и призмовидная (отдельности более развиты по вертикальной оси); для горизонтов В подзолистых почв и горизонтов А солонцов — плитовидная (отдельности более развиты по двум горизонтальным осям и укорочены по вертикальной оси). В большинстве случаев встречаются почвы смешанной структуры: комковато-зернистая, комковато-плитовидная и др.

Различают микроагрегаты (диаметром меньше 0,5 мм) и макроагрегаты (более 0,5 мм). Структура бывает водопрочная (агрономически ценная) с размером агрегатов от 1 до 10 мм (коллоиды необратимо скоагулированы катионом кальция) и неводопрочная различной формы и величины, в образовании которой участвуют другие катионы.

Сложение почвы выражает степень рыхлости, плотности (связности) и порозности. («Порозность» — термин К. Д. Глинки. Его синонимами являются пористость, общая скважность). Оно влияет на водно-воздушные свойства почвы (влагоемкость, водопроницаемость и аэрацию) и бывает естественным, присущим почвам в природном залегании, и искусственным — видоизмененным воздействием человека (обработкой). Сложение почвы определяется структурностью, механическим составом, соотношением органической и минеральной частей, деятельностью роющих животных, пористостью и трещиноватостью. Различаются почвы следующего сложения:

1) Весьма плотное (слитное, цементированное). Характерно для иллювиальных горизонтов солонцов и под-

Таблица 1

Классификация структуры почв

Род	Вид	Размер
I тип — кубовидная		
Глыбистая (неправильная форма и неровная поверхность)	Крупноглыбистая	>10 см
	Мелкоглыбистая	10—5 см
Комковатая (неправильная округлая форма, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены)	Крупнокомковатая	10—3 мм
	Комковатая	3—1 мм
	Мелкокомковатая	1—0,25 мм
	Пылеватая	<0,25 мм
Ореховатая (более или менее правильная форма, грани хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые)	Крупноореховатая	>10 мм
	Ореховатая	10—7 мм
	Мелкоореховатая	7—5 мм
Зернистая (более или менее правильная форма, иногда округлая, с выраженными гранями, то шероховатыми, матовыми, то гладкими и блестящими)	Крупнозернистая (гороховатая)	5—3 мм
	Зернистая (крупитчатая)	3—1 мм
	Мелкозернистая (порошистая)	1—0,5 мм
II тип — призмовидная		
Столбовидная (отдельности слабо оформлены, с неровными гранями и округленными ребрами)	Крупностолбовидная	>5 см
	Столбовидная	3—5 см
	Мелкостолбовидная	<3 см
Столбчатая (правильной формы с довольно хорошо выраженными гладкими боковыми и вертикальными гранями, с округлым верхним основанием («головкой») и плоским нижним	Крупностолбчатая	5—3 см
	Мелкостолбчатая	<3 см
Призматическая (грани хорошо выражены, с ровной глянцеватой поверхностью, с острыми ребрами)	Крупнопризматическая	5—3 см
	Призматическая	3—1 см
	Мелкопризматическая	1—0,5 см
	Тонкопризматическая	<0,5 см
	Карандашная (при длине отдельностей > 5 см)	<1 см

Род	Вид	Размер
III тип — плитовидная		
Плитчатая, слоеватая (с более или менее развитыми горизонтальными плоскостями спайности)	Сланцеватая	>5 мм
	Плитчатая	5—3 мм
	Пластинчатая	3—1 мм
	Листовая	<1 мм
Чешуйчатая (со сравнительно небольшими, отчасти изогнутыми горизонтальными плоскостями спайности и часто острыми гранями (отдаленное сходство с чешуей рыбы)	Скорлуповатая	>3 мм
	Грубочешуйчатая	3—1 мм
	Мелкочешуйчатая	<1 мм

золов, а также мергелисто-карбонатных слоев. Почва водо- и воздухонепроницаема, механический состав чаще тяжелый, глинисто-иловатый. Почва долбится ломом. Агрономически такое сложение является неблагоприятным.

2). Плотное. Характерно для подпахотных, слабосолонцеватых и карбонатных горизонтов почв тяжелосуглинистого механического состава. Лопата частично входит в сухую почву при большом усилии. При соответствующей агротехнике такую плотность можно устранить.

3) Уплотненное. Наблюдается чаще всего на всех почвах в иллювиальном горизонте. Лопата входит в почву при незначительном усилии.

4) Рыхлое. Наблюдается в верхнем гумусовом (пахотном) горизонте окультуренных и зональных почв. Рыхлость создается за счет органического вещества, хорошо выраженной комковато-зернистой и пористо-пылеватой структуры. Такое сложение бывает и глубже перегнойного горизонта при легком механическом составе, обилии органического вещества в почве и усиленной деятельности роющих животных.

4) Рассыпчатое. Присуще бессвязным супесям и пескам.

5) Пухлое сложение, когда «тонет» нога (пухлый солончак, высокоокультуренные огородные почвы). Получается в результате тщательного рыхления почвенной массы.

Почва всегда пронизана порами и трещинами различной формы и величины. Поры в структурных почвах бывают внутриагрегатные и межагрегатные. Они имеются также между почвенными частицами при раздельночастичном состоянии почвы. Пористость не разрывает целостности почвы.

Внутриагрегатные поры и поры между пылевато-иловатыми частицами почвы являются волосяными (капиллярными). Они невидимы простым глазом.

Межагрегатные полости лёссовых отложений видимы простым глазом и имеют диаметр 1—3 мм. Поры более крупного диаметра (3—10 мм) по форме полостей делятся на губчатые, ноздреватые, ячеистые и трубчатые.

Сквозные полости, нарушающие целостность сложения почвы, называют трещинами. Они образуются при механических деформациях грунта под воздействием высоких и низких температур, реже — при разрывах земной коры. Трещиноватость чаще всего наблюдается на тяжелых солонцеватых почвах. Ширина трещин — 3—10 мм.

Механический состав почвы. Количественное содержание в почве минеральных частиц (и органических) различного размера и их соотношение создает тот или иной механический (фракционный) состав почвы.

Минеральные частицы — это обломки горных пород и минералов (полевые шпаты, кварц, слюда) или новообразования, получившиеся в результате реакций окисления, обменного замещения, восстановления (вторичные минералы — каолинит, монтмориллонит). Органические частицы — это измельченные растения и тела животных, коллоидальные сгустки молекул.

По механическому составу почвы делятся на песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые. Определение механического состава производится полевым и лабораторным методами.

Влажность почвы. Степень увлажнения различных почв зависит от атмосферных осадков и от уровня залегания грунтово-почвенных вод. В орошаемых районах влажность почвы определяется также количеством и интенсивностью поливов. Влажность почвы рекомендуется определять на месте, в поле, только тогда по ней можно судить о водном режиме. Почва считается мокрой, когда из нее сочится вода; сырой, если она увлажняет

Таблица 2

Состав новообразований

Химический состав	Форма и цвет новообразований				
	налеты, выцветы	примазки, потеки, корочки	прожилки, трубочки	конкреции, стяжения	прослойки
Легко растворимые соли (хлориды, сульфаты)	Светлые и белесоватые	Светлые примазки и корочки	Белые псевдомицелии глауберовой соли	Белые крапинки	
Гипс	Светлые: „гипсовое полотенце“	Белые примазки, корочки, бородки гипса	Белые псевдомицелии гипса	Кристаллы-двойники, „земляные сердца», «ласточкины хвосты»	
Углекислый кальций	«Сединка», плесень, дендриты	Светлые примазки, пятна, корочки, бородки	Псевдомицелии, трубочки	Белоглазка, журавчики, дутики, погремки	Прослои луговой извести, уплотненные горизонты
Гидраты окисей железа, марганца и железистые соли фосфорной кислоты	Охристые выцветы и пленки	Ржавые, охристые пятна, примазки, потеки, языки, разводы. Черные пятнышки окиси марганца	Ржавые и бурые прожилки, трубочки	Темно-бурые рудяковые зерна, бобовинки, глазки	Прослойки ортштейна и бобовой руды, ортзанды, жерсты, железняк, рудяк
Соединения закиси железа	Сизоватые	Голубоватые пятна, языки, разводы		Белые, синеватые и буреющие на воздухе скопления соединений закиси железа	

Кремнезем	Мучнистая присыпка	Белые и белесые пятна, языки	Белесоватые прожилки	Бурые зерна ортштейна	Сильно оподзоленный подгоризонт(A_2)
Гумусовые новообразования		Бурые, глянцеватые пятна; темно-бурые потеки, языки и тонкие корочки	Бурые и черные прожилки и трубочки на поверхности структурных элементов		Прослои перегнойного ортзанда и ортштейна

руку и прилипает к коже; влажной, когда почву можно сжать в комок, поверхность его блестит, он быстро промачивает бумагу; свежей, если она слегка холодит руку, не распыляется, бумагу не промачивает; сухой, если она распыляется.

По характеру увлажнения даже в полевых условиях можно определить примерное количество воды в почве. Однако этот метод ориентировочный. Более точные методы излагаются дальше.

Влажность является критерием «спелости» почвы, то есть ее готовности к обработке. Если сдавленный комок, брошенный с метровой высоты, рассыпается на мелкие комочки (агрегаты), значит почва поспела.

Новообразования и включения. Новообразованиями принято называть более или менее хорошо оформленные скопления различных веществ, появившихся в результате почвообразовательного процесса. По внешнему виду различают выцветы и налеты, корочки, потеки, лжемицелии, прожилки и трубочки, конкреции, стяжения и прослойки.

Новообразования могут быть представлены различными соединениями: легкорастворимыми солями (пятна, прослойки, кристаллы),

Генетические типы почв	Водный режим	Термический режим		Основные процессы, определяющие выделение генетических типов почв
		средняя температура июля в горизонте А, °С	температура изотермального слоя, °С	
Черноземы	Непромывной, с глубоким промачиванием во влажные годы	+16 +24	0 +12	Накопление гуматного насыщенного кальцием гумуса в мощном корнеобитаемом слое. Миграция карбонатов в почвенном профиле на фоне их постепенного выноса с образованием иллювиально-карбонатного горизонта. Вынос солей и образование глубоких иллювиально-солевых горизонтов. Мощность профиля 150—300 см
Каштановые почвы	Непромывной	+20 +26	+ 2 +12	Накопление гуматного и фульватно-гуматного насыщенного кальцием гумуса. Миграция карбонатов в профиле. Образование иллювиально-карбонатных и солевых горизонтов. Мощность профиля 100—200 см
Сероземы	Непромывной, со слабым зимним промачиванием	+24 +33 и более	+12 +18	Слабое накопление гуматно-фульватного насыщенного кальцием гумуса. Слабое внутрипочвенное оглинивание. Миграция карбонатов с образованием восходящих токов, с накоплением по всему профилю. В нижней части профиля легкорастворимые соли. Мощность профиля около 200 см

Таблица 3

основных генетических типов почв

Главные генетические горизонты	Процессы и явления, по которым выделяются подтипы	Явления и свойства, по которым выделяются роды
А—гумусовый с преобладанием гуматов кальция; B_1—переходный гумусированный; B_2—иллювиально-карбонатный; С—карбонатный	Общее гумусонакопление, наличие оподзоленности, выщелоченности, характер миграции карбонатов в профиле и формы их выделения, глубина зимнего охлаждения и летнего прогревания	Положение карбонатного горизонта в зависимости от состава пород, наличие солонцеватого, осолоделого, слитного, карбонатного, глеевого горизонтов и т. д.
А—гумусовый с преобладанием гуматов кальция; B_1—переходный; B_2—иллювиально-карбонатно-солевой; С—карбонатно-солевой	Общее гумусонакопление (темно-, светло-каштановые), формы миграции и выделения карбонатов, степень выноса солей, глубина зимнего охлаждения и летнего прогревания	То же
А—слабогумусированный фульфатно-карбонатный; В—переходный, слабо оглиненный, карбонатный; С—карбонатный, (возможны соли)	Степень поверхностного гумусонакопления (светлые типичные, темные), интенсивность карбонатных миграций в почвенном профиле (много-, малокарбонатные), выраженность внутрипочвенного оглинивания	Наличие древнезасоленного горизонта, солонцеватого горизонта, галечниковых прослоев и т. д.

карбонатами кальция (псевдомицелий, плесень, белоглазка, желваки, конкреции), окисью железа (ржавые пятна, рудяковые зерна), закисью железа (синевато-зеленоватые пятна, прослойки, примазки), гипсом (кристаллы, пятна) и кремнеземом (присыпка). Карбонатные новообразования под действием соляной кислоты «вскипают» — углекислые соли, разрушаясь, выделяют CO_2.

Новообразования биологического происхождения — это капролиты червей, структурные комочки муравьев, кротовины, черворины.

Включениями называют различные тела, происхождение которых не связано с почвообразованием (черепки, кости, железные предметы и археологические находки).

Пронизанность корнями растений. Корневая система растений оказывает влияние на содержание гумуса, образование структуры, перемещение питательных (минеральных) веществ и влаги из нижних слоев в верхние. Различают пять степеней пронизанности почвы корнями: первая, когда в почве встречаются редкие корешки (10—20%); вторая, когда почва слабо пронизана корнями (25—30%); третья — средняя пронизанность (30—50%); четвертая — сильная пронизанность (до 75%). Если в почве более 75% корней, она считается задерненной.

Следы деятельности животных. При характеристике культурного состояния поверхности сельскохозяйственных угодий и при послойном изучении разреза почвы следует учитывать следы деятельности почвенных червей, насекомых, простейших. Почвенная фауна делится на три группы: микрофауна (нематоды), мезафауна (мириаподы, многоножки, арахниды — паукообразные — размером до 1 см) и макрофауна (муравьи, моллюски, черви). Нужно учитывать также роль позвоночных — роющих животных (слепни, суслики, сурки, хомяки, кроты и мыши). Все они в почве проводят большую созидательную работу: участвуют в образовании структуры, разрыхляют почву и улучшают аэрацию; при вымирании их тела пополняют запас органических и минеральных веществ почвы. Но в то же время животные и разрушают почву, перемешивая почвенные слои, способствуют пятнистому засолению почвы, создают неровности (микрорельеф) пашни, повреждают культурные растения.

Рис. 4. Схема почвенно-географических зон, подзон и высотных поясов Казахской ССР:

1 — подзона выщелоченных черноземов и лугово-черноземных почв, умеренно-влажная южная лесостепь; *2* — подзона обыкновенных черноземов, умеренно-засушливая степь; *3* — подзона южных черноземов, засушливая степь; *4* — подзона темно-каштановых почв, умеренно-сухая степь; *5* — подзона каштановых почв, сухая степь; *6* — подзона светло-каштановых почв, очень сухая полупустыня; *7* — подзона бурых почв, крайне сухая полынно-солянковая пустыня; *8* — подзона серо-бурых, такырных почв и солончаков, солянковая пустыня; *9* — подгорно-предгорный пустынно-степной пояс с сероземами и светло-каштановыми почвами; *10* — низкогорный пояс с темно-каштановыми почвами и черноземами; *11* — среднегорный лесостепной, лугово-лесной и высокогорный луговой и лугово-степной пояс; *12* — песчаные массивы (Схема Института почвоведения АН КазССР)

Таблица 4

Рельеф и породы Казахстана

Геоморфологические области	Абсолютная высота, м над ур. м	Рельеф	Горные и почвообразующие породы
Прикаспийская низменность	От +58 до −29	Наклонно-низменный	Четвертичные аллювиально-морские засоленные отложения
Западно-Сибирская низменность (юг)	100—200	Наклонно-низменный	Четвертичные желто-бурые тяжелые суглинки, подстилаемые третичными соленосными глинами
Туранская низменность	50—150 (−80)	Вогнуто-низменный	Меловые и третичные отложения перекрыты четвертичным аллювием
Прибалхашская впадина	300—400	То же	Третичные и четвертичные озерно-аллювиальные отложения
Бетпак-Дала	300—350	Высокоравнинный (плато)	Третичные глины, песчаники, пески, сланцы и палеозойские изверженные породы
Устюрт	200—300	То же	Третичные известняки и песчаники, подстилаемые глинами
Тургайское плато	200—400 (100)	Высокоравнинный (плато)	Третичные песчаники и глины и четвертичный аллювий
Мугоджары	450—500 (656)	Низкогорный	Палеозойские изверженные сланцы, меловые отложения, их аллювио-делювий
Казахский мелкосопочник	500—600 (1000—1500)	Мелкосопочный волнистый	Элювио-делювий гранитов, порфиритов, кварцитов палеозоя, третичные и меловые отложения
Южный Алтай	2500—3500 (4620)	Высокогорный изрезанный	Граниты, сланцы, песчаники, туфы и осадочные (элювий-делювий, пролювий)
Джунгарский Алатау	3500—4500	То же	Гнейсы, сланцы, кварциты, мрамор, известняки, гранит и осадочные, в предгорьях — лёсс, делювий, пролювий

Северный Тянь-Шань (Заилийский Алатау)	3000—5017*	Высокогорный изрезанный	Граниты, порфириты, туфы, песчаники; элювий-делювий и пролювий, в предгорьях — лёсс
Западный Тянь-Шань (Киргизский Алатау)	2500—4500**	То же	Сланцы, песчаники, известняки, интрузии и осадочные: элювий, делювий, пролювий, лёсс

* Талгарский пик
** Пик Семенова

Каждый тип почвы имеет свой генезис, режим (табл. 3), строение профиля и свои основные морфологические признаки, отличающие его от других типов.

ПОЧВЫ КАЗАХСТАНА

Земельные ресурсы Казахстана очень велики. Это вторая по величине (после РСФСР) республика Советского Союза с площадью 2715 тыс. км². Земли республики простираются от низовьев Волги и берегов Каспийского моря на западе до Алтайских гор и Джунгарского Алатау на востоке, от Западно-Сибирской низменности и отрогов Уральских гор на севере до хребтов Тянь-Шаня и пустыни Кызылкум на юге (рис. 4).

Обширность территории предопределила разнообразие природных условий: различия в рельефе и строении слагающих пород (табл. 4), особенности климата и почвенно-растительного покрова (табл. 5).

По данным Института почвоведения АН КазССР, площади пахотнопригодных земель, не требующих коренного улучшения, в республике составляют 39 млн. га, из них 6,9 млн. га в лесостепи и в умеренно-засушливой степи; 18,2 млн. га в засушливой и умеренно-сухой степи (черноземы); 7,2 млн. га в сухой степи (каштановые почвы); 2,2 млн. га в полупустыне (из них 1 млн. га используется без полива). В подзо-

Продолжение таблицы 5

Подзоны и высотные пояса	Типы и подтипы почв	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Содержание гумуса в горизонте А, %	Состав гумуса		Преобладающая естественная растительность
				C : N	отношение С гуминовой кислоты к С фульвокислоты	
Зоны и подзоны равнинной территории. Лесостепная и степная зона черноземных почв (25,7 млн. га, 9,4% территории КазССР, 9,7% площади соответствующей зоны СССР)						
1. Подзона серых лесных почв и выщелоченных черноземов—умеренно-влажная южная лесостепь	Серые лесные осолоделые	30—60	5—7	12		Березовые и осиново-березовые леса
	Черноземы выщелоченные	50—70	6—9	9—11	1,5—2,0	Злаково-разнотравная
	Лугово-черноземные	60—70	8—12			Богатая разнотравно-луговая
2. Подзона обыкновенных черноземов — умеренно-засушливая степь	Черноземы обыкновенные	55—65	7—8	8,5—11,5	1,3	Богатая разнотравно-красноковыльная с редкими лесными колками
3. Подзона южных черноземов — засушливая степь	Черноземы южные	40—55	5—6	9—11	1,1	Разнотравно-красноковыльная с очень редкими лесными колками

Сухо-степная и пустынно-степная зона каштановых почв (90,4 млн га, 33,2% территории КазССР, 70% площади соответствующей зоны СССР)

4. Подзона темно-каштановых почв — умеренно-сухая степь	Темно-каштановые	35—45	4,0—4,5	10—12	1,0	Разнотравно - типчаково-ковыльная
5. Подзона каштановых почв — сухая степь	Каштановые	30—40	3,0—3,5	9		Ксерофитно - разнотравная типчаково-ковыльная
6. Подзона светло-каштановых почв — очень сухая и пустынная степь (полупустыни)	Светло-каштановые	25—30	2,0—3,0	8,5—9,0	0,9	Полынно-типчаковая с редким ковылем

Пустынная зона бурых и серо-бурых почв (119,3 млн. га, 43,8% территории КазССР, 54,2% площади соответствующей зоны по СССР)

7. Подзона бурых почв — северная пустыня	Бурые	20—25	1,5	6—8	0,8	Солянково-полынная
8. Подзона серо-бурых почв — средняя пустыня	Серо-бурые	10—15	0,7—1,0	6	0,5	Полынно-солянковая, солянковая
	Такыровидные	10—20	1,0—1,2	6,5—7	0,6	

Высотные пояса горных областей (36,9 млн. га, 13,5% территории республики. Площадь горных поясов без пустынно-степного пояса составляет 20,1 млн. га, или 28,3% от площади южных горных областей СССР)

9. Подгорно-предгорный пустынно-степной пояс	Сероземы светлые	18—20	1,0—1,5	6—8	0,5—0,6	Эфемерно-полынная и злаково-полынно-эфемеровая и полынно-злаковая
	Сероземы обыкновенные	25—30	1,5—2,0	7—9	0,7—0,8	

Продолжение таблицы 5

Подзоны и высотные пояса	Типы и подтипы почв	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Содержание гумуса в горизонте А, %	Состав гумуса		Преобладающая естественная растительность
				C : N	отношение С гуминовой кислоты к С фульвокислоты	
	Сероземы темные	60—70	2,5— 3,5	9—10	0,9—1,3	
	Светло-каштановые	30—40	2,0— 3,0	7—9	0,9—1,0	
	Карбонатные					
10. Низкогорный степной пояс	Предгорные:					Богатая разнотравно-злаковая
	темно-каштановые	40—45	4,0— 6,0	8—9	1,1	
	черноземы среднемощные	50—70	7,0— 8,0	8,5—9	1,2	
11. Среднегорный, лесостепной и луговостепной пояс	Горные:					Злаково-разнотравная и кустарниковая, сухие арчевые леса, лиственные леса с травянистым покровом, еловые леса с мелко-травянистым покровом
	черноземы выщелоченные	85—100	10,0—13,0	8—10	1,2—1,4	
	коричневые	60—100	6,0— 9,0	9—11	0,8—1,0	
	серые лесные	70—80	15,0—17,0	11—12	0,9	
	темноцветные лесные	35—50	8,0—12,0	11	0,7—0,9	
12. Высокогорный, луговой и лугово-степной пояс	Высокогорные:					Высокотравные субальпийские и низкотравные альпийские луга; разнотравно-злаковая лугово-степная
	луговые субальпийские	55—65	12,0—18,0	11—12	0,8—1,0	
	альпийские	35—55	11,0—14,0	9—14	0,8—0,9	
	лугово-степные	30—50	13,0—15,0	8—13	—	

не средней пустыни (серо-бурые почвы) расположены 500 тыс. га (луговые и лугово-болотные почвы); в предгорном поясе под пашни используются около 3 млн. га, в том числе орошается 1 млн. га (сероземы, светло-каштановые и луговые почвы). В низкогорном поясе на горных темно-каштановых почвах и горных черноземах развито богарное земледелие. Под эти пашни освоено 2 млн. га пахотнопригодных земель. В среднегорном поясе с выщелоченными и оподзоленными черноземами и серыми лесными почвами пахотнопригодные земли составляют 300 тыс. га.

Огромны возможности развития орошаемого земледелия в Казахстане. Но условия орошения весьма различны.

В пустынной и полупустынной зонах Казахстана выделены три основные провинции соленакопления (Боровский). В каждой из них разные условия для развития орошения.

I. Провинция сульфатно-хлоридного соленакопления (Прикаспийская низменность) представляет собой низменность, сложенную из мощной толщи молодых морских и аллювиально-дельтовых отложений в пределах Уральской и Гурьевской областей. В провинции насчитывается 708 тыс. га земель, потенциально пригодных для регулярного орошения, из них 372 тыс. га светло-каштановых, 336 тыс. га аллювиально-луговых и 200 тыс. га молодых приморских солончаковых почв, пригодных под овоще-бахчевые культуры и рис (Тазабеков, 1958, 1960, 1961).

II. Провинция хлоридно-сульфатного засоления (Приаралье). Фонд земель, пригодных для орошения, находится в бассейне Сыр-Дарьи — 7060 тыс. га, Чу, Таласа и других— 500 тыс. га.

III. Провинция сульфатно-содового засоления (Южное Прибалхашье — Акдала). Общая площадь пригодных для орошения аллювиально-луговых почв в дельте р. Или — 1300 тыс. га, в том числе без сложных мелиораций — 500 тыс. га (Литвинова, 1960). Характеристика почв этих провинций дается при описании почв южных областей республики.

Ниже приведена морфологическая и физико-химическая характеристика почв по административным областям Казахстана.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЧВ ПО АДМИНИСТРАТИВНЫМ ОБЛАСТЯМ

Актюбинская область размещена на площади 30,1 млн. га. В направлении с севера на юг выделяются три почвенные зоны: черноземов, каштановых и бурых почв. Каждая зона, в свою очередь, делится на подзоны (табл. 6).

Подзона южных черноземов (817 тыс. га), развитых под разнотравно-типчаково-ковыльной растительностью, расположена па территории трех северных районов: Мартукского, Ленинского и Новороссийского.

Теплый период (с температурой выше 10°) с суммой положительных температур 2600° в этой подзоне длится 145 дней. Среднегодовая температура составляет 3°. Осадков выпадает 300—350 мм в год.

Южные черноземы подразделяются на нормальные (зональные автоморфные или типично незасоленные, вскипающие в нижней части гумусового горизонта), фосфоритные с высоким содержанием валового (до 2,6%) и подвижного (до 4800 мг/кг) фосфора, карбонатные, остаточно-карбонатные, солонцеватые (поглощенный натрий от суммы оснований составляет 5—20%, магний — 30—35%).

Чернозем южный нормальный отличается такими морфологическими признаками: мощность гумусового профиля А+В равна 46—49 см, собственно гумусовый горизонт А мощностью 20—25 см, темно-серого цвета, непрочной комковато-порошистой структуры и рыхлого сложения. Книзу гумусовый слой B_1 приобретает бурый оттенок, комковатую структуру и заметно уплотняется.

Химический состав верхнего слоя: содержание гумуса — 6—4%, общего азота — 0,3—0,2%, отношение углерода к общему азоту (C : N) составляет 9—12. Содержа-

---

* При описании почв областей использованы материалы 13 выпусков «Почвы Казахской ССР» (1960—1970), коллектива авторов Института почвоведения АН КазССР (И. А. Ассинг, В. М. Боровский, Р. Д. Джаппеисов, Ю. Г. Евстифеев, Г. А. Жихарева, М. К. Колходжаев, Н. И. Котин, А. Б. Курмангалиев, А. Г. Новикова, М. А. Орлова, В. В. Редков, М. И. Рубинштейн, С. К. Серпиков, А. А. Соколов, С. И. Соколов, Д. М. Стороженко, К. Ш. Фаизов, Ю. В. Федорин).

Таблица 6

Морфологические признаки и химический состав почв в Актюбинской области

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см			pH	Общее содержание, %				Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
		вскипания	залегания гипса	залегания водорастворимых солей		гумуса	азота	фосфора	калия	
Чернозем южный	31—65	С поверхности	95—150	—	7,0—7,6	6,0—4,5	0,35—0,20	0,2—0,14	—	35,0—25,0
Темно-каштановые карбонатные	45—65	То же	—	150—160	7,6—8,1	4,5—3,5	0,27—0,21	0,230	2,36	26,0—25,0
Каштановые нормальные . .	25—35	30—32	Глубже 150	100—130	7,3—8,2	3,5—2,5	0,16—0,15	—	—	23,0—15,0
Светло-каштановые нормальные	25—35	27—30	100—150	80—100	7,0—7,8	2,0—1,5	0,10—0,09	—	—	14,8—10,0
Бурые нормальные	32—35	32—38	70—80	110—120	7,8—8,0	1,5—1,1	0,08—0,05	—	—	15,0—13,4
Серо-бурые . .	12—30	13—23	40—50	105—115	8,2—8,8	1,1—1,0	0,08—0,07	—	—	13,3—10,0

ние фосфора — 0,20—0,14%. Сумма поглощенных оснований для среднесуглинистых разновидностей почв равна 25—29 мг-экв на 100 г почвы. Плотный остаток не превышает 0,13%, реакция водной вытяжки нейтрально-слабощелочная, pH=6,7—7,8.

Выравненные и однородные участки освоены под земледелие. В подзоне развито зерновое хозяйство с подсобным животноводством.

Подзона темно-каштановых почв занимает 4,0 млн. га. Они развиты под типчаково-ковыльной растительностью с проективным покрытием 60—70%. Бедны разнотравьем. В этой подзоне теплый период с температурой выше 10° длится 150 дней (сумма положительных температур составляет 2700°), среднегодовая температура равна 4°. Осадков выпадает 250—300 мм в год.

Тип каштановых почв подразделяется на роды, аналогичные южным черноземам.

Темно-каштановые карбонатные почвы широко распространены в области, имеют довольно развитый гумусовый профиль А+В мощностью 45—65 см, горизонт А мощностью 18—20 см. Почвы серо-коричневой и темно-каштановой окраски, комковато-зернистой структуры. Горизонт В буровато-коричневый, уплотненный, призмовидно-ореховатой структуры с темными гумусовыми затеками по трещинам. Глубже залегает желто-бурая карбонатная глина. Почва вскипает с поверхности.

Этому подтипу почв присущ следующий химический состав горизонта А: содержание гумуса — 4,5—3,5%, общего азота — 0,27—0,21% (при C : N=9,2—10,9), емкость поглощения — 26—25 мг-экв на 100 г почвы, валовое содержание P_2O_5 — 0,23%, K_2O — 2,36%, Na_2O — 0,96%. Реакция почвы щелочная, pH=8,1.

В подзоне развито земледелие зернового направления. Запасы влаги в метровом слое почвы к началу сева яровой пшеницы составляют 100—120 мм (влагообеспеченность 50% от оптимальной), что позволяет на этих почвах выращивать хорошие урожаи пшеницы.

Подзона каштановых почв (4,0 млн. га) занимает слабоволнистую равнину. Эти почвы развиты под полынно-ковыльно-типчаковой растительностью с проективным покрытием 30—40%. В подзоне теплый период длится

150 дней, среднегодовая температура составляет 5°. Осадков выпадает 220—250 мм в год.

Каштановые нормальные почвы характеризуются гумусовым профилем А+В мощностью 25—35 см. Горизонт А (16—18 см) темно-серого цвета с буроватым оттенком, комковатой структуры. Горизонт В (иллювиальный) сероватый, заметно уплотнен, комковато-глыбистой структуры, вскипает у нижней границы. Выделения карбонатов в виде белоглазки видны, начиная с глубины 50—60 см. Легкорастворимые соли обнаруживаются на глубине 100—130 см.

Химический состав горизонта А: содержание гумуса — 3,5—2,5%, общего азота — 0,16—0,15 (при C : N = =9,1—10,2); сумма поглощенных оснований составляет 23—15 мг-экв на 100 г почвы. Содержание солей не превышает 0,11%, реакция почвы щелочная, pH=7,3—8.

Почвы освоены под зерновые. Запас весенней влаги 80—90 мм. Влагообеспеченность яровой пшеницы равна 40% от оптимальной. Повторяемость засушливых лет и вероятность получения низких урожаев 50%. Высокий урожай возможен при условии накопления и сохранения влаги в почве в зимне-весенний период.

В подзоне светло-каштановых почв (7,0 млн. га), развитых под типчаково-ковыльно-полынной растительностью, теплый период длится 160 дней; сумма абсолютных температур составляет 3000°; среднегодовая температура воздуха равна 6°. Осадков выпадает 170—200 мм в год.

Светло-каштановые нормальные почвы имеют гумусовый профиль мощностью 25—35 см, коричневато-серого цвета непрочной комковатой структуры, слоеватого сложения. Горизонт В серовато-коричневого цвета с буроватым оттенком, уплотненный. Выделения карбонатов наблюдаются начиная с глубины 40—50 см и легкорастворимых солей — с 80—100 см.

Химический состав горизонта А: содержание гумуса — 2,0—1,5%, общий азот достигает 0,1% (при C : N = =9,7—10); емкость поглощения составляет 14,2—10,0 мг-экв; сумма водорастворимых солей не превышает 0,1%; реакция почвы нейтрально-слабощелочная, pH=7,8.

Для земледелия пригодны только 150 тыс. га, остальные используются как пастбища.

В подзоне бурых почв (12,5 млн. га), развитых п солянково-полынной растительностью (с редкими эф мерами), теплый период продолжается 165 дней, сум абсолютных температур составляет 3200°, среднегодов температура составляет 7°. Осадков выпадает 100 150 мм в год.

Бурые нормальные почвы с мощностью г мусового профиля А+В, равной 32—35 см, имеют бур вато-серый горизонт А, комковато-пороховатой структ ры с содержанием гумуса около 1,5%, общего азота 0,05% (при С : N=8,6); сумма поглощенных основани достигает 15 мг-экв. Горизонт В буроватый, уплотне ный, вскипает, pH=8,0.

Почвы используются как малопродуктивные пастб ща. Земледелие развито очагами и только на поливны землях.

В подзоне серо-бурых почв (1,82 тыс. га), развиты под полынно-солянковой растительностью, теплый пери од длится 170 дней, сумма абсолютных температур со ставляет 3400°, среднегодовая температура 8°. Осадко выпадает 80—100 мм в год.

Серо-бурые почвы сверху покрыты слоисто пористой корочкой толщиной 4—5 см, чешуйчатой пр изломе; под ней располагается буро-серый гумусовы горизонт А мощностью 15—12 см, комковато-порохова той структуры, слабоуплотненный с содержанием окол 1% гумуса, 0,08—0,07 общего азота (при С : N, равном 6—7), емкость поглощения достигает 13 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвы щелочная, pH=8,8. В иллювиаль ном горизонте много карбонатов. Глубже 40—50 см встречаются скопления гипса (20—30%).

Почвы используются как летние пастбища.

Алма-Атинская область занимает около 11 млн. га и простирается начиная от пустынь Прибалхашья и кончая высокими снежными вершинами хребтов Северного Тянь-Шаня. Здесь, как нигде в Советском Союзе, ясно выражена вертикальная зональность климата, растительности и почв (рис. 5). Уточненная схема вертикальной зональности на северном склоне Заилийского Алатау такова. Высокогорная снеговая зона (свыше 3800 м).

Высокогорно-луговая зона (2600—3800 м) с субальпийскими и альпийскими лугами и горно-луговыми почвами, используемыми под летние пастбища (джайлау).

Среднегорная лугово-лесная зона (1800—2600 м) покрыта смешанными и хвойными лесами. Под ними — серые оподзоленные, темноцветные глубокооподзоленные горно-лесные (табл. 7) и черноземовидные горно-луговые почвы. Это зона лесного хозяйства, а горные луга используются под летние пастбища.

Лугово-лесостепной зоне (1200—1800 м) присущи тучные выщелоченные и деградированные горные черноземы и горные темно-серые слабооподзоленные почвы. Они залегают под богатой луговой разнотравно-злаковой растительностью (ежа, коротконожка, герань, дягиль и др.) и дикими плодовыми (яблоня, абрикос, боярышник), осиной и кустарниками (барбарис, жимолость).

Черноземы выщелоченные характеризуются гумусовым горизонтом А+В мощностью 80—120 см. Собственно гумусовый горизонт А мощностью 40 см, в том числе A_1 — 16 см, темно-серого (почти черного) цвета, густо переплетенный корнями крупнозернистой структуры; много капролитов. Содержание гумуса 13—9%, книзу оно резко снижается при отношении углерода гуминовой кислоты ($C_{гк}$) к углероду фульвокислоты ($C_{фк}$), равном 0,9—1,2, общего азота — 0,8—0,3% (при C : N = 9—12), валовых P_2O_5—0,36—0,16 и K_2O—2,6—2,8%; сумма поглощенных оснований составляет 50—34 мг-экв. Почва вскипает с 80—115 см, максимум карбонатов (11,5% CO_2) отмечается на глубине 150 см.

Это зона горного картофелеводства, частично там возделывают зерновые на богаре.

Предгорно-степная зона располагается на высоте 800—1200—1400 м. Под типчаково-ковыльной растительностью (с разнотравьем и кустарниками) залегают темно-каштановые почвы, под богатой разнотравно-злаковой растительностью с кустарниками (пырей, костер, ежа, мятлик, молочай, солодка, шиповник и др.) на высоте 1200—1400 м в небольшом количестве залегают среднегумусные черноземы.

Чернозем предгорный среднегумусный сверху имеет дернину темно-серого (почти черного) цвета, ниже которой залегает перегнойно-аккумулятивный горизонт зернистой структуры, пронизанный корнями и ходами землероев. Подгоризонты залегают на глубине: A_1 — 5—15 см, A_2 — 15—32 см, B_1 — 32—45 см (серо-

В подзоне бурых почв (12,5 млн. га), развитых по солянково-полынной растительностью (с редкими эфемерами), теплый период продолжается 165 дней, сумма абсолютных температур составляет 3200°, среднегодовая температура составляет 7°. Осадков выпадает 100—150 мм в год.

Бурые нормальные почвы с мощностью гумусового профиля А+В, равной 32—35 см, имеют буровато-серый горизонт А, комковато-пороховатой структуры с содержанием гумуса около 1,5%, общего азота 0,05% (при С : N=8,6); сумма поглощенных оснований достигает 15 мг-экв. Горизонт В буроватый, уплотненный, вскипает, pH=8,0.

Почвы используются как малопродуктивные пастбища. Земледелие развито очагами и только на поливных землях.

В подзоне серо-бурых почв (1,82 тыс. га), развитых под полынно-солянковой растительностью, теплый период длится 170 дней, сумма абсолютных температур составляет 3400°, среднегодовая температура 8°. Осадков выпадает 80—100 мм в год.

Серо-бурые почвы сверху покрыты слоистой пористой корочкой толщиной 4—5 см, чешуйчатой при изломе; под ней располагается буро-серый гумусовый горизонт А мощностью 15—12 см, комковато-пороховатой структуры, слабоуплотненный с содержанием около 1% гумуса, 0,08—0,07 общего азота (при С : N, равном 6—7), емкость поглощения достигает 13 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвы щелочная, pH=8,8. В иллювиальном горизонте много карбонатов. Глубже 40—50 см встречаются скопления гипса (20—30%).

Почвы используются как летние пастбища.

Алма-Атинская область занимает около 11 млн. га и простирается начиная от пустынь Прибалхашья и кончая высокими снежными вершинами хребтов Северного Тянь-Шаня. Здесь, как нигде в Советском Союзе, ясно выражена вертикальная зональность климата, растительности и почв (рис. 5). Уточненная схема вертикальной зональности на северном склоне Заилийского Алатау такова. Высокогорная снеговая зона (свыше 3800 м).

Высокогорно-луговая зона (2600—3800 м) с субальпийскими и альпийскими лугами и горно-луговыми почвами, используемыми под летние пастбища (джайлау).

Среднегорная лугово-лесная зона (1800—2600 м) покрыта смешанными и хвойными лесами. Под ними — серые оподзоленные, темноцветные глубокооподзоленные горно-лесные (табл. 7) и черноземовидные горно-луговые почвы. Это зона лесного хозяйства, а горные луга используются под летние пастбища.

Лугово-лесостепной зоне (1200—1800 м) присущи тучные выщелоченные и деградированные горные черноземы и горные темно-серые слабооподзоленные почвы. Они залегают под богатой луговой разнотравно-злаковой растительностью (ежа, коротконожка, герань, дягиль и др.) и дикими плодовыми (яблоня, абрикос, боярышник), осиной и кустарниками (барбарис, жимолость).

Черноземы выщелоченные характеризуются гумусовым горизонтом А+В мощностью 80—120 см. Собственно гумусовый горизонт А мощностью 40 см, в том числе A_1 — 16 см, темно-серого (почти черного) цвета, густо переплетенный корнями крупнозернистой структуры; много капролитов. Содержание гумуса 13—9%, книзу оно резко снижается при отношении углерода гуминовой кислоты ($C_{гк}$) к углероду фульвокислоты ($C_{фк}$), равном 0,9—1,2, общего азота — 0,8—0,3% (при C : N = 9—12), валовых P_2O_5—0,36—0,16 и K_2O—2,6—2,8%; сумма поглощенных оснований составляет 50—34 мг-экв. Почва вскипает с 80—115 см, максимум карбонатов (11,5% CO_2) отмечается на глубине 150 см.

Это зона горного картофелеводства, частично там возделывают зерновые на богаре.

Предгорно-степная зона располагается на высоте 800—1200—1400 м. Под типчаково-ковыльной растительностью (с разнотравьем и кустарниками) залегают темно-каштановые почвы, под богатой разнотравно-злаковой растительностью с кустарниками (пырей, костер, ежа, мятлик, молочай, солодка, шиповник и др.) на высоте 1200—1400 м в небольшом количестве залегают среднегумусные черноземы.

Чернозем предгорный среднегумусный сверху имеет дернину темно-серого (почти черного) цвета, ниже которой залегает перегнойно-аккумулятивный горизонт зернистой структуры, пронизанный корнями и ходами землероев. Подгоризонты залегают на глубине: A_1 — 5—15 см, A_2 — 15—32 см, B_1 — 32—45 см (серо-

коричневый с темными пятнами, зернисто-комковатой структуры). B_2 — 45—65 см (светло-коричневый тяжелый суглинок). Вскипание почвы наблюдается с глубины 52 см.

Химический состав: содержание гумуса в горизонте А — 9—6% (при $C_{гк} : C_{фк} = 1,5$), азота — 0,60—0,25% (при C : N = 1,5—2,3). Гумус проникает довольно глубоко, на глубине 75 см его содержание равно 1,3%, валовое содержание P_2O_5 — 0,26—0,19%, K_2O — 2,5—2,8%, $CaCO_3$ — 25%; pH = 6,8—7,7. Сумма поглощенных оснований — 40—28 мг-экв на 100 г почвы. Почва высоко обеспечена гидролизуемым азотом (148 мг/кг) и обменным калием (702 мг/кг), но в ней мало усвояемого фосфора (8—16 мг/кг). Почва средне обеспечена медью (2—5 мг) и марганцем (57—65 мг), бедна цинком (0,1) и кобальтом (0,5 мг/кг) и богата бором.

Морфологические признаки и химический состав почв

Почвы	Мощность гумусового профиля, см	Глубина, см		
		вскипания	залегания гипса	залегания водорастворимых солей
Горнолесные темноцветные	37—66	80—110	—	—
Горнолесные темно-серые оподзоленные . . .	120—150	130—150	—	—
Чернозем выщелоченный.	80—120	80—115	—	—
Чернозем среднегумусный.	60—70	52—65	—	—
Темно-каштановые карбонатные	35—70	43—45	30—47	—
Темно-каштановые выщелоченные	70—140	80—120	—	—
Светло-каштановые карбонатные	25—35	С поверхности	32—45	—
Серозёмы обыкновенные.	22—27	То же	—	—
Луговые серозёмы . .	50—70	То же	100—150	80—120
Аллювиально-луговые. .	25—30	То е	16—40	20—120

В предгорной пустынно-степной и горностепной зонах на сероземах, каштановых почвах и черноземах развито земледелие, плодоводство и виноградарство. Богарные земли используются под посевы зерновых, а на поливе возделываются сахарная свекла, овощи, мак, табак, озимая пшеница, кукуруза, зернобобовые, а также люцерна.

Темно-каштановые карбонатные почвы характеризуются гумусовым профилем А+В темно-серого или темно-бурого цвета мощностью 35—70 см; довольно развит собственногумусовый горизонт А, он достигает 28—30 см и имеет комковато-зернистую или пороховато-плоскокомковатую структуру. Переходный горизонт делится на два подгоризонта (B_1 и B_2), первый из них — бурый с каштановым оттенком, уплотненный, комковатой структуры, второй — серо- или грязно-бурый.

Таблица 7

Алма-Атинской области

pH	Общее содержание, %				Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
	гумуса	азота	фосфора	калия	
5,0—6,1	21,0—16,0	—	—	—	—
6,2—7,0	15,0—12,0	—	—	—	47—32
6,8—7,1	13,0— 9,0	0,80—0,30	0,36—0,16	2,8—2,6	48—34
6,8—7,7	9,0— 6,0	0,60—0,25	0,26—0,19	2,5—2,8	40—28
7,5—8,1	4,5— 3,1	0,22—0,14	0,25—0,22	3,3—2,26	22—17
7,1—7,5	4,2— 3,7	0,18—0,15	0,16—0,15	1,5—1,3	29—14
7,7—8,0	3,0— 2,3	0,19—0,12	0,24—0,12	3,0—2,0	18—12
7,5—8,0	2,3— 1,5	0,13—0,11	0,13—0,12	3,0—2,0	16—10
7,5—8,2	5,2— 3,1	0,24—0,14	0,10—0,12	2,8—2,2	21—13
8,1—8,2	6,0— 1,0	0,30—0,03	0,09—0,1	2,2—1,8	10—7

Глубже залегает светло-бурый (C_1) и палево-бурый (C_2) лёссовидный суглинок с обильным выделением углекислых солей в виде белесых прожилок (CO_2 карбонатов составляет 5—6%). Прожилки гипса начинаются с глубины 43 см. Механический состав почв — средние и тяжелые суглинки.

Химический состав: содержание гумуса в горизонте А — 4,5—3,1% (при $C_{гк} : C_{фк} = 1,0—1,2$), общего азота — 0,22—0,14% (при C : N = 11,5—10,5); P_2O_5 — 0,25—0,22%, K_2O — 3,3—3,26 и Na_2O — 1,8%. Количество гумуса и азота по мере углубления убывает постепенно. Сумма поглощенных оснований равна 22—17 мг-экв на 100 г почвы с преобладанием кальция. Сумма водорастворимых солей составляет менее 0,1%, pH = 7,5—8,1, содержание подвижных форм (мг на 1 кг почвы): азот гидролизуемый — 71—77, P_2O_5 — 6—14 и K_2O — до 588.

Физические и водно-физические свойства: объемный вес — 1,16—1,25 г/см³, удельный вес — 2,58—2,67, общая порозность — 55—52%, водопроницаемость — 50—60 мм/час; запас влаги, соответствующий предельной полевой влагоемкости (ППВ), равен 382 мм, в том числе продуктивной влаги — 259 мм. На конусах выноса развиты темно-каштановые выщелоченные почвы.

Темно-каштановые почвы используются под богарные посевы озимой пшеницы. На поливе возделывают озимую пшеницу, сахарную свеклу, овощи, картофель, табак, разводят сады.

Предгорная пустынно-степная зона расположена на высоте 500—800 м над ур. м. с поясами светлых малокарбонатных сероземов (500—600 м) под эфемерово-полынной (белая полынь, мятлик, осочка) растительностью с терескеном, эбелеком и др.; обыкновенных сероземов (600—700 м) под эфемероидно-злаково-полынной (белая полынь, костер, мятлик, мак) растительностью с изеном, эбелеком и др.; светло-каштановых почв (700—800 м) под эфемероидно-типчаково-полынной растительностью (типчак, мятлик, полынь, осочка, шалфей и др.).

Светло-каштановые карбонатные почвы имеют сверху буровато-серый, слабоуплотненный подгоризонт A_1 комковато-пороховатой структуры, мощностью 5—6 см, глубже — до 24—25 см — буровато-темно-серый корешковатый горизонт A_2 мелкокомковатой структуры. Подгоризонты B_1 и B_2 серо-бурого цвета, уплотненные,

комковато-пороховато-пылеватой структуры. Ниже этих подгоризонтов (60—130 см) залегает карбонатный лёсс. Новообразования углекислых солей в виде белесых прожилок, пятен и глазков. В пахотном слое имеются капролиты червей. Механический состав — средние и тяжелые суглинки.

Химический состав: содержание гумуса составляет 3—2%, общего азота — 0,19—0,12% (при отношении C : N = 8—9; $C_{гк} : C_{фк} = 1$), фосфора — 0,24—0,12%, K_2O — 3—2%, Na_2O — 1,8—1,5%. Сумма поглощенных оснований равна 18—12 мг-экв на 100 г почвы. Сумма водорастворимых солей составляет 0,1%, pH = 7,7—8,0. Количество усвояемых форм элементов пищи таково (мг на 1 кг почвы): гидролизуемого азота — 109—77, P_2O_5 — 8—10 и K_2O — 588—352 и обеспеченность ими почвы — соответственно средняя, слабая и средне-высокая.

Физические и водно-физические свойства: объемный вес — 1,17—1,42 г/см³, удельный вес — 2,61—2,75, общая порозность — 55—51%, влажность завядания — 7—8% и ППВ — 24—20% при запасе влаги 320 мм и в том числе 226 мм продуктивной. Глубина весеннего промачивания почвы равна 1,5—2 м.

Светло-каштановые почвы интенсивно используются в богарном (озимые и яровые зерновые, люцерна) и поливном земледелии (сахарная свекла, кукуруза, люцерна и овощные).

Сероземы обыкновенные с серой слоеватой корочкой толщиной 5—6 см. Глубже до 15—18 см залегает серый с буроватым оттенком, уплотненный, комковатый гумусовый горизонт А с содержанием гумуса 2,3—1,5% (при $C^{гк} : C_{фк} = 1$), азота — 0,15—0,10% (при C : N = 10,8—8,7). Содержание CO_2 карбонатов — 0,9—2,8%, гидролизуемого азота — 118, подвижных P_2O_5 — 8 мг, K_2O — 689 мг на 1 кг почвы, валовых Na_2O — 1,7%, меди — 27 мг, цинка — 76 мг, марганца — 794 мг, молибдена — 1,3 мг, кобальта — 8,9 мг, бора — 53 мг на 1 кг почвы. Сумма поглощенных оснований равна 10—16 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвы щелочная, pH = 7,5—8,4.

Физические и водно-физические свойства: содержание водопрочных микроагрегатов — 35—46%, объемный вес — 1,2 г/см³ и удельный вес — 2,6, при общей пороз-

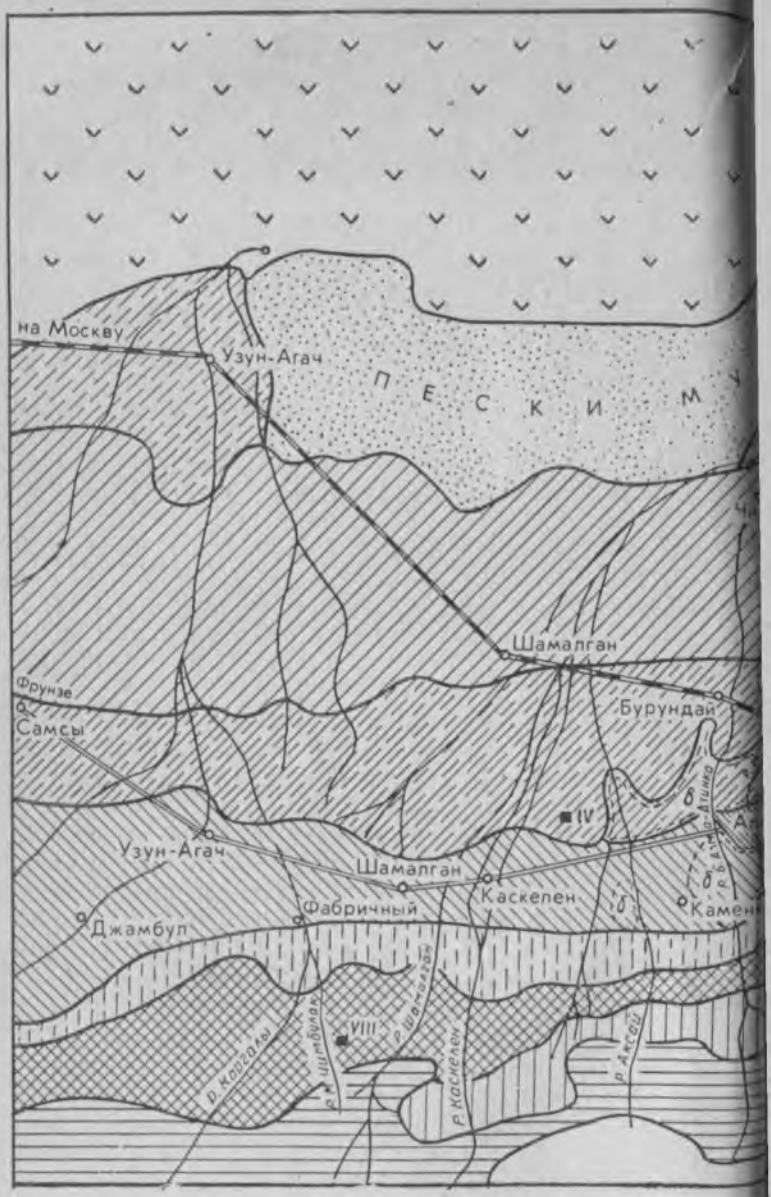
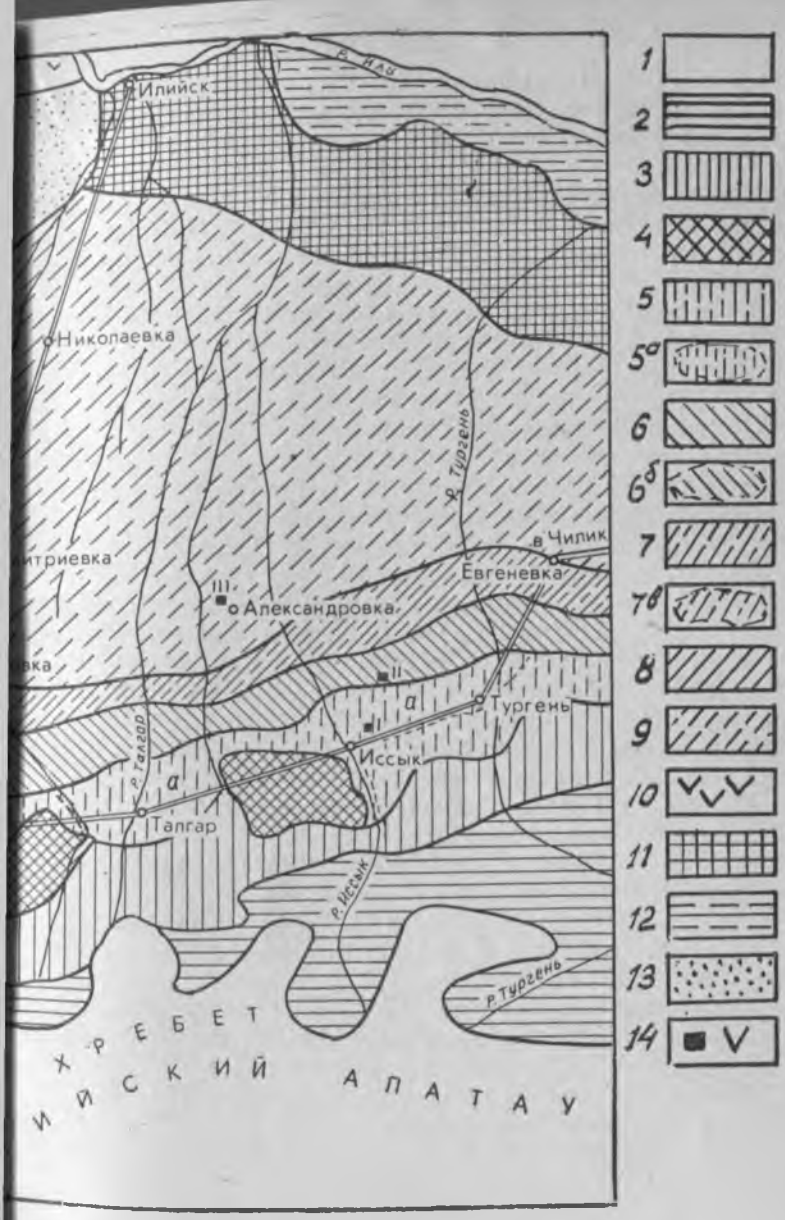


Рис. 5. Схематическая карта поясов северного склона

1 — вечные снега, ледники, скалы и каменные осыпи; *2* — горно-луговые; вы
елью), горно-луговые и горно-степные почвы; *4* — черноземы выщелоченны
ноземы малогумусные, местами эродированные; *6* — темно-каштановые кар
каштановые; *7а* — темнолуговые почвы; *8* — сероземы обыкновенные и эроди
болотные почвы, солончаки; *10* — серозем светлый в сочетании с солонцами;
пески; *12* — светло-луговые почвы в сочетании с солончаками луговыми и
динамики



атау (по данным института почвоведения АН КазССР):

е и горно-степные почвы; *3* — горно-лесные выщелоченные и оподзоленные (под подзоленные, местами эродированные; *5* — черноземы среднегумусные; *5а* — чер-мно-каштановые выщелоченные; *7* — светло-каштановые карбонатные, лугово-ы луговые; солончаковые, темно- и светло-луговые солончаковые, лугово-сочетании с сероземами такыровидными солончаковатыми, местами бугристые вые почвы; *13* — пески; *14* — стационары кафедры почвоведения по изучению родия почв.

ности 54—56%, ППВ равна 17—20%, влажность завядания — 6—7%. По механическому составу сероземы — средние и тяжелые суглинки.

Лугово-сероземные почвы формируются в средней и нижней частях предгорной равнины на лёссовидных суглинках в условиях неглубокого (1,5—3,0 м) залегания грунтовых вод под злаково-разнотравной растительностью.

От сероземов эти почвы отличаются значительной мощностью гумусового профиля (А+В=50—70 см) и повышенным содержанием гумуса в горизонте А, а также наличием в нижней части профиля признаков оглеения (охристо-ржавые новообразования). Имеются солонцевато-солончаковые роды почв.

Химический состав горизонта А: гумуса содержится 3—5%, он равномерно убывает с глубиной; содержание общего азота — 0,14—0,24% (при $C_{гф} : C_{фк} = 1$; $C : N = 15—11$), емкость поглощения — 13—21 мг-экв. Почва с поверхности карбонатная, с большим количеством углекислого кальция (до 26%) в иллювиальном горизонте. Реакция почвы щелочная, pH=7,5—8,2. В незасоленных разностях сумма солей не превышает 0,2%, а подвижные формы элементов пищи, за исключением фосфора, содержатся в достаточных количествах (гидролизуемого азота — 100—140 мг, усвояемого фосфора — 17 мг и калия — до 800 мг на 1 кг почвы). Поэтому почвы интенсивно используются для поливного земледелия.

Зона предгорной пустынной равнины с такырами, песками, такыровидными, луговыми, болотными, аллювиальными почвами (табл. 7) и солончаками расположена на высоте 340—510 м над ур. м. Почвы земледельческого значения не имеют.

Восточно-Казахстанская область расположена на площади около 10 млн. га. Распределение растительности и почв подчинено закону вертикальной зональности, связанной со сложным горным рельефом хребтов Западного, Центрального и Южного Алтая.

На территории области выделяются семь природных зон: снеговая, альпийская, лесная, лесостепная, степная, пустынно-степная и пустынная.

Снеговая зона расположена на высоте 2800—3200 м над ур. м и выше. Здесь находятся вечные снега, ледники и скалы. Теплый период продолжается до 30 дней.

Зона аккумуляции (осень—зима—весна) и регулировки стока рек (лето).

В альпийской зоне (1800—2000 м над ур. м.) теплый период продолжается 60—100 дней, осадков выпадает от 400 до 600 мм. Это зона каменистой, мохово-кустарниковой (ерниковой) тундры (285 тыс. га) и низкотравных горных альпийских лугов (713 тыс. га). Почвы здесь горнотундровые и горнолуговые дерновые. Альпийские луга используются как хорошие летние пастбища (джайлау).

В лесной зоне (1000—1800 м над ур. м.) теплый период продолжается 90—150 дней, осадков выпадает от 500 до 1000 мм. В среднегорном поясе Западного Алтая распространены темно-хвойные леса (пихта с примесью кедра и лиственницы), а в Центральном и Южном Алтае — светло-хвойные. Лес идет для деревообрабатывающей промышленности. Комбинат «Казлес» ежегодно заготовляет здесь 0,6 млн. м^3 древесины. Почвы горно-лесные оподзоленные (1,3 млн. га), пригодные под сенокосы и пастбища. Развито пчеловодство.

Лесостепная зона (700—1000—1400 м над ур. м.) занимает площадь 2,5 млн. га. Теплый период длится 150—200 дней, осадков выпадает 400—500 мм. На горно-лесных светло-серых и темно-серых оподзоленных почвах растут влажные мелколиственные (осиновые и березовые) леса. Умеренно-влажная лиственичная лесостепь раскинулась на темно-серых слабооподзоленных почвах, а влажные злаково-разнотравные луговые степи расположены на оподзоленных и луговостепных черноземовидных почвах.

Лугово-степные черноземовидные почвы с гумусовым профилем А+В мощностью 60—85 см. Горизонт А мощностью 30 см темно-коричневого цвета, сильнокорешковатой, пороховато-пылеватой структуры с капролитами. Горизонт В — коричневый, уплотненный, ореховато-пылеватой структуры.

Химический состав: в горизонте А содержится 14—8% гумуса, 0,71—0,45% валового азота (при С : N = 11). Почвы характеризуются повышенной емкостью поглощения (49—33 мг-экв), гидролитической кислотностью, кислой реакцией (pH = 4,4—4,7), наличием поглощенного водорода (5—8 мг-экв) и, вместе с тем, отсутствием заметных признаков оподзоленности.

В этой зоне почвы используются под пастбища и с нокосы, здесь развито пчеловодство, оленеводство. Зе леделие имеет подчиненное значение.

Степная зона (400—700 м над ур. м.) имеет площа 3,4 млн. га. Теплый период длится 170—210 дней; оса ков выпадает 300—500 мм. Здесь выделяют умерен влажные разнотравно-злаковые луговые степи с выщ лоченными черноземами и горно-степными почвами, к выльно-разнотравные и местами кустарниковые степ умеренного увлажнения с обыкновенными, южными выщелоченными черноземами и ковыльно-типчаковы сухие степи с темно-каштановыми почвами.

Черноземы выщелоченные с гумусовым про филем А+В мощностью 80—110 см. Горизонт А (48 см темно-серой окраски и комковато-зернистой структуры Вскипание почвы происходит на 10—25 см глубже ниж ней границы гумусового горизонта — со 110—120 см Наличие бурого или светло-бурого, слабооореховатог безгумусного слоя ВС без углекислых солей — характер ный признак этих почв.

Химический состав: гумуса содержится 8,6%, азота — 0,46% (при С : N=10,6), емкость поглощения — 42 мг-экв на 100 г почвы, реакция почвы — нейтральная pH=7,2.

Черноземы обыкновенные с гумусовым про филем А+В мощностью 60—70 см. Горизонт А мощ ностью 30—45 см, темно-серой окраски, комковато-зер нистой структуры; вскипание происходит в темно-буро нижней части гумусового горизонта.

Химический состав: содержание гумуса — 6,8%, ва лового азота — 0,38% (при С : N=10,2), емкость погло щения — 34—32 мг-экв, pH — 6,8—7,5.

Из-за длительной обработки пахотный слой чернозе мов обыкновенных сильно обесструктурен и потерял часть гумуса.

Черноземы южные с гумусовым профилем (А+В) мощностью 52—60 см. Горизонт А — темно-се рый средний суглинок, пылевато-комковатый до глубины 22 см и комковато-зернистый до глубины 35 см, с зерна ми капролитов; горизонт В — темно-бурый, уплотнен ный, комковато-ореховатый, почва вскипает, начиная глубины 32—52 см.

Химический состав: содержание гумуса — 5,7—5,0%

общего азота — 0,33—0,31 (при C : N = 9,4—9,1), емкость поглощения — 33—30 мг-экв, pH — 6,8—7,0.

Темно-каштановые почвы с гумусовым профилем A+B мощностью 35—55 см характеризуются одноименной окраской перегнойного горизонта, книзу переходящей в бурую. Почва вскипает в нижней части горизонта B_1, который имеет бурый цвет и ореховатую структуру. В горизонте A гумуса содержится 4,2—3,7%, общего азота — 0,28—0,24% (при C : N = 8,7—8,9); емкость поглощения среднесуглинистой почвы — 19—18 мг-экв, pH = 7—7,3. При обработке этих почв необходимо помнить о соблюдении мер по предотвращению плоскостного смыва перегнойного горизонта.

На черноземах и темно-каштановых почвах выращивают хорошие урожаи зерновых, технических и других культур. В луговых степях получило развитие интенсивное животноводство (сенокосные пастбища и медоносные угодья).

Полупустынная зона (400—600 м над ур. м.) занимает площадь 1 млн. га. Теплый период длится 200—220 дней, осадков выпадает 200—250 мм. Здесь выделяют полынно-типчаковые и полынно-ковыльные степи на светло-каштановых почвах.

Светло-каштановые легкие почвы характеризуются мощностью перегнойного горизонта A+B, равной 50 см. Горизонт A мощностью 15 см, светло-каштанового цвета, комковато-пылеватой структуры с содержанием 1,2% гумуса, 0,08% общего азота (при C : N = = 8,7). Реакция почвы слабощелочная.

Земледелие возможно при орошении, а в основном почвы используются как пастбищные угодья.

Пустынная зона занимает площадь 1,2 млн. га. Теплый период длится 210—230 дней, осадков выпадает 120—180 мм в год. Здесь выделяют полынные и полынно-солянковые глинистые пустыни на бурых почвах, солончаках и солонцах (Зайсанская впадина), а также злаково-полынные, местами кустарниковые песчаные пустыни на закрепленных песках и бурых рыхлопесчаных почвах. Сельскохозяйственное использование — осенне-зимние пастбища.

Гурьевская область размещается на площади 28,5 млн. га, 98% этой площади находится в пустынной зоне с бурыми и серо-бурыми почвами (табл. 8). Почвы

Таблица 8

Морфологические признаки и химический состав почв Гурьевской области

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см			pH	Общее содержание, %		Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
		вскипания	залегания гипса	залегания водорастворимых солей		гумуса	азота	
Светло-каштановые	30–40	20–40	120	60–80	7,1–8,0	1,2–0,6	0,10–0,05	13–6
Лугово-каштановые	40–60	40–60	—	70–90	7,0–7,5	2,5–2,0	0,13–0,08	15–13
Бурые	30–35	С поверхности	—	60–80	7,5–8,0	1,3–0,5	0,10–0,03	13–8
Серо-бурые	20–30	То же	45	30–70	8,0–8,5	1,2–0,2	0,08–0,04	9–6
Солончак луговой	0–10	То же	—	С поверхности	8,3–8,6	6,0–3,0	0,03–0,01	—
Солонец	10–40	То же	—	То же	8,3–9,4	1,2–0,3	0,08–0,02	13–5
Аллювиально-луговые	10–85	То же	—	То же	7,2–8,8	14,0–1,0	0,06–0,02	12–8

в этой области в основном используются как сенокосы и пастбища.

В пустынно-степной зоне светло-каштановые почвы располагаются узкой полосой под полынной, ковыльно-полынной и полынно-ковыльно-еркековой растительностью с незначительными вкраплениями разнотравья (ромашник, прутняк, эфедра и др.). Теплый период длится 165 дней, сумма эффективных температур 3200° и среднегодовая температура воздуха составляет 6,0—6,4°. Осадков выпадает до 200 мм в год.

Светло-каштановые почвы характеризуются гумусовым профилем А+В мощностью 30—40 см. Горизонт А светло-серого цвета, слоеватый; горизонт В светло-бурый и бурый, уплотненный, с признаками солонцеватости. Содержание гумуса в горизонте А составляет 1,2—0,6%, общего азота — 0,1—0,05% (при С : N = 10, $C_{гк} : C_{фк} = 0,7$); сумма поглощенных оснований равна 13—6 мг-экв на 100 г почвы, pH = 7,1—8,0.

На поливе кое-где возделывают просо и пшеницу, а в целом угодья используются как пастбища и сенокосы.

В северной пустыне под еркеково-белополынной растительностью с проективным покрытием 40—60% развиты бурые почвы (18 млн. га). В подзоне теплый период длится 180 дней, среднегодовая температура 9°. Осадков выпадает 140 мм в год.

Бурые почвы характеризуются ясной дифференциацией на генетические горизонты — гумусовый, карбонатный и солевой. Гумусовый профиль А+В мощностью 30—35 см. Мощность горизонта А — 13—15 см, он серовато-бурого цвета (сверху хрупкая, пористая корочка листоватого сложения), слабоуплотненный, пылевато-пороховидной структуры. Содержание гумуса, преимущественно фульватного состава, колеблется от 0,5% в легких почвах и до 1,3% — в тяжелых; общий азот составляет 0,10—0,03% (при С : N = 6,1); емкость поглощения 13—8 мг-экв. Сумма водорастворимых солей составляет 0,1—0,3%, pH = 7,5—8,0; содержание подвижных форм: гидролизуемого азота — 29—44 мг, P_2O_5 — 13 мг и K_2O — 151 мг на 1 кг почвы.

Физические и водно-физические свойства: объемный вес — 1,3—1,6 г/см³, удельный вес — 2,5—2,8, общая порозность — 51—41%. Запасы влаги, соответствующие ППВ, составляют 3086 м³ в метровом слое почвы, содер-

жание продуктивной влаги в конце июня — 80 м³/
водопроницаемость — 40 мм/час.

Почвы используются как пастбища, на поливе в
можно очаговое земледелие.

В южной пустыне (плато Устюрт) под боялычев
биюргуновой и полынно-биюргуновой растительность
(на поверхности почвы — мхи, лишайники и водоросл
развиты серо-бурые почвы (10 млн. га). В подзоне те
лый период длится 195 дней, среднегодовая температур
составляет 11,5°. В год выпадает 120 мм осадков.

Серо-бурые почвы имеют следующее строени
сверху 2—5 см палево-серая ноздреватая корка, разби
тая трещинами; под ней залегает светло-серый, рыхле
ватый, слоеватый и чешуйчатый горизонт А мощность
7—10 см, глубже находится уплотненный буроваты
горизонт В с прожилками карбонатов, далее — сло
гипса, новообразования которого встречаются в виде
мелкокристаллических шестоватых выделений и сплош
ных пластов, корочек и бородок на каменистых включе
ниях. Мощность гумусового профиля А+В составляе
20—30 см, содержание гумуса — 1,2—0,2%, общег
азота — 0,08—0,04% (при C : N=6—8; $C_{гк}$: $C_{фк}$ =0,4)
сумма поглощенных оснований — 9—6 мг-экв, pH=8,0—
8,5, содержание подвижных форм: азот гидролизуе
мый — 40 мг, P_2O_5 — 15 мг и K_2O — 156 мг на 1 кг почвы

В области 7,8 млн. га (28%) почти бесплодных солон
чаков и солонцов, 4,5 млн. га песков и 1,7 млн. га гидро
морфных почв (лугово-каштановые, лугово-бурые, луго
вые и лиманно-аллювиально-луговые и лугово-болот
ные). Почвы зоны используются как малопродуктивные
пастбища. Гидроморфные почвы представляют собой
ценные пастбища и сенокосные угодья, используются и
для поливного земледелия.

Джамбулская область размещается на площади
14,5 млн. га, из них 38% составляют серо-бурые и такы
ровидные почвы пустынь (табл. 9), 19% — сероземы
17% — пески, 10% — гидроморфные, 7% — горные, 5% —
засоленные, 2% — горные черноземы и каштановые почв
вы. На юге области, в пределах Киргизского Алатау, в
строении почв хорошо выражена вертикальная зональ
ность.

В горно-луговой и лугово-лесной зоне (4600—3500 м
над ур. м.) развиты горно-луговые субальпийские и

горно-лесные почвы (под арчей). Среднегодовая температура воздуха равна 6—7°, осадков выпадает 315—185 мм в год. Почвы используются как отличные летние пастбища.

Горностепная зона (2000—1200 м над ур. м.) расположена на северном склоне Киргизского Алатау. Среднегодовая температура воздуха равна 7,2°. Сумма эффективных температур 2800°. Осадков выпадает 350—550 мм в год. Развиты горные черноземы (среднегумусные и южные), темно-каштановые и коричневые почвы, которые используются как пастбища и для возделывания сельскохозяйственных культур.

Темно-каштановые карбонатные почвы формируются под полынно-типчаковой растительностью, характеризуются мощностью перегнойного профиля А+В, равной 50—65 см; горизонт А мощностью 21—40 см, коричнево-бурого цвета, комковато-пороховидной структуры; горизонт В (20—35 см) каштанового цвета, зернисто-комковатой структуры. Вскипание происходит начиная с поверхности, иногда с 10—15 см. Выделение гипса в виде кристаллов или белых мучнистых жилок начинается со 100—150 см.

Содержание гумуса в горизонте А — 3,5—3,2%, в горизонте В — 2,3—1,7%, содержание валового азота — 0,21—0,15% (при С : N = 10); валового фосфора — 0,11—0,08%; емкость поглощения — 23—19 мг-экв на 100 г почвы, pH = 7,2—7,6.

В предгорно-пустынно-степной зоне (1200—600 м над ур. м.) развиты светло-каштановые, сероземные (северные — светлые, южные — темные и обыкновенные), а также полугидроморфные (луговые сероземы) и гидроморфные (луговые сазовые) почвы. Среднегодовая температура равна 9,1°. Сумма эффективных температур 3500°. Осадков выпадает 247—359 мм в год. Почвы используются как для земледелия, так и для животноводства (в качестве пастбищ).

Светло-каштановые карбонатные почвы с гумусовым профилем А+В мощностью 35—50 см формируются под типчаково-полынной растительностью. Горизонт А (15—20 см) светло-каштановый, комковатый; горизонт В (35—40 см) коричнево-серый, комковатый, уплотненный; на глубине 60—75 см наблюдаются новообразования карбонатов в виде стяжений и пятен.

Таблица 9

Морфологические признаки и химический состав почв Джамбулской области

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см: вскипания	Глубина, см: залегания гипса	Глубина, см: залегания водорастворимых солей	pH	Общее содержание, %*: гумуса	Общее содержание, %*: азота**	Общее содержание, %*: фосфора	Общее содержание, %*: калия	Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
Темно-каштановые карбонатные	50–65	10–20	100–150	—	7,2–7,6	3,5–3,2	0,21–0,15 / 105–71	0,11–0,08 / 215–76	— / 323	23–19
Светло-каштановые карбонатные	35–50	С поверхности	80–100	—	7,8–8,1	2,9–2,5	0,23–0,15 / 72–47	0,17–0,14 / 119–64	— / 461–400	15–12
Сероземы темные	40–55	То же	75–100	—	7,9–8,3	2,7–1,9	0,17–0,12 / 77–72	0,21 / 240–100	2,10 / 672–450	12–9
Сероземы обыкновенные	35–50	То же	150	—	8,1–8,5	2,0–1,5	0,13–0,12 / 63–35	0,13–0,11 / 310–132	2,96–2,82 / 840–510	10–8
Сероземы светлые	25–35	То же	90–120	110	8,3–8,9	1,2–0,9	0,08–0,06 / 54–40	— / 216–169	— / 435–320	9–7
Лугово-сероземные	40–43	То же	90–100	135	—	3,5–2,5	0,15–0,09 / 63–56	0,18–0,14 / 143–139	— / 641–569	12–10
Серо-бурые	16–30	То же	60	40–60	8,3–8,6	1,0–0,5	0,05–0,04	0,17	—	10–8
Такыры	5–16	То же	—	9–16	8,9	0,6–0,4	—	—	—	10–8
Аллювиально-луговые	8–15	То же	—	—	—	5,0–3,0	0,46–0,22	—	—	28–8

* В числителе дроби дано общее содержание элементов (в %), в знаменателе — содержание подвижных форм (в мг на 1 кг почвы).
** В знаменателе показано содержание гидролизуемого азота.

Содержание гумуса в горизонте А — 2,9—2,5%, в горизонте В — 1,5—1,0%, валового азота — 0,23—0,15% (при С : N = 9—10) и валового фосфора — 0,17—0,14; емкость поглощения — 15—12 мг-экв на 100 г почвы; реакция почвы щелочная, pH = 7,8—8,1.

Серозёмы темные с гумусовым профилем (А+В) мощностью 40—55 см формируются под эфемерно-полынной растительностью; горизонт А темно-серого цвета с буроватым оттенком, мощностью 10—15 см, слоистого сложения, пылевато-пороховатой структуры; горизонт В — буровато-темно-серый, комковато-пороховатый, перерытый червями и насекомыми; кристаллы гипса видны в слое на глубине 75—100 см.

Содержание гумуса в подгоризонте A_1 составляет 2,7—1,9%, в подгоризонте A_2 — 1,5—1%, содержание валового азота в горизонте А — 0,17—0,12% (при С : N = 7,8—9,4), валового фосфора — 0,21% и K_2O — 2,1%. Сумма обменных оснований составляет 12—9 мг-экв на 100 г почвы.

Темные серозёмы полностью освоены под земледелие, почвы подвержены выщелачиванию.

Серозёмы обыкновенные формируются на лёссах под эфемерно-полынной растительностью (с примесью ячменя, костра, мятлика, эбелека, мака) и отличаются от темных серозёмов меньшей мощностью перегнойного горизонта (35—50 см), а следовательно, и меньшим содержанием гумуса. Характеризуются капролитовой структурой, плотным иллювиально-карбонатным горизонтом с большим количеством камер личинок и насекомых.

Содержание гумуса в горизонте А составляет 2,0—1,5%, валового азота — 0,13—0,12% (при $C_{гк} : C_{фк} = 0,9$ и С : N = 7,2—8,5); P_2O_5 — 0,13—0,11%, K_2O — 2,96—2,82%. Емкость поглощения — 10—8 мг-экв; реакция щелочная, pH = 8,1—8,5.

Почвы используются под богарные посевы зерновых.

Серозёмы светлые северные формируются под мятликово-эбелеково-полынной растительностью. Мощность гумусового профиля А+В равна 25—35 см. Горизонт А мощностью 12 см буровато-серого цвета, горизонт В (12—25 см) светло-буроватый, рыхлый, пороховатый. Содержание гумуса составляет 1,2—0,9%, валового азота — 0,08—0,05% (при С : N = 8,0—8,7). Емкость

поглощения оснований — 9—7 мг-экв, pH=8,3—8,9, в глубине 20—40 см отмечается повышенное содержание ила.

Сельскохозяйственное использование — богарное земледелие и весенне-осенние и зимние пастбища.

Пустынная зона с серо-бурыми, такыровидными почвами, такырами, солончаками и солонцами, луговыми, аллювиально-луговыми, лугово-болотными почвами и песками замыкает вертикальную зональность области.

Серо-бурые почвы характеризуются высокой карбонатностью и повышенной щелочностью, бедны гумусом и бесструктурны, сверху имеют пористую корочку (0—8 см). Горизонт В мощностью 16—30 см красновато-бурый, комковато-ореховатый, на глубине 60 см находится большое количество гипса (22—23%).

Содержание гумуса — 1,0—0,5%, общего азота — 0,05—0,04% (при C : N=8,1—8,6); емкость поглощения оснований — 10—8 мг-экв на 100 г почвы; pH=8,3—8,0.

Почвы используются в основном как весенне-осенние пастбища (8,3 млн. га).

В области пашни и залежи составляют 1 млн. га, сенокосы — 282 тыс. га, плодово-ягодные насаждения — 8,4 тыс. га, леса и кустарники — 1,03 млн. га и под во

Морфологические признаки и химический состав п

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см		
		вскипания	залегания гипса	залегани водно-раствори мых соле
Черноземы южные карбонатные	41—54	С поверхности	90—120	125—13
Темно-каштановые нормальные.	35—40	15—20	70—120	110—12
Каштановые нормальные.	25—40	20—30	—	90—10
Светло-каштановые нормальные	30—36	20—36	—	—
Бурые нормальные . .	26—28	8—13	28—48	62—11
Серо-бурые	16—22	С поверхности	40—70	90—11

ой — 360 тыс. га. Развито бесполивное земледелие черноземы и темно-каштановые почвы) для возделывания зерновых культур. Сероземы, луговые сероземы, каштановые и лугово-каштановые поливные почвы используются для возделывания сахарной свеклы, масличных культур, табака. Развито также садоводство и виноградарство. Пустынные и горные почвы используются как сезонные (летние, зимние и весенне-осенние) пастбища.

Карагандинская область по территории является самой обширной в республике (40 млн. га). Здесь в направлении с севера на юг выделяются три почвенные зоны (табл. 10): черноземная, каштановая и бурая с шестью подзонами.

В подзоне южных карбонатных черноземов (390 тыс. га), развитых под типчаково-ковыльной растительностью (с полынью и разнотравьем), теплый период длится 135 дней, сумма эффективных температур 2200°, среднегодовая температура 1,5°. Осадков выпадает около 300 мм в год.

Черноземы южные карбонатные характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 41—54 см. У них однородный коричневато-темно-серый

Таблица 10

Карагандинской области

pH	Общее содержание, %				Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
	гумуса	азота	фосфора	калия	
7,1—7,3	5,5—4,8	0,34—0,21	0,13—0,10	2,6—2,5	31—20
7,1—8,0	4,0—3,0	0,30—0,18	0,12—0,06	2,6—2,4	21—17
7,1—7,5	3,5—2,5	0,17—0,15	0,12—0,08	2,4—1,4	16—15
7,1—7,6	2,4—2,1	0,14—0,13	0,09—0,07	2,7—2,5	17—16
7,8—8,7	2,0—1,8	0,16—0,13	0,10—0,08	2,2—2,0	15—10
8,4	0,9—0,6	0,06—0,04	0,13—0,10	2,7—2,5	10—7

гумусовый горизонт А мощностью 18—20 см с 4—
дернины, комковато-пороховатой зернистой структ
горизонт В, залегающий на глубине 18—50 см, нео
тонен, даже на глубине 60—80 см видны темные за
гумуса по трещинам (языки) шириной 2—3 см. За
чередуются со светлыми участками (заклинками)
ды. Структура горизонта В призмовидно-комкова
На глубине 90—120 см заметны выделения гипса в в
чешуек и кристаллов.

Содержание гумуса — 5,5—4,8% (при $C_{гк}$: C
=1,5—1,0); азота—0,34—0,21 (при C : N=9—12); общ
фосфора — 0,13—0,10, K_2O — 2,6—2,5%. Сумма по
щенных оснований — 31—20 мг-экв на 100 г почвы,
которой 82—89% приходится на долю кальция.

Почвы распаханы для возделывания зерновых.

В подзоне темно-каштановых почв (3,7 млн. га), р
витых под ковыльно-типчаковой растительностью с р
нотравьем (полынь австрийская, тонконог, подмарен
желтый, зопник, лапчатка, вероника, осочка), тепл
период длится 138 дней, среднегодовая температура 2,0
2,5°. Осадков выпадает 300—315 мм в год.

Темно-каштановые почвы характеризуют
мощностью гумусового профиля А+В, равной 35—45
Горизонт А (15—20 см) темно-коричневого цвета, комк
ватой структуры. Ниже залегает коричневый, комко
тый уплотненный горизонт В (20—35 см), еще глуб
(35—80 см) — желтовато-бурый плотный слой ВС с
логлазкой карбонатов и затеками гумуса; далее ид
желто-бурый тяжелый суглинок. Он карбонатный
плотный.

Содержание гумуса составляет 4—3%, общего аз
та — 0,30—0,18% (при C : N=7,7—9,4); общего фосфо
0,09—0,06 и калия — 2,6—2,4%. В гипсовом горизон
на глубине 70—120 см плотный остаток достигает 1
общая щелочность — 0,056%. Реакция почвы щелочна
pH=7,1—8,0. Обеспеченность почвы подвижными фо
мами: азотом — средняя (56—84 мг), фосфором — слаб
(5—10 мг) и калием — высокая (427—528 мг/кг).

Направление сельскохозяйственного использован
подзоны — зерново-молочное. Почвы распаханы п
зерновые. Накопление и сохранение влаги, как и д
черноземов, является решающим условием выращиван
высоких урожаев.

В подзоне каштановых почв (4,6 млн. га), развитых под полынно-типчаково-ковыльной сухостепной растительностью (с разнотравьем — юринея, козлец, грудницы, ромашник и горный кустарник спирея), теплый период продолжается 137 дней. Сумма эффективных температур 2350°, среднегодовая температура 1,8—2,8°. Осадков выпадает от 220 до 270 мм в год.

Каштановые почвы относятся к переходному подтипу — от темных к светлым каштановым — и поэтому характеризуются средними количественными и качественными показателями и признаками. Горизонт А (0—20 см) темно-коричневого цвета, комковато-пороховатой структуры, не вскипает; горизонт В — коричневый с темными затеками гумуса, призмовидно-комковатой структуры, уплотнен; горизонт С — желто-бурый глыбисто-комковатый тяжелый суглинок с белоглазкой карбонатов.

Среднесуглинистые разности почвы содержат 3,5—2,5% гумуса (при $C_{гк}:C_{фк}=0,91$), общего азота — 0,17—0,05% (при C:N = 9,4), фосфора — 0,12—0,08 и калия — 2,4—1,4. Сумма поглощенных оснований равна 16—15 мг-экв на 100 г почвы. Сельскохозяйственное направление подзоны — земледельческо-животноводческое. Почвы используются для бесполивного (неустойчивого) земледелия.

В подзоне светло-каштановых почв полупустынь (11,2 млн. га), развитых под ковыльно-типчаково-полынной растительностью, теплый период длится 140 дней, сумма эффективных температур равна 2600°, среднегодовая температура составляет 2,8—3,6°. Осадков выпадает от 170 до 200 мм в год.

Светло-каштановые почвы характеризуются мощностью перегнойного горизонта А+В, равной 30—36 см.

Горизонт А (15—17 см) коричнево-серого цвета, комковато-пороховатый, уплотнен, не вскипает. Содержание гумуса — 2,4—2,1%, общего азота — 0,14—0,13 (при C:N=8,5—9,6); фосфора 0,09—0,07% и калия 2,7—2,5%; содержание подвижных форм (мг/кг): азота гидролизуемого — 70, фосфора — 4 и калия — 476; сумма поглощенных оснований — 17—16 мг-экв.

Подзона животноводческая, с выборочным земледелием на поливе.

В подзоне пустынных бурых почв (13,4 млн. га), р мещающихся под полынью (с еркеком, терескеном, ен ью и эфедрой), теплый период длится 155 дней, су ма эффективных температур равна 3000°, среднегодов температура составляет 3,6—5°. Осадков выпадает н много, всего 135 мм в год.

Бурые почвы характеризуются гумусовым гор зонтом А+В мощностью примерно 26—28 см, собстве но горизонт А — только 13 см, буровато-полевого цвет чешуйчато-пороховато-листоватой структуры.

Содержание гумуса 2,0—1,8%, азота — 0,16—0,13 (при С : N=8), P_2O_5 — до 0,1% и K_2O — 2,2%. Сумм поглощенных оснований 15—16 мг-экв на 100 г почв Глубже 30 см отмечалось сульфатное засоление.

Бурые почвы пригодны в основном для животн водства.

В подзоне серо-бурых почв (6,3 млн. га), развиты под полынью, боялычем и биюргуном, число теплы дней составляет 162, среднегодовая температура равн 5,1° (Прибалхашье) и 6,8° (Бетпак-Дала). Осадков вы падает соответственно 147—107 мм в год.

Серо-бурые почвы имеют ясную дифференциа цию профиля. Горизонт А мощностью 7—8 см палево серый, пороховатый. Содержание гумуса 0,9—0,6%. Го ризонт В (8—22 см) бурый, комковато-пороховатый уплотненный; ниже — светло-бурый, ореховато-комковатый; глубже — подстилается песком с гравием и большим количеством друз гипса. Содержание общего азота 0,06—0,04% (при С : N=6), фосфора — 0,13—0,10% и калия — 2,7—2,5%. Сумма поглощенных оснований — 10—7 мг-экв на 100 г почвы.

Подзона имеет животноводческое значение. В области 480 тыс. голов крупного рогатого скота и 1,75 млн. овец и коз.

Кзыл-Ординская область занимает площадь 22 млн. га, или 8,4% республики. Территория области расположена в северной части пустынно-сероземной зоны.

Бурые почвы (5,3 млн. га) развиты здесь на третично-меловых отложениях под полынью и распространены на севере Аральского, Казалинского, Кармакчинского и Джалагашского районов. Встречаются солонцеватые разности. В супесчаных бурых почвах гумуса содержится до 0,6%, в суглинистых — 1,5—1,8%; сумма

днорастворимых солей составляет 0,2—0,8%. Почвы используются под выгоны и сенокосы.

Серо-бурые почвы (16,1 млн. га) распространены на севере области, по линии Аральска — низовья Сырдарьи и Чу. Они сформированы на щебнистом элювии третичных пород. Почвы сильно загипсованы, а в понижениях засолены (с глубины 0,5 м подстилаются щебнем или третичной гипсоносной глиной). Такие почвы развиты также на гипсоносных щебнистых третично-меловых останцах плато Сарыалан и юго-западных предгорьях Каратау под солянково-полынно-боялычевой растительностью. С поверхности почвы имеют галечниковый панцирь (до 6% CO_2). Сульфатное засоление отмечено с глубины 40—50 см (1,8—2,2%), видны друзы и скопления гипса. Серо-бурые почвы в основном используются как малопродуктивные пастбища.

Такыровидные почвы развиты на большой части области (в обсохших и опустыненных районах древней дельты Сыр-Дарьи). Наиболее распространены здесь такыровидные солонцевато-солончаковые тяжелые почвы под редким покровом биюргуна и кустами саксаула.

Такие почвы формируются под саксаулом и биюргуном; отличаются тяжелым механическим составом грунтов. Имеют пресный поверхностный слой (0—20 см). Засоленность наблюдается на глубине от 20 до 150 см. Грунтовые воды залегают глубоко (до 10 м).

Содержание гумуса в слое 50 см — до 1%, сухой остаток 0,1—0,5% с запасом солей в слое 0—2 м, равном от 30 до 240 т/га. Содержание подвижных форм азота — 35—39 мг и фосфора — 12,5 мг на 1 кг почвы.

Такыровидные почвы рекомендуется использовать под все культуры, в том числе под рис (незасоленные разности и засоленные с промывкой со строительством дренажной системы).

Такыры распространены по обсохшим понижениям древней дельты, лишены растительности, заселены водорослями. При высыхании сверху имеют твердую и гладкую корку, разбитую трещинами на многоугольники, тяжелого механического состава, непроницаемую для воды (1 мм/сутки). Они содержат до 1% гумуса, до 1,5% воднорастворимых солей (преимущественно хлори-

100 см) и заклинками породы, уплотненный, комковатый. Глубже 84—104 см залегает желто-бурая глина. Содержание гумуса — 9—7%.

Направление сельского хозяйства в подзоне зерновое с молочным скотоводством.

Умеренно-сухая типчаково-ковыльная степь (3,1 млн га) простирается на малогумусных южных черноземах. Среднегодовая температура воздуха 1,3—1,9°. Сумма температур выше 10° составляет 2250°. Осадков выпадает 285 мм в год.

Черноземы южные малогумусные, темно-серого цвета, характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 50 см. Горизонт А мощностью 20 см непрочнокомковатой структуры, с содержанием гумуса 6,5—5,0%. Горизонт В (15—30 см) коричнево-серый, неоднородно окрашен: темные затеки гумуса чередуются со светлыми заклинками породы. Горизонт С — красновато-бурый плотный тяжелый суглинок. Емкость поглощения 34—35 мг-экв на 100 г почвы. Старопахотные карбонатные черноземы раздельночастичны и склонны к ветровой эрозии.

В области развито зерновое хозяйство с мясо-молочным скотоводством и мясо-шерстным овцеводством.

Сухая типчаково-ковыльная степь расположилась на темно-каштановых почвах (606,0 тыс. га). Среднегодовая температура воздуха составляет 0,8°. Осадков выпадает 232 мм в год.

Темно-каштановые почвы характеризуются гумусовым профилем А+В мощностью 30—38 см, вскипают начиная с глубины 20—38 см. Горизонт А (0—18 см) коричневый, пылевато-комковатый. Горизонт В (15—38 см) коричневато-бурый, языковатый, комковато-ореховатый. Содержание гумуса 4,5—4,9%; емкость поглощения — 29—20 мг-экв на 100 г почвы.

Подзона мясо-шерстного овцеводства и мясного скотоводства с производством товарного зерна (560 тыс. га пашни).

В пределах Кокчетавской возвышенности среди широтной подзоны умеренно-влажной степи обнаруживаются два высотных пояса: горно-лесной с подзолистыми почвами расположен на высоте 400—780 м над уровнем моря (среднегодовая температура 1,2°, осадков выпадает 380 мм в год) и лесостепной с обыкновенными черно-

емами и серыми лесостепными почвами, расположенными на высоте 280—400 м над ур. м (среднегодовая температура 2,2°, осадков выпадает 320 мм в год). Среди описанных зональных почв разрозненными массивами, в сочетаниях и комплексах встречаются более 1,4 млн. га солонцов, солодей и солончаков и 0,5 млн. га луговых почв.

В области 3,8 млн. га пахотнопригодных земель, 1,6 млн. га — непригодны для земледелия и 1,6 млн. га земель требуют при освоении коренной мелиорации. Сенокосно-пастбищные земли составляют 2,8 млн. га.

Кустанайская область занимает площадь 19,5 млн. га. Здесь выделяется шесть растительно-почвенных подзон (табл. 12).

Умеренно-засушливая разнотравно-ковыльная степь простирается на обыкновенных черноземах (3,1 млн. га). Среднегодовая температура воздуха 1—1,5°, теплый период длится 130—137 дней. Сумма эффективных температур равна 2200°. За год выпадает 350 мм осадков.

Черноземы обыкновенные характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 60—80 см, вскипают с 30—50 см, выделение карбонатов происходит на глубине 70—100 см и гипса — во втором метре.

Горизонт А темно-серый, почти черный, мощностью 18—28 см, задернен, мелкокомковатой структуры; горизонт В неоднороден по окраске: на темно-сером фоне выделяются узкие буровато-серые заклинки (языковатость), уплотненный, крупнокомковатый; серые гумусовые потеки обнаруживаются на глубине до 96 см, горизонт С — желто-бурая глина с новообразованиями карбонатов.

Содержание гумуса — 9,2—7,2% (при $C_{гк} : C_{фк} = 2,8—3,2$); валового азота — 0,53—0,37% (при C : N = 10,0—14,4); сумма поглощенных оснований равна 36—29 мг-экв, pH = 6,5—7,5. Содержание подвижных форм: P_2O_5 — 25—12 мг и K_2O — 640—352 мг на 1 кг почвы; содержание водопрочных агрегатов достигает 40—50%.

Здесь распаханы 2 млн. га, на них получают высокие и устойчивые урожаи зерновых культур, в основном яровой пшеницы.

На южных черноземах (4,2 млн. га) тянется засушливая типчаково-ковыльная степь с разнотравьем. Среднегодовая температура составляет 1,4—1,7°, теплый пе-

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см	
		вскипания	залегани гипса
Черноземы обыкновенные.	60—80	30—50	100—17
Черноземы южные . .	50—70	22—30	100—14
Темно-каштановые . .	35—50	56—90	—
Каштановые	30—40	40—70	85—10
Светло-каштановые . .	35—45	35—50	То ж
Бурые	35—38	18—33	95—10

риод длится 138 дней, сумма эффективных температ 2300°. За год выпадает 300 мм осадков.

Черноземы южные характеризуются мо ностью гумусового профиля, равной 50—70 см; горизо А (21 см)—темно-серый задерненный суглинок мелкоко коватой структуры; горизонт В (21—56 см) неоднород по окраске — на темно-сером фоне имеются темно-бур заклинки породы, комковатой структуры, почва вскип ет с 22—30 см; на глубине 56—84 см находится темн бурый слой с серыми гумусовыми потеками, крупноко коватый.

Содержание гумуса 7,3—5,1%, общего азота — 0,30 0,25% (при C : N = 10,9—8,7 и $C_{гк} : C_{фк}$ = 1,9—1,7); pH =7,9—7,1. Сумма поглощенных оснований — 30 23 мг-экв. Засоление обнаруживается на глубине 110 130 см, сухой остаток составляет 1,78% (за счет гипса сернокислого натрия), содержание водопрочных агре тов не превышает 25%.

Содержание подвижных форм: P_2O_5—10—24 мг K_2O—450—810 мг на 1 кг почвы.

Здесь возделывается в основном пшеница. Решающ ми условиями получения высоких урожаев зерна явл ются влагообеспеченность и внесение фосфорных удо рений.

Для Кустанайской области типична умеренно-сух типчаково-ковыльная степь на темно-каштановых по вах (3,9 млн. га). Среднегодовая температура составл ет 2,1—2,5°, теплый период длится 145 дней. Сумма э фективных температур равна 2500°. Осадков выпада 280 мм.

устанайской области

pH	Общее содержание, %		Емкость поглощения, мг-экв на 100 га почвы
	гумуса	азота	
6,5—7,5	9,2—7,2	0,53—0,37	36—29
7,1—7,9	7,3—5,1	0,37—0,25	30—23
6,5—7,2	4,6—3,5	0,25—0,21	22—15
6,8—7,5	2,3—2,1	0,15—0,12	22—14
7,6—7,8	2,0—1,4	0,11—0,08	17—11
7,0—8,0	1,3—0,9	0,09—0,04	15—10

Темно-каштановые почвы характеризуются гумусовым профилем А+В мощностью 35—50 см. Горизонт А серый, задерненный, непрочнокомковатый, ВС — каштаново-бурый, уплотненный, комковатый. Вскипание происходит, начиная с глубины 56 см, выделения карбонатов — с 90 см. Содержание гумуса 4,6—3,5%, общего азота — 0,25—0,21 (при С : N = 10,6—9,6); сумма поглощенных оснований — 22—15 мг-экв, pH = 6,5—7,2.

Почвы распаханы, возделывается пшеница. Устойчивые урожаи возможны при накоплении влаги и внесении фосфорных удобрений.

Сухая типчаково-ковыльная степь простирается на средне-каштановых почвах (3,3 млн. га). Среднегодовая температура составляет 3,7°, теплый период длится 147 дней. Сумма эффективных температур равна 2600°. Осадков выпадает 230 мм в год.

Средне-каштановые почвы характеризуются гумусовым профилем А+В мощностью 30—45 см; собственно горизонт А (0—11 см) серо-бурый, пылевато-непрочнокомковатый, задернен; горизонт В (11—32 см) буро-сероватый, плотный, крупнокомковатый; ВС (32—[illegible] см) бурый, плотный, комковато-глыбистый, слегка трещиноватый, с выделениями карбонатов в виде белых пятен и прожилок. Горизонт С — желто-бурый плотный тяжелый суглинок с редкими прожилками гипса.

Содержание гумуса 2,3—2,1%, общего азота — 0,15—0,12% (при С : N = 8,1); сумма поглощенных оснований — 22—14 мг-экв.

Лучшие почвы пахотнопригодны, но при возделывании пшеницы требуют накопления влаги.

Южнее каштановых почв простирается подзона ло-каштановых почв (3,5 млн. га). Они залегают пустынно-степной полынно-типчаковой растительно Среднегодовая температура составляет 3,5—4,2°, те период длится 157 дней. Сумма эффективных тем тур равна 2900°. Осадков выпадает 200 мм в год.

Светло-каштановые почвы характери ся мощностью перегнойного профиля А+В, равной 40 см. Горизонт А (15—18 см) светло- или палево- го цвета, уплотненный, непрочнокомковатый, трещин тый; горизонт В (15—40 см) светло-коричневый, у ненный, комковатой структуры; выделения карбон отмечены начиная с глубины 40 см и гипса — с 100 см. Содержание гумуса 2,4—1,4%, общего азо 0,11—0,08% (при С : N=10,9—8,4 и $C_{гк}$: $C_{фк}$=1,4); ма поглощенных оснований — 17—11 мг·экв; р =7,6—7,8. Почвы используются как пастбища.

В северной полынной пустыне находятся бурые вы (1,4 млн. га). Среднегодовая температура соста ет 5,3—6,9°, теплый период длится 160 дней. Сумма фективных температур равна 3100°. Осадков выпа 160—175 мм в год.

Бурые почвы характеризуются мощностью п гнойного профиля А+В, равной 35—38 см. Горизон мощностью 8—18 см, желто-буроватого цвета, све опесчаненный, с корнями, бесструктурный, книзу ком ватый. Горизонт В буровато-желтый, плотный.

Содержание гумуса 1,3—0,9%, валового азота 0,09—0,04% (при С : N=8,3—8,6). Сумма поглощен оснований—15—10 мг-экв; реакция щелочная, pH=7-

В сельском хозяйстве почвы используются как па бища.

Павлодарская область расположена на площад 12,4 млн. га. Здесь в основном имеются две растити почвенные подзоны — южных черноземов и темно-к таковых почв (табл. 13).

В умеренно-засушливой зоне с разнотравно-ковы ной растительностью формируются южные черноз (1,5 млн. га). Среди них выделяют глубоковскипаю нормальные, карбонатные, осолоделые и солонцеват Среднегодовая температура подзоны составляет 1°, т лый период продолжается 135 дней, сумма эффективн температур равна 2200°. Осадков выпадает 300 мм в г

Таблица 13

Морфологические признаки и химический состав почв Павлодарской области

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина вскипания, см	pH	Общее содержание, %		Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
				гумуса	азота	
Черноземы южные . . .	45—55	45—50	6,4—7,4	6,0—5,7	0,31—0,25	29—21
Темно-каштановые	35—50	45—50	7,4—7,8	4,5—3,5	0,24—0,14	17—15
Светло-каштановые	30—35	25—35	—	2,3—1,8	0,14—0,10	15—8
Лугово-каштановые	35—60	С 60	7,0—7,4	5,1—3,1	0,22—0,17	22—12

Черноземы южные малогумусные нормальные, характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 45—55 см. Горизонт А (15—16 см) темно-серого цвета, слабоуплотненный, сильнокорешковатый, пылевато-комковатый; подгоризонт B_1 (14—56) окрашен неоднородно: на буровато-сером фоне породы ясно видны темно-серые языковатые гумусовые потеки, что характерно для западносибирской провинции черноземов. Вскипание происходит начиная с глубины 50 см. Карбонатные новообразования находятся на глубине 45—85 см.

Содержание гумуса 6,0—5,7%, валового азота — 0,31—0,25% (при С : N = 11); сумма поглощенных оснований невысокая — 21—29 мг-экв; pH = 6,4—7,4. Сумма водопрочных микроагрегатов составляет 35—50%.

Черноземные южные карбонатные характеризуются мощностью перегнойного профиля А+В, равной 60—65 см. Собственно горизонт А (20—22 см) темно-серой окраски со слабо-коричневым оттенком. Вскипание по гумусовым языкам происходит, начиная с глубины 10—12 см, а по бурым заклинкам породы — с глубины 5—8 см. Горизонт В уплотненный, призмовидно-комковато-ореховатой структуры. Гипс в виде мелкочешуйчатых кристаллов и друз заметен начиная с глубины 73—79 см. Содержание гумуса 5—4%, общего азота — 0,4—0,3 (при С : N = 9,5).

Эти почвы полностью освоены под посевы зерно-культур (пшеница).

В сухостепной зоне под покровом ковыльно-типчаковой растительности с участием разнотравья разв темно-каштановые почвы (6,7 млн. га). В них выделя такие же роды, как и в южных черноземах. Среднего вая температура подзоны составляет 1—2°, теплый риод длится 140 дней, сумма эффективных темпер равна 2400°. Осадков выпадает 250 мм в год.

Темно-каштановые почвы характеризую мощностью гумусового профиля А+В, равной 35—50 Горизонт А (15—20 см) темно-каштанового цвета, с ху пороховато-комковатой, книзу комковатой стру ры, уплотнен; подгоризонт B_1 темно-бурого цвета, щиноватый с заклинками породы; подгоризонт B_2 однородно окрашен за счет темно-серых гумусо затеков и желто-бурых заклинок породы, плотный, кр нокомковатой или ореховатой структуры; горизонт С желто-бурая материнская порода.

Содержание гумуса 4,5—3,5%, общего азота — 0,24 0,14% (при C : N = 10,6—10,2 и $C_{гк} : C_{фк}$ = 2—1,4); с ма поглощенных оснований равна 17—15 мг-экв; pH = 7,4—7,8. Темно-каштановые почвы за исключени солонцеватых комплексов являются хорошими пахотн пригодными землями. Они используются под зерновы

Светло-каштановые почвы (743 тыс. га характеризуются мощностью гумусового профиля А+В равной 30—35 см. Горизонт А (12—14 см) светло-каш нового цвета, комковато-пылеватой структуры; подгор зонт B_1 — того же цвета суглинок глыбисто-комковат и комковато-ореховатой структуры; подгоризонт B_2 бурый, глыбистый. Горизонт С палево-желто-бурый плотный, орешковатый с «бородками» гипса.

Содержание гумуса 2,3—1,8%, общего азота — 0,14 0,10% (при C : N = 9,9). Сумма поглощенных основан составляет 8—15 мг-экв на 100 г почвы.

В области имеются большие площади интрозональ ных почв: около 1,5 млн. га луговых разностей черно мов и каштановых почв, 830 тыс. га луговых и луговы болотных, 2,9 млн. га солончаков, солонцов и солодей 0,7 млн. га пойменных (ценные сенокосы и пастбища) боровых песков. И наконец, в области 1,8 млн. га горны и каменистых почв, представляющих пастбищные угодь

Лугово-каштановые почвы характеризуются перегнойным профилем А+В, равным 35—60 см. Горизонт А (0—20 см) темно-каштанового цвета, пороховидно-комковатой структуры. Горизонт В (20—60 см) бурого цвета, комковатой структуры; горизонт С — желто-бурый карбонатный и гипсоносный тяжелый суглинок.

Содержание гумуса 5,1—3,1%, общего азота — 0,22—0,17% (при С:N=10,2—11,5); сумма поглощенных оснований — 22—12 мг-экв; pH=7,0—7,4.

Северо-Казахстанская область занимает площадь 4,5 млн. га, в том числе 2,4 млн. га пашни и залежей, 930 тыс. га сенокосов и пастбищ, 408 тыс. га лесов и кустарников. Болота, озера и реки составляют 221 тыс. га. Здесь выделяются две почвенно-растительные подзоны (табл. 14). Среднегодовая температура равна 0,2—0,8°, осадков выпадает 320 мм в год.

На севере области под злаково-разнотравной растительностью расположена подзона луговых и выщелоченных черноземов (404 тыс. га), с участками серых лесостепных (под березой) почв (9,7 тыс. га).

Черноземы выщелоченные среднегумусовые характеризуются мощностью перегнойного горизонта А+В, равной 45—50 см, вскипают с 55—80 см. Подгоризонт A_1 (0—5 см) — темно-серый задернованный суглинок комковатой структуры; A_2 (5—30 см) — тот же суглинок, рыхлый, непрочнокомковатый; горизонт В (30—40 см) — буровато-серый, переплетен корнями растений, комковатый, со слабым глянцем на гранях. Горизонт С — желто-бурый суглинок, плотный, призмовидно-глыбистой структуры.

Содержание гумуса 9—8%, общего азота 0,5—0,4% (при С:N=9). Суммы поглощенных оснований — 30—40 мг-экв на 100 г почвы.

Эти почвы обеспечены влагой и освоены под пшеницу, но требуют внесения фосфорных удобрений.

В подзоне степи с отдельными массивами лесов под разнотравно-типчаково-ковыльной и разнотравно-ковыльной растительностью формируются черноземы обыкновенные среднегумусные (4,1 млн. га).

Черноземы обыкновенные среднегумусные делятся на роды: несолонцеватые, солонцеватые, языковатые, карбонатные и слаборазвитые — и на виды: мощные (А+В более 80 см), увеличенной мощности

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см	
		вскипания	залегания гипса
Черноземы выщелоченные	45—50	55—80	60—80
Черноземы обыкновенные	32—80	30—43	80—110
Лугово-черноземные	55—61	12—37	61—97

(А+В=70—80 см), среднемощные (А+В=45—65 см), уменьшенной мощности (А+В=45—30 см) и маломощные (А+В меньше 30 см). У языковатых черноземов подгоризонт A_1 (0—5 см) — темно-серая дернина комковатой структуры, A_2 (5—18 см) — неоднороден по окраске: темно-серые языковатые гумусовые затеки в сугливке чередуются с серовато-бурыми заклинками порой шириной в 2—3 см. Горизонт зернистой (по затекам) структуры, переплетен корнями трав. Почва вскипает по-разному: в слое 0—10 см — по заклинкам и 30—40 см — по гумусовым затекам.

Содержание гумуса 9—6%, общего азота — 0,6—0,4% (при C : N=7,3—10,5 и $C_{гк} : C_{фк}$ =1,16—1,38); pH=6,6—7,2. Сумма поглощенных оснований составляет 37—36 мг-экв на 100 г почвы. Содержание гипса на глубине 110—140 см составляет 2,68—5,27%.

Черноземные почвы давно распаханы и на них возделывается пшеница. Для повышения их плодородия рекомендуется применение агротехнических мероприятий по восстановлению структуры. Необходима борьба с сорняками на посевах, накопление влаги, а также внесение гранулированного суперфосфата.

В области развиты внутризональные почвы: 0,5 млн. га солодей, солонцов и солончаков, 0,4 млн. га луговых разностей, значительно количество их комплексов и сочетаний (847 тыс. га).

Солоди формируются по блюдцеобразным понижениям рельефа, занятым колками осиново-березового леса, имеют сверху лесную подстилку в 3—5 см. Подгоризонт A_1 (8—10 см) состоит из полуразложившейся темноокрашенной массы листьев, веток березы и остатков

Северо-Казахстанской области

pH	Общее содержание, %			Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
	гумуса	азота	фосфора	
—	9—8	0,5—0,4	0,2	40—30
6,6—7,2	9—6	0,6—0,4	0,2	37
6,7—7,6	10—7	0,8—0,4	—	48—34

травянистой растительности, A_2 (20—25 см) — белесый осолоделый суглинок с ржавыми пятнами, рыхлого, слоистого сложения; B_1 (30—40 см) — бурый с ржавыми и глеевыми пятнами, плотный, глыбисто-ореховатый; B_2 (60—80 см) — бурый тяжелый суглинок с обилием ржавых и глеевых пятен, уплотнен. Почва вскипает с глубины 80—100 см. Горизонт С — зеленовато-серый, оглеенный суглинок с охристыми потеками и рядковыми зернами. Передвижение ила отмечается в горизонте B_1 (34—54%). Емкость поглощения составляет 7—11 мг-экв на 100 г почвы, pH в подгоризонте A_2 равна 4,8—5,8, то есть реакция осолоделого горизонта кислая.

Содержание гумуса не превышает 10%, общего азота — 0,07% (при C : N = 8,2).

Семипалатинская область расположена на территории площадью 18,3 млн. га и находится в пределах трех широтных почвенно-растительных зон: степной, пустынно-степной и пустынной (табл. 15). На юго-западных склонах Калбинских гор и западном Тарбагатае появляются высокогорно-луговая, горно-степная и предгорная пустынно-степная вертикальные зоны.

Степная широтная зона представлена подзоной сухих степей с темно-каштановыми почвами (678 тыс. га) под типчаково-ковыльной растительностью с примесью разнотравья. Среднегодовая температура составляет 2,5—3°, продолжительность теплого периода 200 дней, осадков выпадает 250—300 мм в год.

Темно-каштановые почвы характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 40—60 см. Горизонт А — одноименного цвета, буреющий книзу, комковато-зернистой и непрочнокомковатой структуры.

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см	
		вскипания	залегания гипса
Темно-каштановые	40—60	35—50	Со 150
Светло-каштановые	35—45	25—35	95—125
Бурые	34—42	С поверхности	—
Серо-бурые	34—37	То же	С 72

Содержание гумуса от 4,1 до 2,6% (при $C_{гк}:C_{фк}$ = 0,8), общего азота — 0,21—0,13% (при C:N=9,1—10,7); емкость поглощения равна 25—17 мг-экв на 100 г почвы; pH=7,0—7,4. Содержание подвижных элементов (мг/кг): азот гидролизуемый — 30—38, K_2O — до 665.

Это основные пахотнопригодные, интенсивно распахиваемые земли. Получение устойчивых и высоких урожаев пшеницы возможно при условии накопления и сохранения влаги в почве.

В пустынно-степной зоне преобладают светло-каштановые почвы (6,4 млн. га). Среднегодовая температура воздуха зоны составляет 1,7—3°, теплый период длится 205 дней. За год выпадает 250 мм осадков.

Светло-каштановые почвы характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 35—45 см. Горизонт А (10—14 см) пылевато-комковатой структуры с небольшим количеством гумуса (1,8—2,3%) и азота (0,17—0,18% при C:N=9—11); емкость поглощения равна 19—17 мг-экв на 100 г почвы. Реакция почвы слабощелочная, pH=7,3—8,0. Содержание подвижных форм (мг/кг): гидролизуемого азота — 35, P_2O_5 — 10—28 и K_2O — 346—465. Почвы используются как пастбища.

В подзоне северных пустынь под полынно-солянковой растительностью формируются бурые почвы (2,5 млн. га). Среднегодовая температура равна 5,6°, теплый период длится 226 дней, осадков выпадает 150—200 мм в год.

Бурые почвы характеризуются мощностью профиля А+В, равной 34—42 см. Горизонт А (10—12 см) светло-бурой окраски, комковатой структуры, с поверхности несколько слоеватый. Глубже залегает комковато-ореховатый карбонатно-иллювиальный горизонт и еще

Таблица 15

Семипалатинской области

pH	Общее содержание, %		Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
	гумуса	азота	
7,0—7,4	4,1—2,6	0,21—0,13	25—17
7,3—8,0	2,3—1,8	0,17—0,08	19—17
7,5—8,0	1,2—0,6	0,07—0,04	12—9
8—9	1,4—1,1	0,10—0,07	11—8

глубже — горизонт, содержащий гипс и легкорастворимые соли.

Содержание гумуса 1,2—0,6% (при $C_{гк} : C_{фк} = 0,8—0,9$), общего азота — 0,07—0,04% (при C : N = 7—9); в подгумусовом горизонте содержится до 10—18% карбоната кальция. Емкость поглощения равна 12—9 мг-экв на 100 г почвы; pH = 7,5—8,0. Почвы в основном используются как пастбища.

На крайнем юге области (Северное Прибалхашье) развиты серо-бурые почвы (985 тыс. га), используемые также как пастбища.

В области имеется четверть миллиона гектаров черноземов, расположенных на равнинах (выщелоченные, обыкновенные и южные). Черноземы — хорошие пахотные земли, используемые для возделывания зерновых культур, подсолнечника, сахарной свеклы и кормовых культур.

Среди зональных почв широко представлены луговые разности почв (лугово-каштановые, лугово-бурые, луговые). Они занимают около 2 млн. га. Это — пашня, сенокосы, пастбища. Встречаются солонцы, солончаки (2,9 млн. га) и пески (0,6 млн. га). Комплексы и сочетания почв составляют 62%.

Горные почвы занимают 4,1 млн. га (23%), среди них преобладают светло-каштановые (2 млн. га) и темно-каштановые (1,26 млн. га), которые используются как сенокосы и пастбища.

Талды-Курганская область занимает площадь 11,8 млн. га и делится на четыре части: юго-восточную и восточную (хребет Джунгарский Алатау), северную (Балхаш-Алакульская впадина), северо-западную (мел-

косопочник) и южную (Илийская впадина). Сельско-зяйственное использование почв таково: пашня зани-ет 752 тыс. га, сенокосы — 347 тыс. га, пастбища и по-гоны — 7,9 млн. га, леса и кустарники — 350 тыс. га. Земли области протянулись от пустыни Прибалхаш-до снежных вершин Джунгарского Алатау. Здесь ярко выражена вертикальная почвенно-растительная зональ-ность (табл. 16).

Снеговая зона находится на высоте 4000—5000 м над ур. м. Для нее характерны снега, ледники и осыпи горных пород.

Зона горнолуговых почв (4000—2000 м над ур. м.) занимает 812 тыс. га. Среднегодовая температура состав-ляет 7°, годовое количество осадков — 316 мм.

В подзоне горно-лесостепных почв (2500—1500 м над ур. м.) преобладают темноцветные лесные, темно-серые почвы, оподзоленные и выщелоченные черноземы (688 тыс. га). Здесь в год выпадает 1000 мм осадков.

Черноземы выщелоченные характеризуются мощностью гумусового горизонта А+В, равной 75—150 см, вскипают начиная с глубины 80—100 см. Гори-зонт А (35—40 см) темно-серого или черного цвета, ме-козернистой структуры с содержанием гумуса от 13 до 9%, общего азота — до 0,6% (при $C_{гк} : C_{фк} = 1,5—1,6$), P_2O_5 — 0,41—0,30%, K_2O — 2,5%. Этим почвам присущ-емкость поглощения, равная 29—33 мг-экв на 100 г почвы, содержание водопрочных агрегатов в горизонте А составляет 40—84%. Почвы используются под летние пастбища.

В подзоне горностепных почв (1500—750 м над ур. м.) формируются горностепные малогумусные черноземы, темно- и светло-каштановые почвы составляют там 976 тыс. га. Среднегодовая температура равна 4,5—7,6°. Осадков выпадает от 330 до 590 мм в год.

Черноземы малогумусные характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 75—100 см. Они буровато-темно-серого цвета и зернисто-комковатой структуры. Гумусовый горизонт А (30 см) содержит 7—4% гумуса (при $C_{гк} : C_{фк} = 1—1,15$); общего азота — 0,4—0,2% и общего фосфора — 0,19—0,10%; реакция почвы нейтральная или слабощелочная. pH = 6,5—7,5; емкость поглощения — 35—25 мг-экв на 100 г почвы.

Морфологические признаки и химический состав почв Талды-Курганской области

Почвы	Мощность гумусового профиля (А + В), см	Глубина, см			pH	Общее содержание, %			Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
		вскипания	залегания гипса	залегания водорастворимых солей		гумуса	азота	фосфора	
Горно-лесные темноцветные	45—65	—	—	—	5,8—6,8	18,0—15,0	0,8 —0,7	—	60—45
Горно-лесные темно-серые	100—150	100—150	—	—	6,0—6,7	16,0—10,0	0,6 —0,5	—	37—27
Черноземы выщелоченные	75—150	80—100	—	—	5,7—7,0	13,0— 9,0	0,6 —0,4	0,41—0,30	33—29
Черноземы малогумусные	75—100	35—65	—	—	6,5—7,5	7,0— 4,0	0,4 —0,2	0,13—0,10	35—25
Темно-каштановые карбонатные . . .	50—75	С поверхности	90—150	—	6,7—8,0	3,1— 4,1	0,27—0,11	0,17—0,11	29—16
Светло-каштановые карбонатные . . .	35—50	То же	75—100	—	6,7—8,5	1,7— 2,5	0,16—0,07	0,15—0,07	20—15
Серо-бурые . . .	25—35	То же	25—75	40—85	8,0—8,6	1,3— 0,2	0,06—0,03	0,15—0,12	14—7
Сероземы малокарбонатные	15—35	То же	—	—	8,2—9,0	1,3— 0,4	0,08—0,03	0,16—0,09	10—6
Лугово-сероземные	35—55	То же	—	30—50	7,9—9,0	2,5— 1,5	0,14—0,10	0,18—0,10	17—13

Темно-каштановые карбонатные почвы характеризуются мощностью гумусового профиля, равной 50—70 см. Горизонт А коричневато-темно-серого цвета, зернисто-комковатой структуры, мощностью 25—45 см, с содержанием гумуса 4,1—3,1%, общего азота — 0,27—0,11% (при $C_{гк} : C_{фк} = 0,6—0,8$), фосфора — 0,17—0,11% и невысокой емкостью обмена — 29—16 мг-экв. Содержание водопрочных агрегатов составляет 40—60%.

Горизонт В серовато-бурого цвета, комковатой структуры, мощность его 20—30 см, в нем содержится 2—3% гумуса. Иллювиально-карбонатный горизонт ВС бурого цвета с белесыми карбонатными пятнами, комковатой структуры, мощностью 35—75 см. Выделения гипса замечаются на глубине 90—150 см. В гумусовом горизонте реакция почвы нейтральная и слабощелочная (pH = 6,7—8,0), в породе — щелочная (pH = 7,5—8,5).

На этих почвах развито богарное и поливное земледелие.

Светло-каштановые карбонатные почвы характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 35—50 см. Гумусовый горизонт А светло-каштанового цвета, зернистокомковатой структуры, мощностью 15—25 см с содержанием гумуса 2,5—1,7% и емкостью поглощения 20—15 мг-экв на 100 г почвы. Горизонт В бурой окраски, комковатой структуры, мощностью 20—15 см. Выделения карбонатов происходят на глубине 35—75 см в виде жилок, стяжений и журавчиков; гипс в кристаллах попадается на глубине 75—100 см; реакция почвы щелочная, pH = 6,6—8,5.

В зоне пустынных почв (750—350 м над ур. м.) формируются серо-бурые, бурые сероземы северные, луговые сероземы и такыровидные почвы (3,8 млн. га). Среднегодовая температура равна 5,4—9,2°, осадков выпадает 230—210 мм в год.

Серо-бурые почвы имеют палево-серую трещиноватую пористую корочку, внизу слоистую, мощностью 5—10 см, вскипают от кислоты. Ниже расположен серый подкорковый подгоризонт слоевато-чешуйчатого сложения, далее — бурый, плотный (5—10 см), слабокомковатый слой с корочкой углекислых солей, затем светло-бурый уплотненный слой (15—25 см) с белесыми пятнами карбонатов и гипсовый горизонт (25—75 см), где шестоватый гипс встречается в виде волокнисто-ноздреватых

скоплений желтовато-бурого цвета. Содержание гумуса 1,3—0,2%, общего азота — 0,06—0,03 и валового фосфора — 0,15—0,12%. Емкость поглощения равна 14—7 мг-экв на 100 г почвы; pH=8,0—8,6. Содержание гипса на глубине 40—80 см составляет 14—40% и CO_2 карбонатов — 4—7%.

Сероземы малокарбонатные характеризуются гумусовым профилем А+В мощностью 15—35 см. Горизонт А (10—15 см) палево-серой окраски, рыхлого сложения, тонколистоватой или чешуевидно-комковатой структуры; горизонт В (15—20 см) палево-серой окраски с буроватым оттенком, комковато-пороховатой структуры. Хорошо заметны следы деятельности червей и насекомых. Выделения карбонатов в виде жилок и стяжений наблюдаются начиная с глубины 30—40 см. Вскипание происходит начиная с поверхности. Горизонт С — палево-желто-бурая порода, лёссовидная. Содержание гумуса 1,3—0,4% (при $C_{гк} : C_{фк} = 0,3—0,7$), общего азота — 0,08—0,03 и общего фосфора — 0,16—0,09%. Емкость поглощения составляет 10—6 мг-экв на 100 г почвы, pH=8,2—9,0.

Лугово-сероземные почвы характеризуются мощностью перегнойного профиля А+В, равной 35—55 см. Подгоризонт A_1 (0—4 см) палево-темно-серый со слоистостью, слабозадернённый; A_2 (4—17 см) — темно-серый, комковато-пороховатый; B_1 (17—30 см), С (30—60 см) светло-бурый, комковатый; Д (60—160 см) — желто-бурый суглинок с обильным выделением окислов железа в виде ржаво-бурых пятен. Содержание гумуса 2,5—1,5%, общего азота — 0,14—0,10%, общего фосфора — 0,18—0,10%; сумма поглощенных оснований составляет 13—17 мг-экв на 100 г почвы.

На этих почвах развито орошаемое земледелие и животноводство. Большие площади приходятся на луговые (1,3 млн. га), засоленные почвы и пески (3 млн. га).

Пойменно-луговые почвы формируются на аллювиальных отложениях в долинах рек Или, Каратала, Тентека, Лепсы и под вейниковым и тростниковым лугами. Вскипание почвы начинается с поверхности. На поверхности заметны выделения солей, а с глубины 50 см — окиси железа в виде ржаво-бурых пятен. В слое от 0 до 10 см почвы серые, слабозадерненные, рыхлые; ниже, начиная с 10—25 см — светлый, влажный, комко-

вато-пороховатый суглинок с выделениями солей; глу (25—45 см) залегает более гумусированный, рыхл комковатый слой с мелкой зернистостью, с 45—110 см желтовато-бурый суглинок с прожилками солей и окс железа. Содержание гумуса 2,0—1,1%; CO_2 карбо тов — 6—13%.

На этих почвах развито орошаемое земледелие и ж вотноводство.

Тургайская область занимает 12 млн. га и охваты ет сухостепную, полупустынную и пустынную почвен растительные зоны.

На севере, в пределах Октябрьского, Есильско Джаксинского районов, имеется более 0,9 млн. га ю ных черноземов, как однородных, так и в сочетаниях другими интразональными почвами.

В сухостепной зоне выделяются подзоны темно-каш тановых (2 млн. га) и средне-каштановых (2,5 млн. г почв. Первые почвы преобладают в Октябрьском, Держ винском, Есильском и Джаксинском административны районах, а вторые — в Аркалыкском, Джангельдинско Державинском и Амангельдинском районах.

Полупустынные светло-каштановые почвы (0,9 мл га) в основном развиты в Амангельдинском и Аркалык ском районах.

В этих же районах южнее подзоны светло-каштано вых почв развиты пустынные бурые почвы. Они занима ют 0,6 млн. га.

В области имеются более 0,5 млн. га почв гидроморф ного ряда и 2,8 млн. га степных, лугово-степных и луго вых солонцов, встречающихся во всех перечисленны подзонах как однородными массивами, так и в сочетани ях с другими почвами. Они сильно снижают сельскохо зяйственную ценность однородных массивов почв и сте пень их пахотнопригодности.

Морфологические признаки и химический состав почв этой области приведены при описании почв Кустанай ской и Целиноградской областей.

Подзоны черноземов южных и темно-каштановых почв по количеству осадков (320—260 мм в год), продол жительности вегетационного периода (138 дней) и сум ме эффективных температур (2370°) достаточно благо приятны для бесполивного земледелия. Там, где позво ляют условия (комплексность с солонцами и рельеф

местности), они полностью распаханы и используются для возделывания яровой пшеницы.

В подзоне каштановых почв недостаток атмосферных осадков (220 мм в год) и засуха лимитируют земледелие. Эта подзона земледельческо-животноводческого направления.

Светло-каштановые и бурые почвы используются как пастбища и сенокосы. Здесь развито животноводство мясо-шерстного направления. Однако продуктивность этих угодий снижает наличие больших массивов солонцов. В Джангельдинском и Амангельдинском районах их площади преобладают над площадями названных зональных почв.

На интразональных почвах гидроморфного ряда (лугово-каштановые и луговые) возможно развитие лиманного земледелия.

Уральская область занимает 15 млн. га и расположена в пределах трех широтных зон — степной, пустынно-степной и пустынной. В направлении с севера на юг сменяются такие зональные почвы: черноземы южные (77 тыс. га), темно-каштановые (1,4 млн. га), средне-каштановые (3,7 млн. га), светло-каштановые (6,1 млн. га) и бурые (3,7 млн. га). Среди них в комплексе и сочетаниях развиты (2,37 млн. га) лугово-каштановые пойменно-луговые, лугово-бурые, темно- и светло-луговые почвы (табл. 17).

Черноземы южные характеризуются мощностью перегнойного профиля А+В, равной 40—60 см. Горизонт А темно-серый, рыхлый, корешковатый комковато-пылеватый; горизонт В (20—50 см) буровато-серый, уплотненный, зернисто-комковатый; ВС (50—92 см) желто-бурый с затеками, сильноуплотненный, глыбистый; горизонт С желто-бурый с белыми пятнами карбонатов и буро-серыми единичными затеками.

Содержание гумуса 5,3—4,0%, общего азота — 0,27—0,19% (при C : N = 10,3—12,2), общего фосфора — 0,17—0,09, K_2O — 2,0—2,5%. Сумма поглощенных оснований составляет 28—26 мг-экв на 100 г почвы, pH = 7,1—7,6. Содержание подвижных форм в карбонатных разностях (мг/кг): гидролизуемого азота — 69—135; P_2O_5 — 6,1—8,6 и K_2O — 245—545.

Черноземы южные в основном распаханы и заняты посевами пшеницы.

Таблица 17

Морфологические признаки и химический состав почв Уральской области

Почвы	Мощность гумусового профиля (А + В), см	Глубина, см		pH	Общее содержание, %		Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
		вскипания	залегания водорастворимых солей		гумуса	азота	
Черноземы южные	40–60	20–25	112	7,1–7,6	5,3–4,0	0,27–0,19	28–26
Темно-каштановые карбонатные	50–60	С поверхности	Со 150	7,6–8,2	4,1–3,6	0,26–0,18	35–27
Каштановые нормальные	38–50	26–37	Со 110	7,0–7,6	3,1–2,2	0,18–0,12	20–25
Светло-каштановые нормальные	36–42	29–35	130–150	7,3–7,8	2,0–1,5	0,12–0,07	20–11
Лугово-каштановые	85–98	98	90–100	7–8	7,9–5,5	0,46–0,20	29–27
Бурые	28–32	17–30	Со 100	7,6–8,6	1,6–1,0	0,12–0,06	14–11
Луговые	55–65	С поверхности	—	7,2–8,7	16–1,6	1,0 –0,1	32–6
Пойменно-луговые	—			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

В умеренно-сухой типчаково-ковыльной степи значительно распространены темно-каштановые почвы. Среднегодовая температура воздуха в подзоне 4,0—4,4°, за год выпадает около 300 мм осадков.

Темно-каштановые карбонатные почвы характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 50—60 см, отдельные гумусовые языковатые затеки проникают до 80 см. Эту языковатость П. А. Костычев объяснял осыпанием почвы гумусового горизонта вглубь по трещинам почвы. Содержание гумуса 4,1—3,6%, общего азота —0,26—0,18% (при С : N=7,7—10,2); емкость поглощения составляет 35—27 мг-экв на 100 г почвы; pH=7,6—8,2.

Почвы используются в земледелии под зерновые и позволяют получать высокие урожаи при накоплении, сохранении влаги и внесении азотно-фосфорных удобрений.

Средне-каштановые почвы формируются на элювиальных отложениях и характеризуются мощностью гумусового профиля А+В, равной 38—50 см. Горизонт А (0—20 см) каштановый, уплотненный, комковато-пылеватый; подгоризонт B_1 (20—37 см) буро-каштановый, сильноуплотненный, крупнокомковато-ореховатый, трещиноватый; B_2 (37—56 см) желто-бурый с темными затеками карбонатов, плотный, призмовидно-ореховатый. Содержание гумуса 3,1—2,2%, общего азота — 0,18—0,12% (при С : N=8,2—10,6); емкость поглощения составляет 30—25 мг-экв на 100 г почвы, pH= =7,0—7,6%. По этим почвам проходит южная граница неполивного земледелия. Под посевами сельскохозяйственных культур занято 597 тыс. га.

В сухой полынно-типчаковой пустынной степи расположены самые распространенные почвы области — светло-каштановые. Среднегодовая температура подзоны составляет 5—5,4°, осадков выпадает от 210 до 250 мм в год.

Светло-каштановые почвы (6,1 млн. га) расположены в северной части Прикаспийской низменности и развиты под полынно-типчаковыми группировками с участием ковыля-волосатика, мятлика, пырея и эфемеров. Мощность перегнойного профиля А+В 36—42 см; верхняя часть его светло-каштановой окраски, пороховато-комковатой структуры, нижняя — буро-каш-

Почвы	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см	
		вскипания	залеганія гипса
Черноземы обыкновенные.	60—80	18—40	120—150
Черноземы южные . .	50—60	40—50	90—130
Темно-каштановые . .	45—55	25—40	100—120
Каштановые	30—45	40—50	80—100
Светло-каштановые . .	30—45	45—55	80—90
Лугово-каштановые . .	45—90	40—100	—

тановой окраски и комковато-ореховатой структуры. Выделения карбонатов в виде сплошного белесого налета заметны начиная с 40 см вглубь до 128 см. Содержание гумуса 2,0—1,5%, общего азота — 0,12—0,07% (при C : N = 8,7—9,7); сумма поглощенных оснований — 20—11 мг-экв на 100 г почвы, водорастворимые соли обнаруживаются на глубине 130—150 см; pH = 7,3—7,8.

Почвы используются как сенокосы и пастбища. На поливе (из Кушумской системы) дают устойчивые урожаи зерновых культур.

В условиях северной пустыни под серо-полынной (с еркеком, мятликом) растительностью развиты бурые почвы. Среднегодовая температура составляет 6,4°, осадков выпадает 180—200 мм в год.

Бурые почвы (3,7 млн. га) характеризуются уплотненным в нижней части гумусовым профилем бурой окраски мощностью 28—32 см. Глубже залегают комковато-ореховатый карбонатный и солевой (глубже 100 см) горизонты. Содержание гумуса 1,6—1,0 и азота — 0,12—0,06% (при C : N = 7,7—8,4). Сумма поглощенных оснований составляет 14—11 мг-экв на 100 г почвы. Почвы используются как пастбища.

Целиноградская область занимает площадь в 15,5 млн. га и делится на две ясно выраженные почвенно-климатические зоны — черноземную и каштановую, с пятью подзонами: обыкновенных (374 тыс. га) и южных (3,4 млн. га) черноземов, темно-каштановых (6,8 млн. га), каштановых (2 млн. га) и светло-каштановых (2,8 млн. га) почв (табл. 18). Почвы комплексные. Среднегодовая температура воздуха колеблется от 0,6° до

Целиноградской области

pH	Общее содержание, %		Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
	гумуса	азота	
6,7—6,9	9,0—8,0	0,46—0,41	40—32
7,0—7,6	5,5—4,1	0,28—0,15	22—19
7,2—7,8	4,5—4,0	0,20—0,17	22—18
7,6—8,2	3,4—2,6	0,21—0,16	18—15
7,6—8,6	2,3—2,0	—	14—12
7,2—8,3	7,2—6,4	0,12	26—20

севере до 3,5° на юге, годовое количество осадков убывает соответственно с 300—350 мм до 200—250 мм. Сумма эффективных температур составляет 2200—2500°.

Черноземы обыкновенные развиты под разнотравно-ковыльной растительностью, отличаются значительной мощностью гумусового профиля (А+В=60—80 см) и темной его окраской; карбонатные выделения в виде мазков и пятен заметны, начиная с глубины 30—40 см и гипса — со 120—150 см. Горизонт А (0—18 см) темно-серый тяжелый суглинок, уплотнен, зернисто-комковатый; подгоризонты B_1 — того же цвета, но с буроватым оттенком, комковатый; B_2 — буровато-темно-серый с расплывчатыми грязно-белыми пятнами карбонатов и желто-бурыми заклинками породы, плотный, крупнокомковатый. Содержание гумуса 9—8%, валового азота — 0,46—0,41% (при C : N=10—12), pH=6,7—6,9. Сумма поглощенных оснований составляет 40—32 мг-экв на 100 г почвы.

Черноземы южные распространены по межсопочным равнинам на делювиальных суглинках под разнотравно-типчаково-ковыльной ассоциацией. Мощность гумусового профиля А+В равна 50—60 см. Горизонт А (16—18 см) темно-серого цвета, книзу с буроватым оттенком, пылевато-комковатой или комковатой структуры; карбонатный горизонт уплотнен, с новообразованиями углекислых солей в виде пятен (с 40—55 см). Гипс в виде мелких кристаллов и чешуек виден начиная с глубины 90—130 см. Содержание гумуса — 5,5—4,1% ($C_{гк} : C_{фк}$=0,7), валового азота — 0,28—0,15 (при C : N=10,5). Сумма поглощенных оснований составляет 19—

22 мг-экв на 100 г почвы; pH=7,0—7,2. Общая по ность в гумусовом горизонте составляет 55%, в гор те В — 38%; водопроницаемость равна 85—150 мм Это объясняется хорошей микроагрегатностью, по ностью и трещиноватостью почвенного профиля, обус ливающими «провальное» впитывание воды почвой.

Темно-каштановые карбонатные почв развиты на обширной плоскоувалистой равнине в це ральной и западной части области под ксерофито-ра травно-типчаково-ковыльной растительностью. Мощно гумусового профиля А+В равна 40—60 см, а отдель затеки гумуса проникают до 70—80 см; карбонаты в де пятен видны с глубины 35—45 см; горизонт А (16 21 см) коричневато-темно-серой окраски, пылевато-ко коватой структуры; горизонт В серовато-темно-корич вого цвета с заклинками породы и пятнами карбонат комковато-глыбистой структуры, плотного сложени на поверхности структурных отдельностей наблюдает глянцеватость; вскипание происходит с поверхност Мелкие кристаллы и друзы гипса обнаруживаются н глубине 90—125 см. Горизонт С — желто-бурая плотн глина. Содержание гумуса 4,5—4,0% (при $C_{гк}:C_{фк}$ =0,6), валового азота — 0,20—0,17 (при C:N=10,3— 12,2). Сумма поглощенных оснований равна 22— 18 мг-экв, реакция почв щелочная, pH=7,2—7,8. По данным Комсомольского стационара АН КазССР, Есильском районе объемный вес почвы колеблется от 1,09—1,19 г/см³ в горизонте А и до 1,42—1,64 г/см³ в го ризонте ВС, скважность соответственно составляет 53— 59 и 39—47%; водопроницаемость из-за тяжелого механического состава весьма низкая — 18 мм/час.

Почвы склонны к сильному уплотнению и поэтому хороший эффект дает глубокая вспашка с предплужником, последующее дискование и глубокое безотвальное рыхление.

Каштановые карбонатные почвы распространены в западной части подзоны и развиты под ковыльно-типчаковой растительностью с примесью ксерофильного разнотравья. Мощность гумусового профиля (А+В) составляет 30—45 см; сверху выделяется тонкопористая коричневато-светло-серая слоистая корочка (0—5 см). Подгоризонты A_1 (5—15 см) темно-коричневого цвета, плотной пороховато-комковатой структуры; B_1

5—40 см) темно-коричневый с затеками гумуса, плотный, комковато-глыбистый, глинистый; C_1 (40—75 см) — буровато-желтая глина с белоглазкой карбонатов; C_2 (75—120 см) — коричневато-желтая глина с мелкими кристаллами гипса. Содержание гумуса 3,4—2,6%, валового азота — 0,21—0,16% (при C : N = 8,4—9,3); pH = 7,6—8,2. Сумма поглощенных оснований составляет 18—15 мг-экв на 100 г почвы.

Светло-каштановые почвы развиты на продуктах выветривания кристаллических палеозойских пород, что обусловливает скелетность почвы. У нормальных почв мощность гумусового профиля A+B составляет 30—45 см; сверху находится корочка почвы (3—5 см), светло-серая, тонкопористая, слоеватая или чешуйчатая, ниже светло-коричневого цвета. Горизонт A мощностью 7—10 см; горизонт B — коричневато-бурого цвета, уплотнен, комковат с глянцем на поверхности агрегатов. В нижней части горизонта находятся белоглазки карбонатов, а на глубине 80—90 см — гипс и другие соли. Содержание гумуса 2,3—2,0%. Емкость поглощения составляет 14—12 мг-экв на 100 г почвы; pH = 7,6—8,6. Верхняя часть профиля почвы обеднена илом.

Черноземы и темно-каштановые почвы распаханы под пшеницу, остальные почвы заняты под сенокосы и пастбища.

На полях колхозов и совхозов области применяется противоэрозионная система земледелия, разработанная Всесоюзным научно-исследовательским институтом зернового хозяйства (ст. Шортанды).

Чимкентская область занимает площадь 12,1 млн. га и охватывает значительную часть предгорий Западного Тянь-Шаня, Туранской низменности и пустыни Бетпак-Далы.

Широтная пустынная зона на юге постепенно переходит в вертикальные зоны: высокогорную нивальную, высокогорную лугово-степную, горную зону арчевых редколесий, кустарников и крупнотравных полусаванн и предгорную зону низкотравных полусаванн. Основные почвы (табл. 19): горнолуговые, альпийские и субальпийские высокогорные, горные коричневые, серо-коричневые среднегорий (575 тыс. га), темно-коричневые и серо-коричневые высоких предгорий (782 тыс. га), сероземы обыкновенные средних предгорий (1 млн. га), серо-

Почва	Мощность гумусового профиля (А+В), см	Глубина, см	
		вскипания	зал
Горные темно-коричневые	70—100	45—61	
Горные сероземы	30—60	с поверх.	
Сероземы обыкновенные	55—65	»	Со
Сероземы светлые	50—60	»	120
Лугово-сероземные	60—90	»	
Серо-бурые	30—60	»	48

земы светлые низких предгорий (967 тыс. га), лу сероземные почвы древнеаллювиальных ра (636 тыс. га), серо-бурые почвы высоких пустынных нин (2,4 млн. га), солончаки, солонцы (1,2 млн. г пески (3,5 млн. га).

Горные темно-коричневые почвы обр ются под покровом кустарниковых и травяно-куста ковых зарослей. Гумусовый профиль А+В мощнос 70—100 см. Подгоризонты: A_1 (0—10 см) — коричнева серый, комковато-серый, комковато-зернистый; A_2 (12 см) — коричневато-серый, ореховато-зернистой стр туры, B_1 (23 см) — светло-коричневый, зернисто-оре ватый, B_2 (16 см) — светло-коричневый, ореховат Вскипание происходит начиная с глубины 45—61 пятна и прожилки карбонатов встречаются глубже 9 100 см. Почвы отличаются средней гумусностью (4,2 6,2%), значительным содержанием азота (0,20—0,35 при С : N=10) и средней суммой поглощенных осно ний (25—35 мг-экв). Реакция почвы близка к нейтра ной, pH=6,4—7,5. Почвы используются под пастбища сенокосы.

Горные сероземы формируются на склонах С верного Каратау (400—800 м над ур. м.) под полынн эфемероидной растительностью. Гумусовый профиль А +В мощностью 30—60 см. Подгоризонты: A_1 (10 см) серый, слоевато-пластинчатый; A_2 (10 см) — коричнев то-серый, пороховидно-комковатый с зернами; горизон В (35 см) серовато-коричневый, пороховидно-зернисты содержание гумуса 2,0—1,0%, общего азота — 0,13- 0—6% (при С : N=7,5—10,5). Сумма поглощенных осно

Таблица 19

...кентской области

pH	Общее содержание, %				Емкость поглощения, мг-экв на 100 г почвы
	гумуса	азота	фосфора	калия	
...4—7,5	6,2 —4,2	0,35—0,25	0,34—0,18	3,6—2,9	35—25
...2—8,6	2,0 —1,0	0,13—0,06	—	—	15—5
...0—8,2	2,0 —1,3	0,13—0,08	0,19	2,11	14—9
...1—8,6	1,5 —1,2	0,10—0,06	—	—	10—8
...1—8,4	2,4 —1,3	0,13—0,05	—	—	15—8
...5—8,7	0,09—0,06	0,06—0,04	—	—	8—6

...ний равна 15—5,0 мг-экв на 100 г почвы, pH=8,2—...6. Эти почвы используются как горные пастбища.

Серозёмы обыкновенные южные занимают ...ледную часть увалисто-волнистых предгорных равнин ...хребтов Каржантау, Угамского и Боролдая под низко...равными эфемероидными полусаваннами (мятлик, кос...тер, ячмень, эгилопс, псоралея, девясил, зопник) и раз...виты на элювии-делювии меловых и третичных пород.

Гумусовый профиль A+B мощностью 55—65 см; го...ризонт A (20 см) серый с буроватым оттенком, до глу...бины 5 см — светло-пластинчатый, глубже — комковато-...зернистый (капролитовый); подгоризонт B_1 буровато-...серый с карбонатной плесенью по стенкам ходов дожде...вых червей, зернисто-неясноореховатый.

Содержание гумуса 2,0—1,3% и азота — 0,13—0,08 (при C : N=7,5—10). Сумма поглощенных оснований составляет 14—9 мг-экв на 100 г почвы. Содержание водопрочных агрегатов в горизонте A — 35—40%.

Серозёмы светлые развиты в предгорьях хребтов западного Тянь-Шаня и в южной части Чардарьинской равнины под эфемерами и полынью на лёссовидных суглинках. Гумусовый профиль A+B мощностью 50—60 см, горизонт A буровато-серый, слоевато-комковато-зернистый с содержанием гумуса 1,5—1,2% и общего азота — 0,10—0,06% (при C : N=8—10). Сумма поглощенных оснований составляет 10—8 мг-экв на 100 г почвы. Содержание микроагрегатов 30—45%.

Серо-бурые пустынные почвы (7,4 млн. га) развиты в Бетпак-Дале, пустынной части Закаратауской предгорной равнины, в Кызылкумах и Муюнкумах под

ных карт, широко применяемых в государственн
нировании сельскохозяйственного производства
ные площади, специализация и направление хо
распределение сельхозтехники, горючего и т. д.)
же для количественного и качественного учета
ных фондов, районирования, для научных и у
целей.

Главной в почвенном картировании является к
масштабная карта, составляемая непосредственно
ле на топографической основе (топографическая
или план аэрофотосъемки). Для ее составления зак
вают серии почвенных разрезов, описывают морфо
почв с отбором их образцов, выделяют границы п
ных разностей и наносят их на топографическую о

Полное составление и оформление почвенной
включает такие работы: подготовка топографич
основы; составление легенды почвенной карты (пер
принятых условных обозначений); корректирован
левых почвенных контуров, нанесение почвенных к
ров и дополнительных обозначений на топографиче
основу: раскраска контуров почв и нанесение инде
и штрихов почвенных разностей.

К почвенным картам прилагаются объяснитель
текстовые материалы.

Работа по почвенной съемке делится на три пер
(табл. 21).

Картографирование почв или почвенная съемка н
делимы от изучения факторов почвообразования. Да
климатических условий обычно получают от гидроме
службы. В полевых условиях дают описание рел
территории обследования (микро-, мезо- и макрор
еф); характеризуют геологическое строение, почв
разующие породы, определяют глубину залегания г
товых вод; описывают растительность (ее видовой
став, проективное покрытие, количество растител
массы); следы деятельности животных. На пашне у
тывают также результаты хозяйственной деятельн
человека — влияние на почвообразование обрабо
удобрений, орошения, осушения, химических и дру
мелиораций.

Для изучения строения почвы закладывают почв
ные разрезы (шурфы). С этой целью на топографи
ской основе или плане аэросъемки намечают рабо

Таблица 21

Очередность почвенных работ

Содержание работ по периодам	Документы
I. Подготовительный период (15% всего объема работ)	
Получение задания. Подбор и получение снаряжения и картографического материала. Составление общего календарного плана работ	Календарный план работ по заданию в целом
Подбор и изучение имеющихся материалов прежних исследований:	
картографических и литературных материалов по геоморфологии, гидрогеологии, климату и растительности;	Выписки, копии таблиц и графических материалов
материалов почвенных исследований прежних лет с приведением экспликации в единую систему и с переносом контуров на рабочую основу;	Выписки, копии таблиц и графических материалов. Рабочая почвенная карта с нанесением почвенных контуров в карандаше
литературных данных и неопубликованных материалов различных учреждений по урожайности, агротехнике, удобрениям, способам улучшения почв и т. д.	Выписки данных
Подготовка картографической основы. Наложение на землеустроительные планы дополнительной топографической нагрузки (горизонталей)	Копии плановой основы
II. Полевой период (50% объема работ)	
Полевая рекогносцировка с заложением разрезов. Определение и нанесение на карту маршрутных ходов и сетки разрезов в соответствии с масштабом картирования	Карта с нанесением сетки разрезов в карандаше. Выписки и цифровые таблицы
Полевое почвенное картирование: заложение и описание почвенных разрезов, нанесение почвенных контуров на карту, выемка почвенных образцов для последующего просмотра и отбора для анализа. Описание территории — общее и по отдельным контурам сельскохозяйственных угодий (по формам)	Полевая почвенная карта в карандаше с сеткой разрезов, полевые дневники и заполненные бланки описания сельскохозяйственных угодий

Содержание работ по периодам	Докумен
Просмотр почвенных образцов, уточнение названий выделенных почв, отбор образцов для анализа. Повторный объезд территории с целью проверки полевой почвенной карты	Ведомость на образцов в ана левая почвенная карандаше с сет резов и легендой
Сдача работ начальнику экспедиции, а после его проверки — закрепление почвенных контуров на карте	Акт приемки работ. Полевая ная карта в туши
III. Камеральный период (35% объема работ)	
Производство химических анализов почв в лаборатории	Результаты анали таблицах
Обработка морфологических (полевых) данных и данных лабораторных химических анализов по почвенным разностям	Сводные ведомо таблицы морфоло ских, физических мических показа почв
Дополнительная обработка литературных данных и неопубликованных материалов по характеристике природных условий, почв, агротехнике и урожайности	Выписки из матери и список использова литературы
Вычерчивание окончательной почвенной карты с учетом данных лабораторных анализов	Окончательная поч ная карта
Составление необходимых сельскохозяйственных карт и картограмм	Сельскохозяйственные карты и картограммы
Разработка материалов учета земель с составлением экспликации почв по видам сельскохозяйственных угодий	Экспликация почв с чественной характер тикой их по сельско зяйственным угодьям
Составление объяснительной записки (почвенного очерка) к почвенной карте	Почвенный очерк
Сдача почвенной карты с почвенным очерком хозяйству	

маршруты. Для слабо-расчлененных территорий раб чие маршруты пролагают способом параллельных пер сечений, на пересеченной местности — способом пете Описание этих способов дано в руководстве по полев исследованиям и картированию почв («Почвенная съе ка», М., 1959).

Чтобы карта отвечала необходимым требованиям. ужно сделать соответствующее количество почвенных азрезов на гектаре. Это количество зависит от масшта- з составляемой карты и степени сложности территории. связи с этим выделяют пять категорий местности:) равнинные степи со слабо расчлененным рельефом и днообразным почвенным покровом (пестрота почв меньше 10%); 2) то же, но с расчлененным рельефом и менее разнообразным почвенным покровом (пестрота 10—0%); 3) степи и пустынные степи с волнистым расчлененным рельефом (пестрота 20—40%); 4) леса, степи и олупустыни с пестротой почв 40—60%, поймы и дельты ек, горные и предгорные районы с расчлененным рельефом; 5) болота, залесенные горы и предгорья, засоленные и заболоченные поймы и дельты рек. В таблице 22 оказаны примерные нормы выработки при производстве почвенных обследований.

Таблица 22

Примерные нормы работ при почвенном обследовании III—IV категории местности

Масштаб съемки	Нормы выработки на почвоведа в день, га	Площадь на один разрез, га	Число разрезов в день		
			основных	полуям	прикопок
1 : 2000	14—20	1—1,5	2	4—6	12—14
1 : 5000	35—40	4—5	2	4—6	10—12
1 : 10000	70—90	10—15	2	4—6	8—10
1 : 25000	160—300	25—40	2	4—6	6—8
1 : 50000	350—500	50—80	2	4—6	4—6
1 : 100000	800—900	250—300	2	4—6	2—4

Почвенные разрезы, в зависимости от целей закладки, могут быть трех видов: основные, полуямы, или контрольные, и прикопки.

Основной разрез (шурф) закладывают для характеристики преобладающего в данной местности типа почвы и для ее всестороннего изучения. Каждый элемент рельефа и смена почвообразующих пород определяются основным разрезом. Глубина основного разреза на разных типах почв различна: на черноземах — до 2 м и более, на луговых почвах — 1—1,5 м. Шурф закладывается в виде продолговатого прямоугольника размером 80×180 см. Одна из коротких стенок должна быть вер-

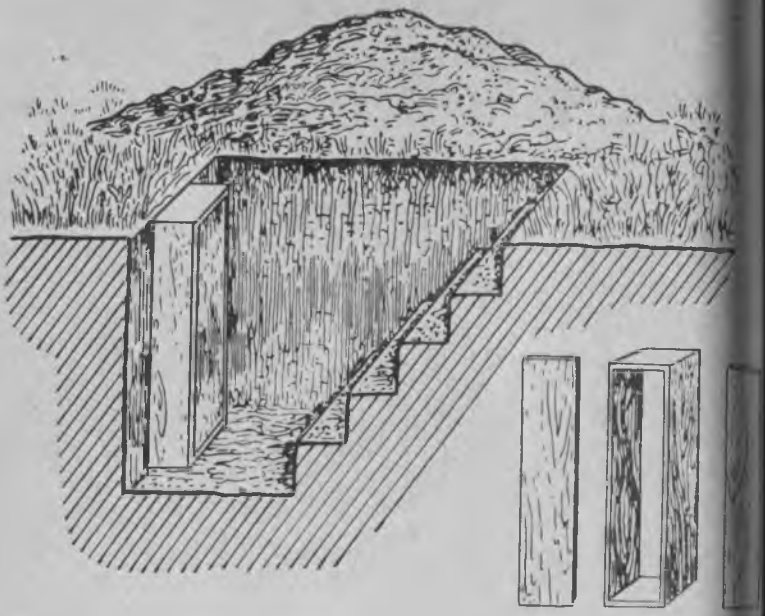


Рис. 6. Почвенный разрез и взятие монолита. Справа — карка и крышка монолитного ящика

тикальной и освещаться солнцем, а на противополож стенке делают ступеньки для того, чтобы было удо спуститься в разрез (рис. 6). Землю из разреза выбр вают на боковые длинные стороны по очередности р положения почвенных слоев. Для изучения морфол ческого строения почвы необходимо спуститься в ра очистить (освежить) ножом лобовую стенку, провер глубину вскипания почвы от 10%-ного раствора сол кислоты (то есть определить степень карбонатности) выделить генетические горизонты (слои). При этом дует обратить особое внимание на мощность или то ну каждого горизонта, порядок их чередования, ха тер перехода между горизонтами, характер и сте выраженности внешних признаков отдельных горизон

Когда закладывают основной разрез, следует сде отметку на карте, поставить номер разреза и услов знаки (основной разрез+, полуямы 0, прикопка —) описать геологические особенности местности, рел

растительность, состояние полей, провести фотографирование и др. В полевых условиях описываются строение почвенного профиля (горизонты), окраска, структура, сложение, влажность, механический состав почв, новообразования и включения.

После морфологического описания отбираются образцы почв для химического анализа. Образцы почв бывают двух видов: с нарушением естественного сложения (насыпные или коробочные) и в виде блоков-монолитов без нарушения целостности почвенного профиля определенной мощности. Первые идут для лабораторного анализа, вторые — для наглядно-демонстрационных целей, определения водно-физических свойств и пополнения экспонатов агрохимлаборатории.

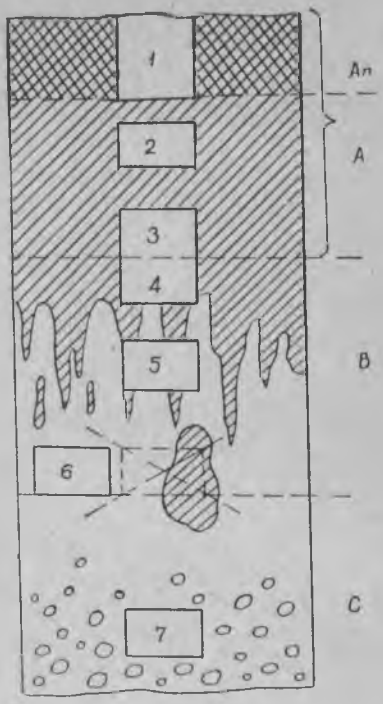


Рис. 7. Схема взятия почвенных образцов из разреза: *1* — *7* — номера образцов. В переходном горизонте перечеркнуто место, не пригодное для взятия образца ввиду попадания сюда кротовины. Образец надо брать левее

Образцы отбирают из всей толщи профиля послойно через 10 см (0—10, 20—30, 40—50) с учетом генетических горизонтов (рис. 7) в количестве 0,5—1,0 кг каждый. При изучении режимов влажности, водорастворимых солей и элементов пищи растений образцы почв отбираются буром непрерывно, не переходя границ генетических горизонтов, до глубины 1 м (0—10, 10—20, 20—30, ..., 90—100 см). Вес таких образцов 200—300 г. Отбор образцов повторяют несколько раз в течение вегетационного периода. В лаборатории образцы почв подвергают детальным

и специальным исследованиям для определения хи-
ского, механического состава и других свойств.

Монолит отбирают из характерного типа или под-
почв в специальный деревянный ящик длиной 1 м,
риной 20 см и высотой 10 см (см. рис. 6). Боковые
ки ящика изготовляют из строганых досок толщ
1,5—2 см. Крышку и дно (можно из твердого кар
укрепляют на шурупах.

После описания и взятия образцов почвенные ра-
зы закапывают, чтобы избежать несчастных случа
развития эрозионных процессов, особенно на ск
нах гор.

При специальных мелиоративных исследования
изучения почвенных слоев и определения глубины за
гания грунтовых вод применяют бурение.

Полуямы, или контрольные разрезы, заклады
ют, чтобы определить площади распространения по
охарактеризованных основными разрезами, и для изу
ния родов и видов почв по степени оподзоленности.
градации, заболоченности, мощности гумусового го
зонта и т. п. Размеры полуям 65×130 см, глубина
75—100 см. Контрольных разрезов закладывают боль
чем основных. Их подробно описывают в полевом ж
нале, но образцы из них не отбирают.

Для уточнения границ почвенных контуров дела
прикопки глубиной 40—50 см. Особенно много п
копок приходится делать при крупномасштабном исс
довании на изрезанном рельефе.

Графическое изображение смены почв на определ
ной территории (составление почвенной карты или п
на) является заключительной стадией полевых работ
почвенной съемке.

При составлении почвенной карты на основе мате
алов изучения почвенных разрезов необходимо опре
лить в натуре границы распространения различных по
или провести «оконтуривание» площадей однородн
почв и сделать наложение контуров на карту (пла
Чтобы определить в натуре границы между ареала
различных почв, прежде всего нужно выявить зако
мерности соотношений между почвами и условиями по
вообразования и в первую очередь закономерность со
ношения между почвами, рельефом и растительность
При явных изменениях рельефа, растительных форм

ций и почвообразующих горных пород изменения почвенного покрова нередко совпадают с какими-либо хорошо заметными природными границами на местности. Поэтому их бывает нетрудно наблюдать в натуре, а затем фиксировать на карте. При неясном пространственном изменении почвенного покрова определение границ между смежными почвенными контурами производят методом сближения (интерполирования).

Установленные на местности границы почв переносят на карту в большинстве случаев простейшим способом, глазомерно (от руки), придерживаясь тех изображений рельефа, гидрографической сети, растительности, хозяйственных угодий и других элементов ситуации, которые содержатся на топографической основе. В ряде случаев, особенно при детальных почвенных съемках, для нанесения почвенных контуров на план или карту, данных, содержащихся на топографической основе, бывает недостаточно. Тогда приходится прибегать к инструментальной съемке границ почвенных контуров или пользоваться упрощенными геодезическими способами определения тех или иных контуров на местности и передачи их изображения на план (пикетаж, провешивание линий).

Соотношение между масштабами съемки и наименьшими величинами почвенных контуров (выделов) на картах таково:

Масштаб съемки	На карте, см²	В натуре
1 : 500	1	25 м²
1 : 1000	1	10 м²
1 : 5000	1	2500 м²
1 : 10000	0,5	0,5 га
1 : 25000	0,5	3 га
1 : 50000	0,5	12 га
1 : 100000	0,5	50 га

Выявление почвенных контуров и нанесение их на план, то есть составление почвенной карты, надо делать обязательно в поле с последующим уточнением и углублением ее содержания в камеральный период на основе данных химических анализов почв.

Так как все материалы полевых и лабораторных исследований невозможно отразить на почвенной карте, в дополнение к ней составляют еще картограммы (карты-схемы). По содержанию и назначению они бывают

различны и отражают степень обеспеченности почв
тельными элементами и их потребность в удобре
а также реакции почв, степень засоленности и эро
ванности, мощность пахотного слоя, каменистость и

Картограммы составляют применительно к той
иной почвенно-климатической зоне. Например, для
онов орошаемого земледелия юга и юго-востока Каз
стана в связи с интенсификацией сельскохозяйствен
производства обязательными являются картогра
питательных элементов, засоления и эродир
ности почв.

В первую очередь составляют картограммы подви
ных питательных элементов в почве. Их разработка ск
дывается из четырех этапов: подготовительного, отбо
смешанных образцов почв, проведения химических а
лизов и составления самой картограммы.

На подготовительном этапе составляют програм
предстоящих работ, изучают рукописный (отчетны
опубликованный материалы, характеризующие усло
почвообразования (климат, растительность, рельеф,
роды), морфологические (внешние) признаки и хими
ский состав освоенных и целинных земель в районе (хо
зяйстве), где проводятся обследования. Затем готов
копии почвенных карт, плана землепользования хозяйс
и планшетов с горизонтальными рельефными линиям
Собирают данные по истории каждого обрабатываемо
поля за последние 3—5 лет. Описание полей произво
при участии агрономов, бригадиров и звеньев
хозяйств.

Вслед за этим составляют ведомость поконтурно
обследования полей, включающую такие данные: назв
ние совхоза или колхоза, отделения (бригады), ном
поля или участка и его площадь в гектарах, назван
преобладающей на поле почвы (условное обозначение
культуры, которые выращивались здесь за последние
года, агротехника возделывания каждой из них (посе
обработка, удобрение, полив) и урожайность в цент
рах с гектара (минимальная, средняя, максимальная
культуры и агротехника, планируемые на послед
щие годы.

Для отбора смешанных образцов комплектуют звень
рабочих, приобретают необходимое оборудование и сн
ряжение. Желательно, чтобы каждое звено состояло

трех-четырех рабочих во главе с квалифицированным специалистом (агрономом, агрохимиком или полеводом). Обязанности между ними должны быть строго разграничены: один измеряет саженью расстояние, другой делает необходимые прикопки, третий готовит смешанный образец, четвертый ссыпает образец в мешочки, делает необходимые записи, готовит этикетки, где отмечает хозяйство, отделение, номер поля и номер смешанного образца, а также указывает дату и фамилию бравшего образец, затем связывает образцы и укладывает их на машину. Звеньевой направляет всю работу, отмечает места взятия образцов.

Хорошая подготовка уже наполовину определяет успех дела. Однако не менее важны и остальные этапы картографирования.

Чтобы хорошо и быстро отобрать образцы (норма на звено 50—100 га в день), специалист (ответственный почвовед по хозяйству) разбивает поля севооборотов на производственные участки, а последние — на пятигектарные (по хорошо удобренному фону) или десятигектарные (по слабо удобренному фону) квадраты. В центре каждого типичного по рельефу и почве поля выбирают площадку в 200—400 м², посредине и по сторонам которой делают прикопки глубиной 20—25 см, и отбирают образцы (рис. 8), из них затем составляют смешанный образец весом 250—300 г.

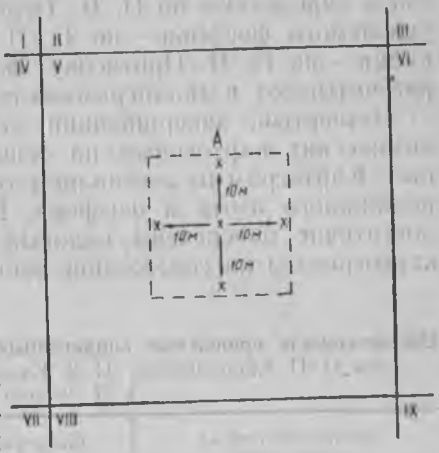


Рис. 8. Схема взятия смешанного образца почвы: *I—IX* — десятигектарные сетки квадратов; *A* — площадка в 400 *кв м*. *x* — прикопки, с которых отбираются пробы почв для составления смешанного образца

По данным кафедры почвоведения Казахского сельскохозяйственного института, на орошаемых землях одной картограммы питательных элементов на весь пахотный слой явно недостаточно, так как элементы пищи растений здесь следуют за полив-

ной водой на глубину промачивания и ра
деляются среди основной массы корней раст
в пределах поверхностного полуметрового и
рового слоя почво-грунта. Поэтому там, где п
ставляется возможность, надо отбирать смеша
образцы и составлять картограммы на верхний полу
ровый слой (отдельно на 0—25 и 25—50 см). Это осо
но важно на полях, занятых кукурузой, сахарной с
лой, хлопчатником и табаком. Причем, на юге респуб
ки отбор смешанных образцов почв следует заканчива
до первого вегетационного полива.

На третьем этапе производится самая трудоемк
работа — химический анализ почв. Этикетированные
высушенные образцы вместе со сводной аналитическ
ведомостью поступают в лабораторию. От правильно
и своевременного выполнения анализов зависят сро
изготовления картограммы и передачи производству д
практического использования.

Желательно, чтобы анализы во всех лаборатори
производились по единой методике применительно к м
стным почвам. Содержание подвижного гидролизуемо
азота определяют по И. В. Тюрину и М. К. Кононово
усвояемого фосфора — по Б. П. Мачигину, усвояемо
калия — по П. В. Протасову. Все результаты анализ
рассчитывают в миллиграммах на килограмм почвы.

Четвертый, завершающий этап — составление агр
химических картограмм на основе аналитических да
ных. Картограммы составляют отдельно на содержан
подвижного азота и фосфора. Поскольку наши почв
достаточно обеспечены валовым и усвояемым калие
картограммы на содержание этого элемента составляю

Таблица

Обеспеченность орошаемых карбонатных почв усвояемым фосфор
(по Н. П. Карпинскому, П. К. Балябо, В. А. Францессону, А. И. Ляхову)

Окраска контура на картограмме	Содержание P_2O_5, мг/кг	Обеспеченность почв фосфором
Светло-голубая . . .	0—15	Низкая
Голубая	15—30	Недостаточная
Ярко-голубая	30—45	Средняя
Синяя	45—60	Высокая
Темно-синяя	Свыше 60	Очень высокая

Таблица 24

Обеспеченность почв легкогидролизуемым азотом
(по И. В. Тюрину и М. М. Кононовой)

Окраска контура на картограмме	Содержание азота, мг/кг	Обеспеченность почв азотом
Светло-зеленая	0—40	Низкая
Зеленая	40—60	Средняя
Темно-зеленая	Свыше 60	Высокая

Таблица 25

Обеспеченность почв подвижным калием
(по Е. А. Бровкиной)

Окраска контура на картограмме	Содержание K_2O, мг/кг	Обеспеченность почв калием
Светло-желтая	0—150	Низкая
Светло-коричневая	150—300	Средняя
Коричневая	Свыше 300	Высокая

только в необходимых случаях (табл. 23—25). Результаты анализов простым карандашом вписывают в соответствующие квадраты полевой карты. Затем производят группировки (объединение) квадратов с одинаковым содержанием питательных элементов.

Для этого квадратики на карте с вписанными в них числами результатов анализа обводят карандашом определенного цвета в соответствии с принятой шкалой. Квадраты одного цвета объединяют в картограммы питательных элементов почв (азота или фосфора) или схемы-карты, где указывают контуры почв с одинаковым содержанием элементов пищи.

Затем вычерчивают карту и составляют агрохимический очерк по совхозу или колхозу, в котором на основе анализа всех собранных поэтапно материалов рекомендуют те или иные приемы повышения плодородия почв, схему внесения удобрений и агротехнические мероприятия по возделыванию сельскохозяйственных культур на каждом поле и в целом по хозяйству.

Составление картограмм повторяют через каждые 4—5 лет для контроля за изменением плодородия почв.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВ

Наряду с описанием морфологических признаков почв в полевых и лабораторных условиях определяют их физические и водные свойства. Анализ механического состава и изучение физических свойств необходимы для установления взаимосвязи почвы с водой, воздухом и теплом, для разработки агротехнических мероприятий, расчета запасов воды, норм поливов и промывок.

Образцы почв, отобранные в поле, в лаборатории подвергаются химическим анализам. Результаты этих анализов используются для выявления генезиса и отличительных свойств отдельных типов почв, а также для разработки агромелиоративных мероприятий по повышению плодородия почв.

При изучении генезиса почв необходимо знать общее содержание в них химических элементов или их окислов. Для этого проводится валовой анализ почвы.

Каждый тип почвы характеризуется определенным распределением полуторных окислов по профилю и количеством валовых форм азота, фосфора, калия, натрия, кальция, определяющих потенциальное богатство почвы. К типовым химическим показателям также относятся валовой гумус, емкость поглощения, состав поглощенных катионов и реакция среды.

Для установления степени обеспеченности почв питательными элементами определяют количественное содержание усвояемых форм азота, фосфора и калия, от которых зависит эффективное плодородие почвы.

Почвы засушливой зоны и районов орошаемого земледелия подвержены засолению. Поэтому для характеристики и мелиорации таких земель определяют качественное и количественное содержание вредных для растений солей в водной вытяжке почв.

Ниже дается описание доступных методик определения физических свойств, валового химического состава и усвояемых соединений почвы.

ПОДГОТОВКА ПОЧВЫ К АНАЛИЗУ

Подготовка почвы к лабораторному исследованию является весьма ответственной работой. Неправильная подготовка может неблагоприятно отразиться на резуль-

гатах анализа: полученные данные не будут соответствовать образцу, который исследуют.

Прежде чем отобрать почвенные образцы для анализа, определяют характер будущих исследований. Например, подвижные формы азота нужно определять в свежих образцах, только что взятых с поля. Для остальных видов анализа почву после отбора образцов высушивают до воздушно-сухого состояния.

Хранение сырых образцов не допускается, так как в почве идут еще микробиологические процессы и это может изменить ее состав; при этом нередко почвенный образец покрывается плесенью.

В большинстве случаев для анализа почву растирают в порошок (мелкозем). Для растирания из воздушно-сухого образца берут среднюю пробу весом в 200—500 г. Оставшуюся нерастертую почву сохраняют в неизменном состоянии для определения ее физических, водно-физических свойств и агрегатного состава.

Для взятия средней пробы почву тонким слоем высыпают на лист бумаги, разрушают крупные агрегаты, удаляют включения (корни, кости, раковины) и делят ее шпателем на квадраты. Из каждого квадрата шпателем берут небольшое количество почвы так, чтобы по возможности захватить всю толщу слоя. Если взятая средняя проба меньше требуемой навески, разделение почвы повторяют. Взятие средней пробы из всего образца является ответственной операцией, так как проба должна полностью характеризовать состав и свойства анализируемого образца почвы.

Почвенный образец растирают пестиком с каучуковым наконечником в фарфоровой ступке. Затем растертую почву просеивают через сито с диаметром отверстий в 1 мм. Не прошедшую через сито почву вновь растирают и просеивают. Растирание и просеивание повторяют до тех пор, пока на сите останутся лишь твердые каменистые частицы размером крупнее одного миллиметра (скелет почвы).

Мелкозем помещают в банку с притертой пробкой для того, чтобы можно было ограничиться только разовым определением гигроскопической воды. Кроме того, образцы будут защищены от воздействия лабораторных газов. При отсутствии таких банок можно пользоваться картонными коробками или бумажными пакетами.

Внутрь банки или пакета кладут этикетку с указан[illegible] номера разреза, места, где он заложен, и глубины [illegible]тия образца.

Почвенный скелет заворачивают в бумагу и поме[illegible]ют в ту же банку или коробку. Его необходимо сохра[illegible] для определения механического состава почвы.

Для определения содержания гумуса и азота п[illegible] подвергают особой подготовке: удаляют все коре[illegible] растирают и просеивают через сито, диаметр отверс[illegible] в котором не более 0,25 мм.

Подготовленные для анализа и запасные обра[illegible] почв хранят в сухом защищенном от пыли и лабора[illegible]ных газов помещении.

ГИГРОСКОПИЧЕСКАЯ ВОДА

Определение содержания гигроскопической воды в почве

Гигроскопическая вода — это молекулярная вода, поглощаемая из паров воздуха и прочно удерживаемая поверхностью твердых почвенных частиц. Способность почвы поглощать влагу из воздуха называется гигроскопичностью.

Гигроскопичность почвы объясняется тем, что почвенным частичкам присуще электростатическое притяжение, которое весьма велико. Вследствие этого гигроскопическая вода может быть названа прочносвязанной. Она не передвигается в почве и недоступна растениям.

Определение содержания гигроскопической воды необходимо для пересчета результатов всех анализов на абсолютно сухую навеску почвы. Только при этом условии можно получить сравнимые результаты.

Количество гигроскопической воды в первую очередь зависит от механического состава почвы. Чем она мелкоземистее и богаче коллоидными частицами, тем больше поверхность составляющих ее частиц и тем больше гигроскопичность. Кроме того, количество гигроскопической воды зависит от содержания в почве органических веществ и легкорастворимых солей. Наибольшую гигроскопичность имеют почвы, богатые перегноем, и засоленные почвы. Гигроскопичность песчаных почв [illegible]

ставляет 0,3—1%, суглинистых — 3—5%, глинистых — 7—8%, торфяных — 15%, а засоленных (мокрые солончаки) — 20—27%. На гигроскопичность почвы влияют также температура и относительная влажность воздуха.

Наиболее распространенным способом определения содержания гигроскопической воды является высушивание навески почвы в сушильном шкафу.

Для этого сначала взвешивают на аналитических весах стаканчик с притертой крышкой (стаканчик заранее высушивают в сушильном шкафу). Затем в этот стаканчик насыпают примерно 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм, и вновь взвешивают. Стаканчик с почвой помещают в сушильный шкаф на 5—6 часов при температуре 100—105° или на 4 часа при температуре 120°.

Вынутый из шкафа стаканчик закрывают крышкой и охлаждают в эксикаторе. После этого охлажденный стаканчик с почвой взвешивают и снова ставят в сушильный шкаф еще на час, снова охлаждают и взвешивают. Если результаты обоих взвешиваний совпадают, можно считать, что гигроскопическая вода удалена полностью. Если же второе взвешивание покажет уменьшение веса, стаканчик вновь ставят в сушильный шкаф на 2—3 часа.

Процентное содержание гигроскопической воды в почве вычисляется по формуле:

$$Г = \frac{A-B}{B-C} \cdot 100,$$

где A — вес стаканчика с почвой до высушивания;

B — вес стаканчика с почвой после высушивания;

C — вес стаканчика.

Для перевода результатов анализа на абсолютно сухую навеску почвы пользуются коэффициентом гигроскопичности — $КГ$. Он вычисляется по формуле:

$$КГ = \frac{100}{100-Г}.$$

Для расчета абсолютно сухой навески почвы пользуются коэффициентом $К$. Он вычисляется по формуле:

$$К = \frac{100-Г}{100}.$$

Результаты анализа записывают в лабораторный журнал по следующей форме:

Форма записи анализа

Глубина взятия образца, см	Вес стаканчика, г	Вес стаканчика с почвой до высушивания, г	Вес стаканчика с почвой после высушивания, г	Содержание гигроскопической воды, %	Коэффициент гигроскопичности КГ	Коэффициент для [illegible]

Определение максимальной гигроскопичности почвы

Наибольшее количество влаги почва может поглотить из воздуха, относительная влажность которого равна 100%. Это и называется максимальной гигроскопичностью почвы.

Определение максимальной гигроскопичности необходимо для расчета количества недоступного растениям запаса воды в почве. Считается, что полуторное количество максимальной гигроскопической влаги примерно соответствует коэффициенту завядания растений. Следовательно, чтобы растения не завядали, почва должна содержать доступной влаги, как минимум, в полтора раза больше максимальной ее гигроскопичности.

Существует несколько методов определения максимальной гигроскопичности почвы. Остановимся на методе А. В. Николаева, который основан на насыщении воздушно-сухой почвы парообразной водой (в атмосфере, насыщенной парами) с последующим высушиванием ее в сушильном шкафу при температуре 100—105° С.

Для этого стеклянный стаканчик с притертой пробкой, заранее высушенный в сушильном шкафу, взвешивают на аналитических весах. Затем в него помещают навеску мелкозема (10—20 г для бедных перегноем почв и 5—10 г для богатых) и снова взвешивают. Стаканчик с почвой ставят в эксикатор, на дно которого наливают насыщенный раствор сернокислого калия. Через три дня стаканчик взвешивают. В дальнейшем взвешивание повторяют через каждые три дня до тех пор, пока вес стаканчика с почвой не станет постоянным. Это говорит о

том, что насыщение почвы гигроскопической влагой закончилось.

Насыщенную почву в стаканчике высушивают при температуре 100—105° С до постоянного веса. Разница в весе показывает количество гигроскопической воды. Выразив это количество в процентах по отношению к весу абсолютно сухой почвы, получим максимальное содержание гигроскопической воды. Дальнейшее определение и расчеты гигроскопичности аналогичны приведенным выше.

МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ

Почва как полидисперсная система состоит из трех фаз: твердой, жидкой и газообразной. Жидкая фаза представлена почвенным раствором, газообразная — почвенным воздухом, а твердая — комплексом элементарных частиц различного размера и минералогического состава.

Количественное содержание в почве элементарных частиц, различных по степени дисперсности (раздробленности), и их соотношение определяют механический состав почвы.

Элементарные частицы по размеру объединяются в группы или фракции (табл. 26).

Таблица 26

Классификация механических фракций
(по Н. А. Качинскому)

Фракция	Наименование частиц	Диаметр частицы, мм
Каменисто-хрящеватая	Камни	Более 3
	Гравий	3 —1
Песчаная	Песок крупный	1 —0,5
	Песок средний	0, 5 —0,25
	Песок мелкий	0,25 —0,05
Пылеватая	Пыль крупная	0,05 —0,01
	Пыль средняя	0,01 —0,005
	Пыль мелкая	0,005—0,001
Иловатая	Ил	Менее 0,001

Каждая фракция характеризуется определенными физическими свойствами. Каменисто-хрящеватая фрак-

ция является продуктом физического выветривания горных пород и минералов. Она может подвергаться дальнейшему дроблению.

Песчаная фракция также состоит из продуктов физического выветривания кристаллических пород и минералов (обломков кварца, полевых шпатов и др.). Она обладает весьма высокой водопроницаемостью, рыхлостью, сыпучестью, отсутствием связности и влагоемкости. Наибольшая связность отмечается в песчаной пыли (мелкий песок).

Крупная пыль состоит из мельчайших обломков кварца и представляет собой конечный продукт физического выветривания. Средняя пыль состоит из аморфного кремнезема и является продуктом химического выветривания. Мелкая пыль находится в состоянии перехода к коллоидам.

Пылеватая фракция обладает умеренной водопроницаемостью, достаточной влагоемкостью, высокой капиллярностью, умеренной связностью.

Основная часть иловатой фракции находится в коллоидном состоянии. Ил является активной частью почвы, так как обладает поглотительной способностью и содержит соединения, усвояемые растениями. Иловатая фракция состоит главным образом из вторичных, глинных, минералов (монтмориллонита, каолинита, гидрата окиси железа и др.), образующихся при химическом выветривании.

Ил обладает высокой влагоемкостью и набухаемостью, очень плохой водопроницаемостью и большой связностью.

Для классификации почв по механическому составу все частицы размером меньше 0,01 мм принято объединять во фракцию физической глины, а частицы крупнее 0,01 мм — во фракцию физического песка. Кроме того, все частицы размером больше 1 мм называют почвенным скелетом, а частицы меньше 1 мм — мелкоземом.

Существует несколько классификаций почв по механическому составу (Вильямса, Сибирцева, Тумина, Охотина и др.). В настоящее время широкое распространение получила классификация Н. А. Качинского (табл. 27), которая основана на определении механического состава почвы по соотношению физической глины и физического песка.

Таблица 27

Классификация почв степного типа почвообразования по механическому составу

Содержание физической глины (количество частиц <0,01 мм), %	Название почвы
0—5	Песок рыхлый
5—10	Песок связный
10—20	Супесь
20—30	Суглинок легкий
30—45	Суглинок средний
45—60	Суглинок тяжелый
60—75	Глина легкая
75—85	Глина средняя
Более 85	Глина тяжелая

Дополнительное название почве дается по соотношению песчаной (1,0—0,05 мм), пылеватой (0,05—0,001 мм) и иловатой (меньше 0,001 мм) фракций. Степень каменистости почвы определяется по следующей шкале (табл. 28).

Таблица 28

Классификация почв по каменистости

Содержание частиц крупнее 3 мм, %	Степень каменистости почвы
Меньше 0,5	Некаменистая
0,5—5	Слабокаменистая
5—10	Среднекаменистая
Больше 10	Сильнокаменистая

Определение механического состава почвы имеет большое значение, так как от него зависит направление и темпы химических, биологических и биохимических процессов, протекающих в почве, то есть в целом весь ход почвообразовательного процесса. Механический состав влияет на физические, водно-физические и химические свойства почвы (структурность, скважность, водопроницаемость, водоподъемную способность, тепловой и воздушный режим, емкость поглощения и др.), а также определяет степень сопротивляемости почвы обработке.

Так называемые легкие песчаные и супесчаные почвы обладают хорошей водопроницаемостью, благоприятным тепловым и воздушным режимом, легко обрабатываются, однако они бесструктурны, бедны перегноем и элементами пищи. Тяжелые суглинистые почвы, наоборот, обладают неблагоприятным тепловым и воздушным режимом, трудно обрабатываются, но, как правило, богаты питательными веществами.

Существуют полевые и лабораторные методы определения механического состава почвы.

Полевой метод основан на определении степени пластичности почвы. При тщательном выполнении он дает довольно правильные показатели. Ход работы такой:

1. Около 5 г почвы насыпать на ладонь и тщательно растереть пальцами до такого состояния, чтобы не ощущались ее структурные отдельности.

2. Смочить эту почву водой и растереть до тестообразного состояния.

3. Смоченную почву попытаться скатать на ладони в шарик или шнур диаметром 3 мм. В зависимости от степени пластичности почвы имеют следующий механический состав:

а) почва не скатывается даже в шарик — рыхлый песок;

б) почва с трудом скатывается в шарик, который рассыпается при малейшем нажиме — связный песок;

в) почва хорошо скатывается в прочный шарик, который при надавливании не рассыпается. Можно скатать цилиндрик 5—6 мм в диаметре, но раскатать его в тонкий шнур не удается — супесь;

г) почва скатывается в шнур диаметром 3 мм, но при попытке согнуть его крошится — легкий суглинок;

д) почва скатывается в шнур диаметром 3 мм, который можно согнуть в дугу вокруг пальца. При сближении концов шнур ломается — средний суглинок;

е) шнур из почвы диаметром в 3 мм можно согнуть вокруг пальца в кольцо — тяжелый суглинок;

ж) почва скатывается в тонкую нить, которую можно обвить вокруг пальца — глина.

При растирании почвы между пальцами можно установить наличие примесей и дать дополнительную характеристику почвы. Например, глинистые почвы с примесью

песка классифицируются как песчано-глинистые. При отсутствии песка почвы следует характеризовать как пылеватые или лёссовидные. Если в почве обнаружено присутствие хряща, щебня или гальки, то ее соответственно следует называть хрящеватой, щебнистой и каменистой.

Пипеточный метод основан на разделении твердой фазы почвы на элементарные частицы по гидравлической крупности, то есть по скорости падения их в стоячей воде. Пипеточному анализу предшествует разделение почвенного скелета на фракции просеиванием его через соответствующий набор сит, а также диспергирование микроагрегатов путем разрушения связывающих их веществ (перегной, углекислый кальций и др.) Диспергацию проводят содой Na_2CO_3, оксалатом натрия $Na_2C_2O_4$, пирофосфатом натрия $Na_4P_2O_7$ и гексаметафосфатом натрия $Na_6P_6O_{18}$.

При пипеточном методе вместо полного отделения механических частиц друг от друга из суспензии берут пробы через определенное время и с определенной глубины цилиндра с помощью специальной пипетки.

Взятые пробы высушивают, сухой остаток взвешивают и рассчитывают содержание соответствующих механических фракций в исследуемой почве. Ход работы следующий:

1. Из образцов воздушно-сухой почвы взять среднюю пробу весом 100—500 г в пересчете на абсолютно сухую навеску (чем больше каменистость почвы, тем больше навеска). Если, например, в почве содержится 3% гигроскопической воды, то 103 г воздушно-сухой почвы будут соответствовать ста граммам абсолютно сухой почвы.

2. Навеску почвы порциями перенести в фарфоровую ступку, осторожно растереть пестиком с каучуковым наконечником и просеять через сито с диаметром отверстий в 1 мм.

Растирание и просеивание производить до полного разрушения агрегатов. На сите должен остаться только скелет, свободный от мелкозема. В результате почва разделяется на скелет и мелкозем.

3. Скелет, в свою очередь, разделить на фракции путем последовательного просеивания его через набор сит

с диаметром отверстий 10; 7; 5; 3 и 1 мм. Фракции, оставшиеся на указанных ситах, собрать и взвесить. По весу рассчитывают процентное содержание их в почве. Например, вес фракции, задерживающейся на сите с диаметром отверстий 1 мм (гравий диаметром от 3 до 1 мм), составляет 7,5 г при навеске сухой средней пробы 100 г. Тогда процент фракции диаметром от 3 до 1 мм составляет 7,5% $\left(\frac{7,5 \cdot 100}{100}\right)$.

4. Для дальнейшего анализа из мелкозема взять навеску 10 г в пересчете на абсолютно сухую почву. Поместить ее в колбу объемом 250 мл, добавить 10 мл 4-процентного раствора пирофосфорнокислого натрия (если обработка почвы производится щавелевокислым натрием, то его добавляют в двойном размере от емкости поглощения почвы) и тщательно перемешать. Затем добавить приблизительно 200 мл дистиллированной воды и поставить кипятить на 1 час.

5. Колбу охладить и ее содержимое перелить в литровый цилиндр через сито с диаметром отверстий 0,25 миллиметра.

Сроки

№ пробы	Глубина погружения пипетки в суспензию, см	Время отстаивания суспензии		
		15°	17,5°	20°
1	25	123 сек.	116 сек.	108 сек.
2	10	20 мин. 31 сек.	19 мин. 22 сек.	18 мин. 03 сек.
3	10	1 час. 16 мин.	1 час. 16 мин.	1 час. 12 мин.
4	7	24 час. 00 мин.	22 час. 28 мин.	21 час. 08 мин.

Оставшиеся частички на дне и стенках колбы тщательно смыть в цилиндр струей дистиллированной воды из промывалки.

Почву на сите промывать до тех пор, пока проходящая через сито струя воды будет совершенно чистой и прозрачной, а на сите останется чистый песок. Этот песок перенести в фарфоровую чашку струей воды, воду слить, а песок высушить.

6. Высушенный песок просеять на ситах с диаметром отверстий 0,5 и 0,25 мм, взвесить, а затем рассчитать процентное содержание крупного (1—0,5 мм) и среднего (0,5—0,25 мм) песка. Для этого количество найденного песка умножить на количество мелкозема (сто минус процентное содержание всей навески почвы минус процентное содержание скелета) и разделить на вес почвы, из которой выделен этот песок. Например, если вес песка, задержавшегося на сите с диаметром отверстий, равным 0,5 мм, составляет 0,2 г, а вес песка, задержавшегося на сите с диаметром отверстий 0,25 мм, равен 0,1 г, то процентное содержание крупного и мелкого песка соответственно равно 1,85% $\left(\frac{0,2\cdot(100-7,5)}{10}\right)$ и 0,92% $\left(\frac{0,1\cdot(100-7,5)}{10}\right)$.

7. Объем жидкости в цилиндре довести до литра и определить температуру, так как от температуры воды зависит ее плотность, а следовательно, и скорость падения в ней элементарных частиц.

Таблица 29

отбора проб

в зависимости от температуры

22,5°	25°	27,5°	30°
102 сек.	97 сек.	91,5 сек.	86 сек.
17 мин. 01 сек.	16 мин. 05 сек.	15 мин. 14 сек.	14 мин. 22 сек.
1 час. 08 мин.	1 час. 04 мин.	1 час. 00 мин.	57 мин. 24 сек.
19 час. 56 мин.	18 час. 52 мин.	17 час. 50 мин.	17 час. 8 мин.

8. Взмутить содержимое цилиндра мешалкой и через определенные интервалы времени, в зависимости от температуры (табл. 29), на определенной глубине брать пробы специальной пипеткой емкостью 25 мл.

9. Каждую взятую пробу перенести во взвешенный стаканчик или чашечку, воду из стаканчиков выпарить, а сухой остаток высушить в термостате при температуре 105° С и взвесить (табл. 30).

Таблица

Расчет сухого остатка

№ пробы	Сумма частиц диаметром меньше, мм	№ стаканчика	Вес стаканчика, г	Вес стаканчика с сухим остатком, г	Вес сухого остатка, г	Вес сухого остатка в 1 л суспензии или в 10 г почвы, г	Процентное содержание сухого ост
1	0,05	25	18,35	18,53	0,18	0,18·40= 7,20*	$\frac{7,20\cdot(100-7,5)}{10}$
2	0,01	26	18,70	18,83	0,13	0,13·40= 5,20*	$\frac{5,20\cdot(100-7,5)}{10}$
3	0,005	27	18,62	18,69	0,07	0,07·40= 2,80*	$\frac{2,80\cdot(100-7,5)}{10}$
4	0,001	28	19,10	19,12	0,02	0,02·40= 0,80*	$\frac{0,80\cdot(100-7,5)}{10}$

* Цифра 40 — коэффициент перевода на 1 л суспензии.

10. По процентному содержанию сухого остатка пробах определить содержание в почве отдельн фракций. Так, фракции 0,05—0,01 мм соответствует ра ность процентного содержания сухого остатка меж первой и второй пробами (в нашем примере, 66,5— 48,0=18,5%); фракции 0,01—0,005 мм — между второй и третьей пробами (48,0—25,9=22,10%); фракци 0,005—0,001 мм — между третьей и четвертой пробами

Результаты механического

Почвенный образец	Содержание камней размером >10 мм	Скелет, %				Мелк	
		крупный хрящ (10—7 мм)	средний хрящ (7—5 мм)	мелкий хрящ (5—3 мм)	гравий (3—1 мм)	крупный песок (1—0,5 мм)	средний песок (0,5—0,25 мм)
1	—	—	—	—	7,50	1,85	0,92

(25,9—7,4=18,5%); фракции меньше 0,001 мм — процентное содержание сухого остатка в четвертой пробе (7,4%).

Процентное содержание сухого остатка во всех перечисленных фракциях должно равняться процентному содержанию первой пробы. Если к этой сумме прибавить процентное содержание скелета, крупного и среднего песка (66,50+7,50+1,85+0,92=76,77), то получим суммарное количество всех фракций, за исключением мелкого песка (0,25—0,05 мм). Его содержание рассчитывают, вычитая процентное содержание всех фракций из 100% (100—76,77=23,23).

11. Результаты анализов свести в таблицу по следующей форме (см. табл. 31) и определить название почвы по механическому составу.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ

Физические свойства почвы и физические процессы, протекающие в ней, являются одним из важнейших условий почвенного плодородия. От них зависят водный, воздушный, пищевой и тепловой режимы почвы. Поэтому изучение физических свойств почв, их агрономическая оценка имеют большое практическое значение.

К общим физическим свойствам почвы относятся: удельный вес, объемный вес, порозность и структура.

Таблица 31

анализа почвы, %

зем, %

мелкий песок (0,25—0,05 мм)	крупная пыль (0,05—0,01 мм)	средняя пыль (0,01—0,005 мм)	тонкая пыль (0,005—0,001 мм)	ил меньше (0,001 мм)	физическая глина (сумма частиц <0,01 мм), %	физический песок (сумма частиц <0,01 мм), %
23,23	18,50	22,10	18,50	7,40	48,00	52,00

Удельный вес

Удельный вес почвы (вес 1 см³ твердой ее фазы) зависит от минералогического состава, содержания гумуса и колеблется от 2,4 до 2,8. Чем больше органических веществ, удельный вес которых равен в среднем 1,4, тем меньше удельный вес почвы. Знание удельного веса необходимо для характеристики почвы, для вычисления порозности и других качеств. Измерения ведутся в специальных мерных колбочках — пикнометрах, позволяющих вести точный отсчет объема жидкости.

В качестве жидкости обычно используют дистиллированную воду. Но для засоленных почв и почв, богатых активными коллоидами, применение воды дает ошибочные результаты. При этом активные коллоиды почвы способны отнимать часть воды, в результате чего объем почвы с водой уменьшается, а полученный удельный вес будет несколько завышенным. Для устранения этого недостатка применяют аполярные жидкости (керосин, бензин, бензол и другие), которые не вступают в химическое взаимодействие с почвой.

Ход анализа. 1. Взвесить на технических весах 10 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито с ячейками 1 мм. (При взятии пробы включения — корешки, крупный песок и др.— не отбрасывают, а размельчают и пропускают через сито). Затем по проценту гигроскопической влаги рассчитать вес абсолютно сухой навески почвы (вес *A*).

2. Пикнометр емкостью 100 мл точно до метки наполнить дистиллированной водой, лишенной углекислого газа, и взвесить его (вес B).

3. Слить из пикнометра примерно половину воды и перенести взятую навеску почвы (через воронку) без потерь.

4. Содержимое пикнометра в течение 30 минут прокипятить, не допуская разбрызгивания, для удаления воздуха из почвы.

5. Охладить пикнометр до комнатной температуры, долить дистиллированной воды точно до метки и взвесить (вес *C*).

6. Удельный вес почвы (*УВ*) рассчитать по формуле

$$УВ = \frac{A}{(A+B)-C}.$$

Весь ход анализа необходимо записать в лабораторный журнал по следующей форме:

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	№ пикнометра	Навеска сухой почвы (А), г	Вес пикнометра с водой (В), г	Вес пикнометра с водой и почвой (С), г	Удельный вес (УВ)

Объемный вес

Объемным весом почвы называют вес единицы объема сухой почвы естественного сложения. Его величина в целинных почвах колеблется от 1,0 до 1,8 г/см³ и зависит от механического состава, количества органического вещества, сложения и структуры почвы, от которых, в свою очередь, зависит порозность.

Объемный вес используется для всех агротехнических расчетов: для определения порозности, абсолютного запаса в почве воды и других веществ, для расчета поливных и промывных норм, а также доз удобрений.

Определение объемного веса почвы ведется в поле в образцах ненарушенного сложения с использованием для этого специальных металлических цилиндров-буров, режущих колец-плотномеров и др.

Определение объемного веса буром Качинского. Н. А. Качинский предложил использовать бур, который представляет собой деревянную подставку с цилиндрическим отверстием в середине, строго соответствующим диаметру цилиндров, и втулку, при помощи которой цилиндр врезают в почву. Высота подставки соответствует высоте цилиндра.

Ход анализа. 1. Взвесить металлический цилиндр с обеими крышками.

2. Выровнять на месте отбора образца площадку 30×20 см и установить на ее поверхности станок.

3. Снять крышки с цилиндра и вложить его в отверстие станка.

4. Вдавить цилиндр в почву резким вертикальным движением втулки на всю глубину станка.

5. Снять станок и окопать почву вокруг цилиндра.

6. Закрыть верхнюю крышку и, подрезав почву ножом, вынуть цилиндр.

7. Подрезать почву у нижней стороны цилиндра вровень с краями и закрепить второй крышкой.

8. Очистить наружные стенки цилиндра от приставшей почвы и взвесить.

9. По разности веса цилиндра с почвой и пустого цилиндра найти вес сырой почвы.

10. Одновременно отобрать пробу почвы в металлический стаканчик для определения полевой влажности. Влажность почвы определяется путем 6-часового высушивания пробы в сушильном шкафу при температуре 100—105° и последующего взвешивания. Процентное содержание влаги в почве рассчитывается по формуле, приведенной в разделе определения гигроскопической воды.

11. Рассчитать объем цилиндра по формуле:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h,$$

где V — объем цилиндра, см³;

π — 3,14;

r — радиус цилиндра, см;

h — высота цилиндра, см.

12. Найти вес сухой почвы в объеме цилиндра Q_1, для чего вес сырой почвы Q надо умножить на коэффициент K, который рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{100 - x}{100},$$

где x — содержание влаги в почве, %.

13. Рассчитать объемный вес почвы по формуле:

$$OB = \frac{Q_1}{V},$$

где OB — объемный вес почвы, г/см³;

Q_1 — вес сухой почвы в объеме цилиндра, г;

V — объем цилиндра, см³.

Отбор образцов для определения объемного веса почвы по профилю начинают с верхнего горизонта. За

тем горизонт, с которого взят образец, снимают, выравнивают поверхность следующего горизонта и вновь берут образец.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина отбора образца	Вес пустого цилиндра, г	Вес цилиндра с сырой почвой, г	Вес сырой почвы в объеме цилиндра, г	Коэффициент перевода на абсолютно сухую навеску почвы, К	Вес абсолютно сухой почвы в объеме цилиндра, г	Объем цилиндра, см³	Объемный вес почвы, г/см³

Определение объемного веса с помощью бура из монолита. 1. За несколько дней до определения объемного веса почвенный монолит необходимо полить водой и закрыть для предохранения от подсыхания поверхности почвы.

2. В почвенном монолите выделить генетические горизонты с целью последовательного определения их объемного веса.

3. Измерить линейкой диаметр цилиндра бура и его высоту. Рассчитать его объем по формуле:

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h.$$

4. Взвесить фарфоровую чашку и записать ее вес.

5. Почвенный бур поставить на поверхность первого генетического горизонта и, надавливая на стержень сверху, погрузить его в почву.

6. Бур повернуть вокруг своей оси несколько раз, для того чтобы почву в цилиндре бура ровно отрезать от остальной массы. Продолжая поворачивать бур, постепенно вынимают его из почвы. Если поверхность почвы снизу окажется неровной, то ее надо подрезать ножом.

7. Почву из бура перенести лопаточкой или ножом в фарфоровую чашку без потерь и взвесить.

8. Так как для определения объемного веса необходимо знать вес сухой почвы, производится определение ее влажности. Для этого взвесить алюминиевые стаканчики с крышками (для каждого генетического горизонта по 3 стаканчика).

9. Взять с помощью ножа до глубины погру- бура 10—15 г почвы, поместить в стаканчики и с сить.

10. Стаканчики с почвой поставить в сушиль шкаф для высушивания на 6—8 часов.

11. После высушивания стаканчики с почвой охл дить в эксикаторе, взвесить и рассчитать содерж влаги:

$$x = \frac{A-B}{B-C} \cdot 100,$$

где x — содержание влаги, %;

A — вес стаканчика с почвой до высушивания, г;

B — вес стаканчика с почвой после высушивания

C — вес пустого стаканчика, г.

12. По процентному содержанию влаги рассчита вес сухой почвы в цилиндре и затем ее объемный в

$$OB = \frac{(A-C) \cdot 100}{(100+x) \cdot V},$$

где OB — объемный вес почвы, г;

A — вес фарфоровой чашки с влажной почвой, г;

C — вес фарфоровой чашки, г;

x — влажность почвы, %;

V — объем цилиндра бура, см^3.

Общая порозность

Между отдельными частицами и агрегатами почвы остаются пустоты, промежутки, трещины, характеризующие порозность почвы. Она бывает различной в зависимости от генезиса почвы, ее механического состава, плотности и от содержания гумуса. Так, порозность некоторых болотных почв достигает 70—80%, а очень плотных глин — лишь 30%. В пределах одного почвенного профиля порозность меняется по отдельным генетическим горизонтам, как правило, уменьшаясь с глубиной. Общая порозность складывается из межагрегатных и капиллярных пор. Величина ее изменяется в пределах 25—65% от объема.

Порозность определяет степень содержания воздуха в почве, а это одно из условий роста и развития растений. По величине порозности можно судить о некото-

Таблица 32

Примерная оценка основных водных и общих физических свойств почв в агрономических целях
(по Н. А. Качинскому)

Свойства почв	Величины	Оценка	Примечание
Объемный вес, г/см³	1,0	Показатель характерен для почв, богатых перегноем	Для песчаных почв характерна величина 1,4—1,5
	1,0—1,1	Показатель типичен для культурной пашни	
	1,2—1,4	Показатель характерен для пахотного слоя плохо обработанной почвы	
	1,4—1,6	Показатель типичен для подпахотных горизонтов	
	1,6—1,8	Показатель характерен для уплотненных иллювиальных горизонтов почвы	
Удельный вес твердой фазы	2,40—2,65	Показатель типичен для пахотного слоя среднегумусных почв	Удельный вес: кварца—2,65, ортоклаза—2,54—2,57
	Меньше 2,50	Показатель типичен для почв, богатых органическими веществами	
	2,80	Показатель характерен для почв, богатых железистыми соединениями или тяжелыми минералами, как биотит, мусковит, роговая обманка, авгит	Удельный вес каолинита — 2,60—2,65; мусковита—2,76—3,00; биотита—2,70—3,10; рога, обманки и лимонита — 3,5—3,9; гумуса — 1,2—1,4
Пористость, %	55—65	Показатель, хороший для пахотного слоя	
	50—55	Показатель, удовлетворительный для пахотного слоя	
	50	Показатель, неудовлетворительный для пахотного слоя	
	25—40	Показатель характерен для уплотненных иллювиальных горизонтов	

Свойства почв	Величины	Оценка	Примечания
Общая влагоемкость, %	40—55 30—40	Наилучшая Хорошая	Культурная почва
	25—30	Удовлетворительная	Для песчаной почвы—25%
	< 25	Неудовлетворительная для тяжелых почв	Для песчаной почвы—10—20%
Водопроницаемость, мм/час.	100 70—100 30—70 < 30	Наилучшая Хорошая Удовлетворительная Неудовлетворительная	Качественно водопроницаемость почвы будет тем лучше, чем более она однородна по поверхности поля

рых биологических и химических процессах, происходящих в почве.

Общая порозность (*ОП*) почвы вычисляется по формуле:

$$ОП = \left(1 - \frac{ОВ}{УВ}\right) \cdot 100.$$

Следует заметить, что эта формула дает фактическую порозность только для почв, не обладающих свойством набухания.

Водно-физические свойства

Основными водными свойствами почвы являются влагоемкость, водопроницаемость, капиллярность и испаряющая способность.

Влагоемкостью называется способность почвы впитывать и удерживать в своих порах то или иное количество воды. Различают полную, капиллярную и предельную полевую влагоемкость почвы.

Полная влагоемкость (ПВ) соответствует количеству воды, заполняющему все капиллярные и некапиллярные почвенные поры. При этом практически всегда около 5—8% от объема почвы, а иногда и больше, оказываются занятыми воздухом. При длительном

затоплении почвы воздух полностью вытесняется водой. Тогда величина полной влагоемкости, выраженная в процентах от ее объема, соответствует порозности почвы и составляет 25—55%.

Капиллярная влагоемкость (КВ) соответствует количеству воды, удерживающейся в порах капиллярными силами.

Предельной полевой влагоемкостью или наименьшей (ППВ) называется способность почвы ненарушенного сложения вмещать определенное количество воды после обильного промачивания и стекания гравитационных вод в природных условиях. Величина ее необходима для расчета поливных и промывных норм, установления сроков полива, определения величины водоотдачи.

Водопроницаемостью называется способность почвы пропускать через себя воду сверху вниз. Процесс поступления воды в почву складывается из трех явлений: впитывания, промачивания и фильтрации. Водопроницаемость весьма динамична. Она зависит от механического состава, содержания гумуса, изменчивости структурного состояния почвы, порозности и изменяется в пределах 30—100 мм/час.

Водопроницаемость играет существенную роль в водно-солевом режиме почвы, в создании почвенного плодородия. От величины водопроницаемости зависят:

1) скорость проникновения воды в почву (при поливе или атмосферных осадках);

2) количество воды, поступающей в почву в единицу времени;

3) глубина промачивания почвы за определенный промежуток времени.

При планировании агротехнических и мелиоративных мероприятий для орошаемых и заболоченных почв также необходимо определение водопринцаемости почв и грунтов. Наиболее достоверным полевым методом определения водопроницаемости является метод изолированных почвенных колонн. Менее точным, но более доступным является метод рам или трубок.

Для определения водопроницаемости методом рам на характерном для данной почвы обработанном участке устраивают площадку размером 1,5×1,5 или 1×1 м, которую обносят двумя земляными валиками высотой

25—30 см, отстоящими друг от друга на расстоя[illegible] 0,5 м. Второй (внешний) земляной валик делают[illegible] того, чтобы предотвратить боковое растекание.

Для оформления площадки можно использовать [illegible] ревянную или металлическую раму или круг разме[illegible] 1×1 м и высотой 20 см. Ее погружают в почву на глу[illegible] ну 10 см так, чтобы стенки плотно соприкасались с [illegible] вой, затем на площадку и в защитное пространство о[illegible] новременно наливают воду ровным слоем и довод[illegible] столб над почвой до высоты 5—10 см, который под[illegible] живают в течение всего опыта. Учет впитавшейся вла[illegible] ведут по количеству воды, поступающей во внутренн[illegible] круг или квадрат через интервалы: шесть отсчетов ка[illegible] дые 5 минут, три отсчета каждые последующие 10 мину[illegible] четыре отсчета каждые последующие 30 минут и три [illegible] счета через каждый последующий час.

Для определения количества воды, необходимой д[illegible] заливки площадки, перед началом наблюдений опред[illegible] ляют влажность и скважность почвы рядом с изуча[illegible] мой площадкой до глубины 1 м. Из общей скважн[illegible] исследуемого объема почвы вычитают объем находи[illegible] шейся в этой почве воды (в объемных процентах). По[illegible] лученная разность и представляет объем пор, занят[illegible] воздухом. Чтобы все поры почвы можно было запо[illegible] нить водой, количество воды, равное объему пор, увел[illegible] чивают в 1,5—2 раза (примерно необходимо 250—300 [illegible] на 1 м² при метровой глубине промачивания). Скорост[illegible] водопроницаемости вычисляют для каждого интервал[illegible] наблюдений по формуле:

$$W = \frac{Q}{S \cdot T},$$

где Q — расход воды (см³) за время T (мин.);
S — учетная площадь, см²;
T — интервал наблюдения, мин.

Форма записи анализа

№ учетной площадки	Расход воды за наблюдаемый интервал времени, см³	Площадь учетной площадки, см²	Интервал наблюдения, мин.	Скорость впитывания см/мин

Полевая влагоемкость. После изучения водопроницаемости на этой же площадке можно определить и полевую влагоемкость. Для этого площадку укрывают травой или пленкой и сверху землей для предотвращения испарения воды и оставляют на несколько суток для стекания излишней воды в нижние слои почвогрунта. Практически стекание заканчивается в песчаных и супесчаных почвах за сутки, в суглинистых — через 2—3 суток, в глинистых и солонцеватых — через 4—5 суток. По истечении этого срока площадку открывают, на ней закладывают разрез (или производят бурение), по генетическим горизонтам отбирают образцы почвы (через 10 или 20 см), высушивают и определяют влажность, которая и соответствует полевой влагоемкости.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОБЩЕГО ГУМУСА

Гумус, или перегной,— это специфическое органическое вещество почвы, важная ее составная часть. Он представляет собой сложный комплекс высокомолекулярных азотсодержащих органических соединений кислотной природы, находящихся в сложном взаимодействии с минеральной частью почвы.

По современным воззрениям, гумус образуется в результате сложного превращения отмерших растительных остатков в почве при участии микроорганизмов. Эти превращения идут по пути разложения до более простых органических соединений, частично до минеральных веществ (CO_2, NO_2, NO_3, NH_3, H_2O и др.), и одновременно идет процесс гумификации, синтеза новых высокомолекулярных гумусовых веществ.

Основными компонентами почвенного гумуса являются гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумины, соли гуминовых и фульвокислот, а также битумы, воски, смолы. Элементарный состав гумуса в основном представлен углеродом, азотом, водородом, кислородом и такими зольными элементами, как фосфор, сера, железо, кальций, калий и др.

Качественный состав гумуса в различных почвах неодинаков. Наибольшее количество гуминовых кислот со-

держат черноземы, к северу и к югу от черноземов содержание этих кислот в почвах уменьшается, фульвокислот — увеличивается.

По физическому состоянию гумус — коллоидное вещество коричневого или черного цвета. Он весьма подвижен, растворим в воде (особенно гуминовые кислоты), хорошо растворяется в щелочах.

Роль гумуса в почвообразовании велика и разнообразна.

Гумус является как бы аккумулятором питательных веществ. В нем содержатся и сохраняются на продолжительный срок такие элементы питания растений, как углерод, азот, сера и др. При минерализации гумуса эти питательные элементы переходят в доступные для растений формы.

Разложение гумуса сопровождается выделением обильного количества углекислоты, которая также используется зелеными растениями.

Гумус является наиболее активной частью почвы, повышает ее поглотительную способность.

С коллоидными свойствами гумуса связано образование в почве водопрочной структуры. При наличии в почве двухвалентных катионов кальция свежескоагулированный гумус прочно склеивает твердые элементарные частицы в структурные агрегаты.

Гумус улучшает физические, водно-физические и другие свойства почв, обусловливает их более темную окраску, изменяя тем самым морфологические признаки и тепловой режим.

От количества и качества гумуса зависят интенсивность и направление микробиологических процессов в почве и характер почвообразовательного процесса в целом. По процентному содержанию гумуса, с учетом природных факторов почвообразования, определяют зональные типы и подтипы почв.

Современные методы определения гумуса основаны на учете содержащегося в нем углерода. Принимая среднее содержание углерода в гумусе за 58%, рассчитывают (с коэффициентом Ищерякова) процентное содержание гумуса в почве.

Определение гумуса методом Тюрина. Наибольшее распространение получил простой, быстрый и довольно точный метод И. В. Тюрина. Этот метод основан на

окислении углерода гумуса кислородом двухромовокислого калия в смеси с крепкой серной кислотой по схеме:

$$2K_2Cr_2O_7+8H_2SO_4=2Cr_2(SO_4)_3+2K_2SO_4+8H_2O+3O_2.$$

Выделяющийся при реакции кислород окисляет органический углерод:

$$3C\ (\text{гумуса})+3O_2=3CO_2.$$

Содержание гумуса рассчитывают по количеству кислорода хромовой кислоты, израсходованного на окисление. Для этого хромовую кислоту берут в избытке. Неизрасходованная часть кислорода определяется титрованием солью Мора:

$$K_2Cr_2O_7+7H_2SO_4+6FeSO_4\cdot(NH_4)_2SO_4=Cr_2(SO_4)_3+$$
$$+3Fe_2(SO_4)_3+6(NH_4)_2SO_4+K_2SO_4+7H_2O.$$

Поскольку анализ основан на определении содержания углерода, то почва должна быть тщательно очищена от органических остатков. В противном случае результат будет завышен. Следовательно, для определения гумуса необходима специальная подготовка почвы.

Ход анализа. Из образца воздушно-сухой почвы взять среднюю пробу (около 10 г) и рассыпать на листе белой бумаги тонким слоем.

2. Пользуясь лупой и пинцетом, а также стеклянной палочкой, наэлектризованной кусочком шерстяной ткани, из почвы тщательно выбрать и удалить все неразложившиеся и полуразложившиеся корешки растений, после чего растереть в фарфоровой ступке и просеять через сито с диаметром отверстий 0,25 мм.

Из подготовленной почвы взять навеску от 0,1 до 0,5 г в зависимости от содержания гумуса и окраски почвы (табл. 33).

3. Навеску перенести в колбочку емкостью 100 мл. Сюда же из бюретки прилить точно 10 мл 0,4 н. раствора двухромовокислого калия в смеси с крепкой серной кислотой. Осторожным взбалтыванием почву смешать с жидкостью.

4. Колбочку с содержимым закрыть маленькой воронкой, которая служит холодильником, и прокипятить ровно 5 минут.

Кипение не должно быть бурным, и смесь в колбочке при кипячении не должна позеленеть. Зеленая окра-

Таблица 33

Зависимость величины навески почвы от содержания гумуса и окраски (по Красюку)

Содержание гумуса, %	Окраска почвы	Навеска, г
8—15	Черная	0,1
8—5	Темно-серая	0,15—0,2
5—3	Серая, буроватая	0,3
3—1	Светло-серая, белесая, палевая	0,4 —0,5

ска указывает на недостаток хромовой смеси. В та случае добавляют еще 10 мл хромовой смеси и сн кипятят 5 минут.

5. По истечении 5 минут колбочку снять с на вательного прибора и охладить, затем снять воронк обмыть ее над колбочкой струей воды из промывалк

6. Объем жидкости в колбочке довести дистилли ванной водой примерно до 25—50 мл, прилить 6—8 пель фенилантраниловой кислоты и оттитровать 0,2 раствором соли Мора.

По мере титрования темно-бурая окраска перехо в вишнево-фиолетовую. С этого момента титровать ну но осторожно, добавляя соль Мора по каплям, ти тельно взбалтывая содержимое колбочки. Конец тит вания устанавливается по резкому переходу вишне фиолетовой окраски растора в ярко-зеленую.

7. По окончании титрования отсчитать объем со Мора, израсходованный на титрование избытка хро вой кислоты.

Соотношение концентраций растворов хромовой к лоты и соли Мора устанавливается холостым титро нием. Для этого надо в чистую колбочку взять 10 м хромовой смеси, прилить примерно 25—50 мл дистилл рованной воды, 6—8 капель фенилантраниловой кис ты и оттитровать солью Мора. После титрования отсч тать объем соли Мора, израсходованный на все 10 м хромовой смеси.

Содержание гумуса рассчитать по формуле:

$$x = \frac{(A-B)\cdot K\cdot 0{,}0010362\cdot 100\cdot KГ}{н},$$

где A — количество соли Мора, пошедшее на холостое титрование, мл;

$Б$ — количество соли Мора, пошедшее на титрование избытка хромовой кислоты, мл;

K — коэффициент поправки на нормальность соли Мора;

0,0010362 — коэффициент Ищерякова, показывающий, что 1 мл 0,2 н. соли Мора соответствует 0,0010362 г гумуса;

$КГ$ — коэффициент гигроскопичности почвы для пересчета на сухую навеску;

$н$ — навеска почвы, г.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	Навеска воздушно-сухой почвы, г	Израсходовано соли Мора, мл		КГ	Содержание гумуса (x), %
		на холостое титрование (А)	на титрование избытка хромовой кислоты (Б)		

Приготовление реактивов. 1. Для приготовления 0,4 н. раствора двухромовокислого калия в серной кислоте 20 г измельченного двухромовокислого калия растворить в дистиллированной воде и довести до 1 л. Раствор перенести в колбу из термостойкого стекла емкостью 2,5—5,0 л и небольшими порциями при осторожном и частом помешивании колбы (под тягой) прилить 1 л серной кислоты с удельным весом 1,84. Раствор хранить закрытым в темном месте.

2. Чтобы приготовить 0,2 н. раствор соли Мора, 80 г соли (голубые кристаллы) поместить в литровую колбу и залить 1 н. раствором серной кислоты примерно на $^2/_3$ объема колбы. Отфильтровать и долить водой до 1 л. Раствор хранить в бутыли, изолированной от воздуха.

3. Для приготовления раствора фенилантраниловой кислоты 2 г этой кислоты надо развести в 100 мл 0,2-процентного раствора соды. Для этого порошок фенилантраниловой кислоты стеклянной палочкой растереть

в фарфоровой ступке с несколькими миллилитрами воды до пастообразного состояния, а затем при помешивании добавить остальное количество соды.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАРБОНАТОВ

Карбонаты в почве представлены солями угольной кислоты, главным образом кальция и магния. Значительно реже встречается карбонат натрия — сода (в провинциях содового засоления и солонцах). Количественное содержание карбонатов и распределение их по профилю различных почв не одинаково и зависит от условий их формирования.

Почвы лугово-лесной зоны обычно не содержат карбонатов. В почвах степной зоны, формирующихся в условиях более засушливого климата, и на карбонатных породах (лёссах) карбонаты обнаруживаются в значительных количествах в средней части профиля (иллювиально-карбонатные горизонты). Почвы полупустынной и пустынной зон, как правило, содержат большое количество карбонатов в верхнем горизонте. Такие почвы называются карбонатными. Содержание CO_2 колеблется в них от 2—3 до 10—15%.

В Средней Азии и Казахстане на нижних древне-аллювиальных террасах встречаются почвы, в которых вследствие передвижения солей (бикарбонатов) образуются сцементированные прослойки — «шохи» с содержанием в них до 50% карбонатов.

Переход труднорастворимых карбонатов в бикарбонаты совершается при повышении концентрации углекислого газа в почвенном растворе. Последние при длительном орошении или в условиях временного атмосферного увлажнения способны вымываться на различную глубину и снова переходить в карбонаты, образуя иллювиально-карбонатные горизонты. Такие почвы носят название выщелоченных, в зависимости от глубины залегания карбонатов они могут быть слабо-, средне- и глубоковыщелоченными.

Таким образом, определение количественного содержания карбонатов в почве и глубины их залегания необходимо для классификации почв, установления сте

лени их выщелоченности и карбонатности. Кроме того, карбонаты оказывают существенное влияние на многие свойства почвы. Оно может быть положительным и отрицательным.

Карбонаты определяют высокую буферность почвы к водородному иону, нейтрализуя органические и минеральные кислоты, поддерживая реакцию почвенного раствора нейтральной или слабощелочной. Они обогащают почву двухвалентными катионами — кальцием и магнием, которые способны быстро поглощаться коллоидами. При этом образуются почвы, насыщенные основаниями.

Поглощенный кальций и магний карбонатов вызывает необратимую коагуляцию почвенных коллоидов и тем самым способствует структурообразованию, а следовательно, улучшению водно-физических и воздушных свойств почвы.

Карбонаты усиливают деятельность почвенных микроорганизмов (особенно нитрификаторов).

Но слишком высокое содержание карбонатов в почве отрицательно сказывается на ряде почвенных свойств и условиях жизни растений, так как карбонатно-иллювиальный горизонт плотный, сцементированные прослойки снижают водопроницаемость почвы, ухудшают ее воздушные свойства и препятствуют глубокому проникновению корней растений.

Карбонаты обусловливают химическое поглощение ионов фосфорной кислоты, образуя труднорастворимые фосфорно-кальциевые соединения, малодоступные для растений.

При высоком содержании карбонаты оказывают токсическое действие на растения. Особенно токсичен для растений карбонат натрия (сода), обусловливающий щелочную реакцию почвенного раствора, пептизирующий почвенные коллоиды и ухудшающий физические свойства почв.

Методы количественного определения содержания карбонатов основаны на учете углекислого газа, выделяемого при воздействии на почву 10-процентной соляной кислоты. При наличии карбонатов имеет место следующая реакция:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + CO_2 + H_2O.$$

При этом учитывают объем или вес выделившегося углекислого газа и применяют соответствующие методы определения — объемный и весовой.

Количественному определению карбонатов предшествует качественное определение. Для этого небольшое количество почвы помещают в фарфоровую чашечку и капают на нее из пипетки 10-процентную соляную кислоту. При этом выделяются пузырьки углекислого газа (почва «шипит» или «вскипает»). По интенсивности вскипания определяют много или мало в почве карбонатов. В зависимости от этого берут навеску почвы для количественного определения.

Газометрический метод определения карбонатов основан на определении объема выделившегося углекислого газа при разрушении карбонатов соляной кислотой. Определение производится в специальном приборе — кальциметре.

Ход анализа. 1. Взять навеску мелкозема почвы в 2—5 г (в зависимости от характера вскипания почвы от HCl: сильное — 2, слабое — 5 г).

2. Почву поместить в фарфоровый тигель и с помощью пинцета осторожно поставить его на дно склянки кальциметра.

3. Стараясь не капнуть на почву, в склянку налить пипеткой 20 мл 10-процентной соляной кислоты и присоединить ее к прибору, закрыв плотно пробкой.

4. Довести уровень воды в сосудах кальциметра до определенного деления и записать отсчет по одному из сосудов. (Вода предварительно должна быть насыщена углекислым газом).

5. Тигель в склянке осторожно опрокинуть и содержимое перемешать. При взаимодействии почвы с соляной кислотой карбонаты разлагаются и выделяется углекислый газ, который по резиновой трубке через трехходовый краник поступает в градуированный сосуд кальциметра. Вследствие давления углекислого газа уровень воды в кальциметре будет понижаться до тех пор, пока не прекратится реакция. Объем углекислого газа будет равен объему вытесненной из сосуда воды. Его определяют по разности отсчетов до опыта и после окончания опыта.

6. Одновременно установить температуру и давление в лаборатории во время опыта.

7. Рассчитать содержание карбонатов по формуле:

$$x = \frac{(Д - Д_1) \cdot 273 \cdot P \cdot 1,9769}{760 \cdot (273 + t)},$$

где x — вес выделившегося углекислого газа, мг;

$Д$ — атмосферное давление во время опыта (по барометру);

$Д_1$ — давление водяных паров в лаборатории во время опыта;

t — температура воздуха в лаборатории во время опыта, ° С;

273 — абсолютная температура;

P — объем выделившегося газа CO_2, см³;

1,9769 — вес 1 мл CO_2 при температуре 0° и нормальном атмосферном давлении, г;

760 — нормальное атмосферное давление.

8. По полученному весу CO_2 рассчитать его процентное содержание в почве, подставив величину x в следующую формулу:

$$y = \frac{x \cdot 100 \cdot КГ}{1000 \cdot н},$$

где y — процентное содержание CO_2 карбонатов в почве;

$КГ$ — коэффициент гигроскопичности, применяемый для пересчета на сухую почву;

1000 — множитель перевода CO_2 из миллиграммов в граммы;

$н$ — навеска воздушно-сухой почвы, г.

9. По процентному содержанию CO_2 карбонатов можно рассчитать содержание в почве $CaCO_3$ по формуле:

$$z = y \cdot 2,27,$$

где z — содержание в почве $CaCO_3$, %;

y — содержание в почве CO_2, %;

2,27 — коэффициент для перевода CO_2 в $CaCO_3$.

Ход анализа и его результаты записывают по следующей форме:

Форма записи анализа

Глубина взятия образца, см	Навеска почвы, г	Атмосферное давление, мм	Давление водяных паров, атм	Температура в лаборатории, °С	Первоначальный уровень воды по кальциметру	Уровень воды в кальциметре после реакции почвы с HCl	Объем вытесненной воды по кальциметру	Объем выделившегося CO_2, см³	Содержание CO_2, %	Содержание $CaCO_3$, %

АНАЛИЗ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ

Атмосферные осадки благодаря содержанию в них углекислоты, кислорода, следов азотной кислоты, аммиака и других компонентов являются хорошим растворителем. Соприкасаясь с твердой фазой почвы, они растворяют различные органические и минеральные соединения, образуя почвенный раствор.

Органическая часть почвенного раствора в основном состоит из воднорастворимых гумусовых кислот и их солей (фульвокислот и фульватов), а также воднорастворимых продуктов разложения органических остатков.

Минеральная часть почвенного раствора состоит из различных воднорастворимых минеральных солей, среди которых преобладающее место занимают бикарбонаты, сульфаты, хлориды, нитраты, фосфаты кальция, магния, калия, натрия и аммония.

Концентрация почвенного раствора зависит от состава твердой фазы почвы, а также от степени увлажнения, температуры и содержания углекислоты. В незасоленных почвах концентрация почвенного раствора невелика и выражается десятыми долями грамма на литр, в засоленных почвах — граммами и даже десятками граммов.

Состав почвенного раствора обусловливает и его реакцию. Кислотность почвенного раствора вызывается присутствием органических кислот и свободной угольной кислотой. Щелочность почвенного раствора обусловлена наличием карбонатов и бикарбонатов щелоч-

ах и щелочноземельных оснований, а также щелочных солей гумусовых и кремневых кислот.

Почвенный раствор находится в сложных взаимоотношениях с твердой и газообразной фазами почвы и представляет собой весьма подвижную, динамическую активную ее часть. Он влияет на направление почвообразовательного процесса и является источником питания растений. Изучение почвенного раствора необходимо для разработки правильной системы агротехнических мероприятий по улучшению почв и рациональному использованию.

В настоящее время наиболее распространенным методом изучения почвенного раствора является анализ водной вытяжки. Этим анализом определяется количественный и качественный состав находящихся в почве растворимых солей. Сущность его состоит во взаимодействии почвы с водой. Растворяющее действие воды используется для определения содержания водорастворимых солей почвы, гидролизующее — для определения реакции почвенного раствора.

Из почвы в водную вытяжку переходит только часть простых солей в зависимости от их растворимости. Легкорастворимые соли (хлориды, а также сульфаты и карбонаты натрия) практически растворяются полностью. Средне- и труднорастворимые соли (гипс, карбонаты кальция и магния) переходят в раствор лишь частично. Поэтому анализом водной вытяжки в основном определяют содержание в почве легкорастворимых солей.

Результаты анализа водной вытяжки используются обычно для определения степени и характера засоления почвы.

Солевой состав вытяжек подзолистых, дерново-подзолистых, болотных и серых лесных почв содержат небольшое количество растворимых веществ. В составе последних органическая часть преобладает над минеральной. Реакция вытяжек кислая.

В вытяжках обыкновенных черноземов органические и минеральные вещества находятся в равном количестве. Реакция нейтральная.

В водных вытяжках каштановых, бурых почв, сероземов, солончаков и солонцов минеральные соли преоб-

ладают над органическими. Почвы, в солевом со[illegible] вытяжек которых преобладают хлориды, сульфаты [illegible]рия, кальция, магния и частично карбонаты натри[illegible] зываются засоленными.

В засоленных почвах почвенный раствор имеет [illegible]сокую концентрацию и высокое осмотическое давл[illegible] отрицательно действующие на рост и развитие ра[illegible]ний, поэтому изучение водной вытяжки засолен[illegible] почв приобретает большое значение. При их характ[illegible]стике учитывают глубину залегания соленосных г[illegible]зонтов, степень и качество засоления. Классифика[illegible] почв по этим признакам дана в таблице 34 (по Роз[illegible]ву). Отношение полевых культур к тем или иным со[illegible] отражает таблица 35 (см. стр. 146).

Количественное содержание солей в почвах бы[illegible] различным. Такие соли, как Na_2CO_3, $MgSO_4$ $NaHCO$[illegible] $Ca(HCO_3)_2$, встречаются в сотых долях процента, [illegible]держание же NaCl, $N_2SO_4 \cdot 2H_2O$ может доходить [illegible] нескольких процентов, а на поверхности корковых [illegible]лончаков — до 100%.

Для растений наиболее вредными являются Na_2C[illegible] NaCl, $MgSO_4$; менее вредными — Na_2SO_4, $NaHCO$[illegible] $Ca(HCO_3)_2$; безвредными — $CaSO_4 \cdot 2H_2O$, $CaCO$[illegible] $MgCO_3$, физиологическая токсичность этих солей [illegible] растений не установлена, однако, естественное плодо[illegible]дие почв, содержащих большое количество гипса и к[illegible]бонатов, как правило, весьма низкое.

Содержание в почве солей Na_2CO_3, NaCl, $MgSO$[illegible] $MgCl_2$ в количестве до 0,1% указывает на засолен[illegible] почвы и губительно действует на рост и развитие рас[illegible]ний. И наоборот, содержание в почве солей CaC[illegible] $MgCO_3$, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ даже до 1% (при отсутствии др[illegible]гих вредных солей) не вызывает сильного угнетения п[illegible]левых культур.

Анализ водной вытяжки имеет большое практи[illegible]ское значение и в мелиорации. Определения количества [illegible] качества солей, а также реакции водной вытяжки п[illegible]воляют решить вопрос о необходимости проведения т[illegible] или иных мелиоративных мероприятий.

В большинстве случаев для получения вытяж[illegible] отношение воды к почве (по К. К. Гедройцу) дол[illegible] быть 5:1. При сокращенном анализе в вытяжке опр[illegible]ляют сумму водорастворимых солей (сухой или пл[illegible]

й остаток), pH, щелочность, вызываемую нормальными карбонатами, общую щелочность, содержание хлор-иона, сульфат-иона, кальция и магния.

Приготовление водной вытяжки

1. Взвесить 100 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм, в пересчете на абсолютно сухую навеску (например, если почва содержит 3% гигроскопической влаги, то навеска будет соответственно равна 103 г).

2. Перенести навеску в колбу на 750—1000 мл, прилить пятикратное количество дистиллированной воды и взбалтывать в течение 5 мин. Заранее приготовить большую воронку и складчатый фильтр из плотной фильтровальной бумаги.

После взбалтывания содержимое колбы осторожно перенести на фильтр, сливая суспензию по стенкам воронки. Мутные порции фильтрата следует профильтровать повторно и собрать лишь прозрачный фильтрат.

Определение pH водной вытяжки

Реакция водной вытяжки позволяет судить о кислотности или щелочности почвенного раствора, которые непосредственно влияют на рост и развитие растений. Все культурные растения на реакцию почвенного раствора реагируют по-разному. Пшеница, например, лучше всего развивается при реакции, близкой к нейтральной, лен — при слабокислой, картофель выносит кислую реакцию, хлопок же хорошо развивается при щелочной реакции.

Реакция водной вытяжки зависит от концентрации водородных и гидроксильных ионов воднорастворимых кислот, а также кислых и щелочных солей в почве. В зависимости от соотношения водородных и гидроксильных ионов реакция может быть нейтральной, кислой или щелочной. Когда концентрация водородных ионов равна концентрации гидроксильных ($H^+ = OH^-$), реакция будет нейтральной. Если концентрация водородных ионов будет больше концентрации гидроксильных

($H^+ > OH^-$), то получается кислая реакция; если же, оборот ($H^+ < OH^-$) — щелочная.

Реакция водной вытяжки выражается величиной pH и является отрицательным логарифмом концентрации ионов водорода. По величине pH почвы делятся на сильнокислые (pH=3—4), кислые (pH=4—5), слабокислые (pH=5—6), нейтральные (pH=6—7), щелочные (pH=7—8) и сильнощелочные (pH=8—9).

Нейтральную реакцию с небольшими отклонениями в кислую или щелочную сторону имеют черноземы, кислую — подзолистые, серые лесостепные почвы, красноземы и болотные. Засоленные почвы, как правило, отличаются щелочной реакцией.

Величину pH определяют колориметрическим и электрометрическим (потенциометрическим) методами. Колориметрический метод менее точен и пригоден только для изучения бесцветных водных вытяжек. Однако он более доступный и быстрый.

Определение pH колориметрическим методом основано на изменении окраски вытяжки от прибавляемого индикатора. Анализ ведут с помощью прибора Алямовского. Он состоит из цветной шкалы (кассеты) или пробирок с цветными растворами-эталонами, позволяющими определить величину pH в интервале от 4,0 до 8,0, пипетки, компаратора и универсального индикатора.

Ход анализа. 1. Взять пипетку на 5 мл и небольшим количеством испытуемой вытяжки ополоснуть ее и пробирку.

2. В пробирку налить 2—5 мл испытуемой вытяжки, 2—3 капли универсального индикатора и встряхнуть. Получается окрашенный раствор, позволяющий определить величину pH.

3. По окраске раствора подбирают нужную кассету с эталонами, вставляют ее в гнездо компаратора так, чтобы обозначения pH находились снаружи. В левое гнездо (против прозрачной части) помещают пробирку с испытуемым раствором, а в правую — пробирку с водой.

4. Передвигая кассету в вертикальном направлении и рассматривая обе пробирки через горизонтальные отверстия компаратора, находят эталон, окраска которого совпадает с окраской испытуемого раствора.

5. Если окраска раствора занимает промежуточное положение между двумя эталонами, берут среднее значение pH.

Определение количества сухого остатка

В состав сухого остатка входят минеральные соли, а также воднорастворимые органические вещества. По величине его судят о степени засоления почв.

Ход анализа. 1. Взять 50—100 мл вытяжки в заранее высушенную и взвешенную фарфоровую чашку и выпарить досуха на водяной бане.

2. Тщательно обтереть чашку снаружи и высушить в сушильном шкафу в течение 1,5 часа при температуре 101—105°, после чего чашку с осадком охладить в эксикаторе и взвесить.

3. Рассчитать содержание сухого остатка (*СО*) в процентах на абсолютно сухую почву по формуле:

$$CO = \frac{A \cdot 100}{c},$$

где *A* — вес сухого остатка в выпаренном объеме вытяжки, г;

100 — коэффициент пересчета на 100 г почвы;

c — навеска почвы, соответствующая взятому объему вытяжки, г.

Результаты анализа записывают в журнал по следующей форме:

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	№ чашки	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Вес чашки, г		Вес сухого остатка, г	Содержание сухого остатка, %
			общий	взятый для выпаривания	пустой	с сухим остатком		

Определение щелочности, вызываемой нормальными карбонатами

Щелочность почвы зависит от содержания карбонатов и бикарбонатов щелочных и щелочноземельных металлов, а также щелочных солей кремневых и органических кислот.

Различают общую щелочность, связанную с наличием в почве карбонатов щелочных металлов, в основном Na_2CO_3, и бикарбонатов щелочных и щелочноземельных металлов, главным образом $Ca(HCO_3)_2$ и $NaHCO_3$, и щелочность от нормальных карбонатов, обусловленную только наличием карбонатов щелочных металлов.

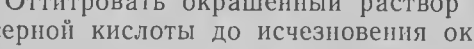
Очень важно определить формы щелочности, связанные с натрием, так как сода создает в почве высокую щелочность и может привести к солонцеватости.

Ход анализа. 1. Взять пипеткой 25 мл водной вытяжки и перенести в колбу на 150—200 мл.

2. Прибавить две капли фенолфталеина. Если вытяжка окрасится в розово-малиновый цвет, значит присутствует Na_2CO_3 (сода).

3. Оттитровать окрашенный раствор 0,01 н. раствором серной кислоты до исчезновения окраски. Розовая окраска исчезнет, когда весь карбонат перейдет в бикарбонат. Величина щелочности от нормальных карбонатов во взятом объеме водной вытяжки будет равна двойному объему серной кислоты, израсходованной на титрование.

Реакция протекает так:



$$2Na_2CO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2NaHCO_3.$$

Результаты анализа рассчитать по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 0{,}01 \cdot K \cdot 100 \cdot 2}{c},$$

где x — содержание CO_3^{--}, мг-экв на 100 г почвы;

a — количество серной кислоты, взятой на титрование 25 мл вытяжки, мг;

0,01 — нормальность раствора серной кислоты;

2 — коэффициент пересчета на нормальный карбонат натрия;

c — навеска почвы, соответствующая 25 мл вытяжки, г;

K — коэффициент поправки на нормальность серной кислоты.

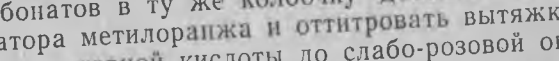
Для перевода в проценты содержание щелочности в эквивалентах надо помножить на 0,03.

Форма записи анализа

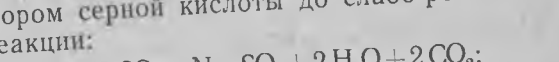
Номер и глубина взятого образца	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Количество серной кислоты, пошедшей на титрование, мг	Нормальность раствора серной кислоты	Содержание CO_2	
		общий	взятый для выпаривания			мг-экв на 100 г почвы	%

Определение общей щелочности

Ход анализа. 1. После определения содержания нормальных карбонатов в ту же колбочку добавить 1—2 капли индикатора метилоранжа и оттитровать вытяжку 0,01 н. раствором серной кислоты до слабо-розовой окраски. Ход реакции:



$$2\,NaHCO_3 + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2\,H_2O + 2\,CO_2;$$



$$Ca(HCO_3)_2 + H_2SO_4 = CaSO_4 + 2\,H_2O + 2\,CO_2.$$

Общее количество серной кислоты, израсходованное на титрование в присутствии фенолфталеина и метилоранжа, будет соответствовать общей щелочности во взятом объеме водной вытяжки.

2. Результаты анализа рассчитать по формуле:

$$x = \frac{(a+b)\cdot 100\cdot 0{,}01\cdot K}{c},$$

где x — содержание HCO_3^-, мг-экв на 100 г почвы;

a — количество серной кислоты, пошедшей на титрование вытяжки в присутствии фенолфталеина (при определении щелочности от нормальных карбонатов), мл;

$в$ — количество серной кислоты, пошедшей на титрование вытяжки в присутствии метилоранжа (при определении общей щелочности), мл;

K — коэффициент поправки на нормальность раствора серной кислоты;

0,01 — нормальность раствора серной кислоты;

100 — коэффициент пересчета на 100 г почвы;

c — навеска почвы, соответствующая взятому для титрования количеству вытяжки, г.

Для того чтобы определить процентное содержание общей щелочности, нужно содержание в миллиэквивалентах умножить на 0,061.

Форма записи анализа

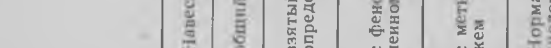
№ разреза и глубина взятия образца	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Количество серной кислоты, израсходованной на титрование, мл		Нормальность серной кислоты	Содержание HCO_3	
		общий	взятый для определения	с фенолфталеином	с метилоранжем		мг-экв на 100 г почвы	%

Определение хлор-иона

Хлор-ион осаждается азотнокислым серебром в присутствии 10-процентного раствора хромовокислого калия. Реакция протекает так:

$$NaCl + AgNO_3 = NaNO_3 + AgCl.$$

После осаждения хлор-иона избыток азотнокислого серебра вступает в реакцию с хромовокислым калием и образует осадок хромовокислого серебра красноватого цвета, что является признаком окончания реакции:



$$K_2CrO_4 + 2AgNO_3 = 2KNO_3 + Ag_2CrO_4.$$

Ход анализа. 1. В ту же колбочку, где определялась общая щелочность, добавить 10 капель 10-процентного хромовокислого калия и оттитровать 0,01 н. раствором азотнокислого серебра до красноватой окраски. В том случае, если почва засолена, вытяжки надо взять меньше (5—10 мл).

Результаты вычислить по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 100 \cdot 0{,}01 \cdot K}{c},$$

где x — содержание Cl^-, мг-экв на 100 г почвы;

a — количество раствора азотнокислого серебра, пошедшее на титрование взятого объема вытяжки, мл;

c — навеска почвы, соответствующая количеству вытяжки, взятой для определения;

0,01 — нормальность раствора $AgNO_3$;

100 — множитель пересчета на 100 г почвы;

K — коэффициент поправки на нормальность азотнокислого серебра.

Для определения процентного содержания хлор-иона миллиграмм-эквиваленты надо помножить на 0,035.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Количество раствора $AgNO_3$, израсходованного на титрование, мл	Содержание Cl	
		общий	взятый для определения		мг-экв на 100 г почвы	%

Определение сульфат-иона весовым методом

Сульфат-ион осаждается хлористым барием по схеме:

$$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 + 2NaCl.$$

Ход анализа. 1. Взять 50 мл водной вытяжки в химический стакан емкостью 100—150 мл.

2. Подкислить 1—2 мл 10-процентного раствора соляной кислоты.

3. Нагреть вытяжку до кипения и при помешивании прилить небольшими порциями 5—10 мл кипящего 10-процентного раствора хлористого бария. Кипячение продолжать еще несколько минут, после чего накрыть

стакан часовым стеклом и оставить в теплом месте на 12—18 часов.

4. Отфильтровать осадок через плотный фильтр с синей лентой.

5. Промыть осадок горячей дистиллированной водой до полного удаления избытка бария. (Проба на барий: в пробирку взять 5—10 мл фильтрата, прилить 1—2 мл 5-процентного раствора H_2SO_4 и нагреть до кипения; при отсутствии белой мути промывание можно прекратить.)

6. Перенести фильтр с осадком в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель и осторожно озолить на слабом огне. После этого прокалить осадок в муфельной печи.

7. Охладить тигель с осадком в эксикаторе и взвесить на аналитических весах.

Рассчитать результаты анализа по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 0,4114 \cdot 100}{c},$$

$$x_1 = \frac{x \cdot 1000}{48,03},$$

где x — процентное содержание сульфат-иона;

x_1 — мг-экв сульфат-иона;

a — вес прокаленного осадка сернокислого бария, г;

0,4114 — коэффициент пересчета соли в сульфат-ион;

c — навеска почвы, соответствующая количеству взятой для анализа вытяжки, г;

100 — множитель пересчета на 100 г почвы;

48,03 — эквивалентный вес сульфат-иона.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Вес тигля, г		Вес осадка, г	Содержание SO_4^{--}	
		общий	взятый для определения	с осадком	пустого		в мг-экв на 100 г почвы	%

Определение ионов кальция, магния и сульфат-иона комплексометрическим объемным методом

Весовые методы определения ионов Ca^{++}, Mg^{++}, SO_4^{--} громоздки по объему и требуют много времени для выполнения. Для быстрого определения названных ионов следует применять комплексометрический, или трилонометрический, метод.

Комплексометрический объемный метод определения ионов кальция, магния и сульфат-иона в водной вытяжке почвы основан на свойстве некоторых сложных солей органических кислот давать с двухвалетными катионами хорошо растворимые в воде внутрикомплексные соединения (без выпадания в осадок), количество которых устанавливается титрованием в присутствии соответствующих индикаторов.

Таким сложным органическим соединением является двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б), натрий которой способен обмениваться на другой катион.

Катионы кальция и магния водной вытяжки, обмениваясь на катионы натрия трилона, в присутствии индикатора в щелочной среде (pH = 10) дают характерное окрашивание, по которому устанавливается конец титрования.

Определение суммы ионов кальция и магния. 1. В коническую колбу емкостью 200—250 мл налить 10—50 мл водной вытяжки (в зависимости от содержания ионов Ca и Mg). Затем дистиллированной водой довести объем вытяжки до 100 мл.

2. Прибавить 5 мл буферного раствора (смесь 20-процентного хлористого аммония с 20-процентным чистым аммиаком) и 8 капель индикатора (хромоген черный). При этом жидкость в колбе окрашивается в винно-красный цвет.

3. Окрашенную жидкость оттитровать 0,05 н. раствором трилона Б до зеленовато-голубого цвета.

4. Количество Ca^{++} и Mg^{++} в мг-экв на 100 г почвы рассчитать по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 0{,}05 \cdot K \cdot 100}{c},$$

где a — количество трилона Б, израсходованное на титрование, мл;

0,05 — нормальность раствора трилона Б;

K — поправка к титру раствора трилона Б;

100 — множитель пересчета на 100 г почвы;

c — навеска почвы, соответствующая количеству вытяжки, взятому для титрования, г.

Определение сульфат-иона. Сульфат-ион осаждается раствором хлористого бария с последующим титрованием избытка $BaCl_2$ раствором трилона Б.

Ход анализа. 1. После определения суммы Ca^{++} и Mg^{++} содержимое колбы нагреть до кипения и подкислить 10-процентной соляной кислотой до перехода окраски в винно-красную.

2. Прилить из бюретки 10 мл 0,05 н. раствора хлористого бария.

3. После охлаждения в колбу прилить 10 мл 0,05 н. раствора хлористого магния.

4. Добавить 5 мл буферного раствора и 6—7 капель индикатора — хромогена черного.

5. Оттитровать жидкость 0,05 н. раствором трилона Б до голубого цвета.

6. Предварительно оттитровать смесь растворов $BaCl_2+MgCl_2$, взятых в тех объемах, которые внесены в испытуемый раствор (в нашем случае по 10 мл). Смесь разбавить дистиллированной водой до 100 мл, прибавить 5 мл буферного раствора, 5—8 капель хромогена черного и оттитровать 0,05 н. раствором трилона Б до сине-голубой окраски.

7. Количество SO_4^{--} в мг-экв на 100 г почвы рассчитать по формуле:

$$x=\frac{(A-Б)\cdot 0,05\cdot K\cdot 100}{c},$$

где A — количество трилона Б, пошедшее на титрование смеси 10 мл $BaCl_2$+10 мл $MgCl_2$, мл;

$Б$ — количество трилона Б, пошедшее на титрование водой вытяжки, мл;

K — коэффициент поправки на нормальность раствора трилона Б;

c — навеска почвы, соответствующая объему вытяжки, взятому для определения, г.

Процентное содержание SO_4^{--}=мг-экв $SO_4^{--}\cdot 0,048$

Определение иона кальция. Кальций в водной вытяжке определяется титрованием трилона Б в присутствии индикатора мурексида. Последний с ионом магния окрашивания не дает.

Ход анализа. 1. В коническую колбу на 250 мл взять 10—50 мл водной вытяжки. Объем вытяжки дистиллированной водой довести до 100 мл.

2. Прилить 2 мл 10-процентного раствора КОН или NaOH.

3. Добавить около 20 мг мурексида и краснооокрашенную жидкость титровать трилоном Б до лилового цвета.

4. Количество Ca^{++} в мг-экв на 100 г почвы рассчитать по формуле:

$$x = \frac{a \cdot 0{,}05 \cdot K \cdot 100}{c},$$

где a — количество трилона Б, израсходованное на титрование, мл;

0,05 — нормальность раствора трилона Б;

K — поправочный коэффициент на нормальность раствора трилона Б;

c — навеска почвы, соответствующая количеству вытяжки, взятой для титрования, г.

Процентное содержание Ca^{++} = мг-экв $Ca^{++} \cdot 0{,}020$.

5. Содержание ионов магния рассчитать вычитанием из суммарного содержания ионов кальция и магния и найденного содержания ионов кальция (в мг-экв):

$$(Ca^{++} + Mg^{++}) - Ca^{++}.$$

Форма записи результатов сокращенного анализа водной вытяжки

№ разреза	Глубина взятия образцов	Гигроскопическая вода, %	pH	Сухой остаток, %	Щелочность, мг-экв		Содержание мг-экв / %		Сумма анионов, мг-экв.	Содержание, мг-экв / %		Сумма Ca^{++} и Mg^{++}, мг-экв	$Na^{+}+K^{+}$ по разности
					общая HCO_3^-	от нормальных карбонатов CO_3^{--}	Cl^-	SO_4^{--}		Ca^{++}	Mg^{++}		

Таблица 34

Классификация почв по количеству, качеству и глубине залегания солей

Глубина залегания засоленных горизонтов, см	Название почв	Содержание солей, %	Название почв	Соотношение анионов		Название засоления
				$Cl : SO_4$	$SO_4 : Cl$	
Глубже 150	Незасоленные	0,25—0,5	Слабозасоленные	>2	<0,5	Хлоридное
100—150	Глубокозасоленные	0,5 —0,7	Среднезасоленные	1—2	0,5—0,1	Сульфатно-хлоридное
70(80)—100	Глубокосолончаковатые	0,7 —1,0	Сильнозасоленные	0,2—1,0	1—5	Хлоридно-сульфатное
30—70(80)	Солончаковатые	более 1—2	Солончаки (на поверхности почвы корка солей)	<0,2	>5	Сульфатное
5—30	Солончаковые					

Таблица 35

Классификация почв по степени засоления (по В. А. Ковда, В. В. Егорову и др., 1960 г.)

Степень засоления почв	Тип засоления, плотный остаток в %							
	хлоридно-содовый	сульфатно-содовый	содово-хлоридный	содово-сульфатный	сульфатно-хлоридный	хлоридно-сульфатный	хлоридный	сульфатный
Практически не засоленные (или слабозасоленные)	<0,15	<0,15	<0,15	<0,15	<0,2	<0,25	<0,15	<0,3
Слабозасоленные	0,15—0,25	0,15—0,3	0,15—0,25	0,15—0,25	0,2—0,3	0,25—0,4	0,15—0,3	0,3—0,6
Среднезасоленные	0,25—0,4	0,3 —0,5	0,25—0,4	0,3 —0,5	0,3—0,6	0,4 —0,7	0,3 —0,5	0,6—1,0
Сильнозасоленные	0,4 —0,6	0,5 —0,7	0,4 —0,6	0,5 —0,7	0,6—1,0	0,7 —1,2	0,5 —0,8	1,0—2,0
Солончаки	>0,6	>0,7	>0,6	>0,7	>1	>1,2	>0,8	>2,0

Процентное содержание Mg^{++} = мг-экв $Mg^{++} \cdot 0{,}012$.

Результаты сокращенного анализа водной вытяжки записать по соответствующей форме и дать название почвы по степени и качеству засоления (табл. 34, 35).

При анализе грунтовых вод результаты получают в миллиграммах на литр. Их можно перевести в миллиграмм-эквиваленты, использовав формулу

$$m : \frac{a}{b},$$

где m — содержание солей, мг/л;

a — атомный вес иона;

b — валентность.

Приготовление реактивов. 1. 0,01 н. раствор серной кислоты.— Разбить одну ампулу 0,1 н. H_2SO_4, содержимое перенести в литровую колбу и довести до метки дистиллированной водой. Затем взять 100 мл полученного 0,1 н. раствора H_2SO_4 и довести водой до 1 л.

2. 1-процентный раствор фенолфталеина — 1 г фенолфталеина растворить в 100 мл 60-процентного этилового спирта (60 мл 90-процентного спирта и 40 мл дистиллированной воды).

3. 0,1-процентный раствор метилоранжа — 100 мг метилоранжа растворить в 100 мл дистиллированной воды.

4. 10-процентный раствор хромовокислого калия — 10 г K_2CrO_4 растворить в воде и довести до 100 мл.

5. 0,01 н. раствор $AgNO_3$ — 1,7 г азотнокислого серебра растворить в воде и довести до 1 л.

6. 0,05 н. раствор хлористого бария — 6,1 г $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ растворить в воде и довести до 1 л.

7. 10-процентный едкий натрий — 100 г NaOH растворить в воде и довести до 1 л.

8. Мурексид — смесь 5 частей сухого мурексида с 95 частями хлористого натрия.

9. 0,05 н. раствор $MgCl_2$ — 2,108 г $MgCO_3$ поместить в литровую мерную колбу, прилить 5 мл крепкой соляной кислоты, а после выделения CO_2 добавлять соляную кислоту по каплям до полного растворения $MgCO_3$ и долить водой до 1 л.

10. 10-процентный раствор HCl — 236,4 мл крепкой соляной кислоты с удельным весом 1,19 разбавить дис-

тиллированной водой так, чтобы общий объем состав один литр.

11. 0,05 н. раствор трилона Б—9,3 г трилона Б раство рить в дистиллированной воде и довести до 1 л. Нор мальность трилона Б устанавливает по 0,01 н. раство ру соли магния. Для получения такого раствора берут 1,23 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ или 1,02 г $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ и растворяют в 1 л воды.

12. Раствор хромогена черного — 0,2 г хромогена черного растворяют в 10 мл хлоридно-аммиачного буфера и разбавляют до 100 мл этиловым спиртом. Раствор индикатора при потере аммиака становится лиловым (снижается pH), прибавление аммиака восстанавливает его окраску, а следовательно, и его свойства. Раствор хромогена черного хранят в темной склянке с притертой пробкой.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕМКОСТИ ПОГЛОЩЕНИЯ

Сумма всех поглощенных катионов почвы, способных на обмен, называется емкостью поглощения. Под суммой поглощенных оснований понимается общее количество поглощенных металлических катионов. Емкость поглощения и сумма поглощенных оснований выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы.

Величина емкости поглощения дает представление о количестве органоминеральных коллоидов и является типовым признаком почв. Чем больше в почве гумуса и тяжелее механический состав, тем выше емкость поглощения.

В торфяных горизонтах заболоченных и болотных почв емкость поглощения достигает 100—200 мг-экв на 100 г почвы. В черноземах она равна 40—60, в каштановых — 20—40, в сероземах — 8—15 и в подзолистых почвах — 5—10 мг-экв (в горизонте А).

В зависимости от состава поглощенных катионов все почвы подразделяются на насыщенные и ненасыщенные основаниями. Почвы, у которых в составе поглощенных катионов отсутствуют водород и алюминий, называются насыщенными основаниями (черноземы, каштановые почвы, сероземы). Их емкость поглощения практически равна сумме поглощенных оснований. Почвы

вы, ненасыщенные основаниями, содержат в поглощенном состоянии водород и алюминий (подзолистые, болотные почвы и красноземы). Их емкость поглощения больше суммы поглощенных оснований.

Наиболее точно емкость поглощения определяют методом К. К. Гедройца. Он основан на замещении всех обменных катионов почвы натрием из раствора хлористого натрия с последующим вытеснением катиона натрия кальцием из раствора карбоната кальция. Количество вытесненных катионов равно вытесненному натрию в растворе. Ввиду большой продолжительности анализа этот метод используется чаще всего в научных целях.

Определение емкости поглощения по методу Е. В. Бобко и Д. Л. Аскинази в модификации П. Г. Грабарова и З. А. Уваровой

Метод основан на том, что емкость поглощения определяется путем замещения всех обменных катионов одним катионом, не содержащимся в почве, с последующим определением его количества.

Для этого надо взять раствор солей с pH, близкой к нейтральной, так как величина емкости поглощения любой почвы зависит от pH раствора соли, которым вытесняют обменные катионы.

Все обменные катионы вытесняют из почвы 0,1 н. буферным раствором $BaCl_2$ (pH=6,5) и затем определяют количество бария, поглощенного почвой, вытесняя последний раствором соляной кислоты 0,5—1,0 н. Реакции проходят по следующей схеме:

$$1.\ (\text{почва})\ \begin{matrix} Ca^{++} \\ Mg^{++} \\ 2H^{+} \end{matrix} + 3\,BaCl_2 \rightleftarrows$$

$$\rightleftarrows (\text{почва})\ 3\,Ba^{++} + CaCl_2 + MgCl_2 + 2\,HCl.$$

$$2.\ (\text{почва})\ Ba^{++} + 2\,HCl \rightleftarrows (\text{почва})\ 2\,H^{+} + BaCl_2.$$

В карбонатных почвах карбонаты предварительно разрушают 1-процентным раствором HCl. Легкорастворимые соли также заранее удаляются многократным промыванием почвы дистиллированной водой до отрицательной реакции на Cl^{-} и SO_4^{--}. Гипс удаляют путем

промывания почвы 0,2 н. раствором соляной кислоты до отрицательной реакции на SO_4^{--}.

Ход анализа. 1. Сделать предварительную пробу на гипс и легкорастворимые соли в исследуемых образцах. При обнаружении их удалить.

2. Взять навеску почвы 5—20 г, протертой и просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм (чем больше в почве гумуса и тяжелее механический состав, тем меньше навеска).

3. Если почва карбонатна, навеску перенести в фарфоровую чашку и обработать 1-процентным раствором соляной кислоты. Обработку производят мелкими порциями HCl, перенося каждую на воронку с плотным беззольным фильтром, до полного разрушения карбонатов (обычно расходуется 150—200 мл раствора HCl). Полноту разрушения карбонатов определяют по качественной пробе на кальций из фильтрата, стекающего с воронки.

4. Почву после разрушения карбонатов или навеску исходной почвы, если она бескарбонатна, обработать 0,1 н. раствором $BaCl_2$, декантацией. При навеске почвы 5—10 г удобнее пользоваться воронкой 5—6 см в диаметре и колбой емкостью 700—800 мл, в которую собирают фильтрат.

Постепенно всю почву из чашки переносят на фильтр и обрабатывают еще несколько раз 0,1 н. раствором $BaCl_2$ в таком количестве, чтобы он покрывал почву слоем около одного сантиметра.

Обработку ведут до тех пор, пока pH исходного буферного раствора и pH фильтрата будут одинаковыми (пробу на pH проводят в пробирках с индикатором бромтимоловым синим. Окраска исходного раствора и фильтрата должна быть одинаковой).

5. Промыть почву на фильтре дистиллированной водой до отрицательной реакции на Cl^- для удаления механически задержанного почвой $BaCl_2$.

6. Под воронку с промытой почвой поставить чистую колбу емкостью 300—500 мл и промыть почву 0,5—1,0 н. раствором HCl до отрицательной реакции на Ba (пробу производят в пробирке с 10-процентным раствором H_2SO_4 при подогревании).

7. После вытеснения всего бария из почвенно-поглощающего комплекса и перехода его в солянокислый

раствор последний перенести в стакан и упарить до 100—150 мл.

8. Упаренный фильтрат нагреть до кипения и осадить барий, приливая при помешивании 5 мл кипящего 10-процентного раствора H_2SO_4. Проверить полноту осаждения бария прибавлением нескольких капель того же раствора H_2SO_4. Если барий осажден не полностью, около капли появится помутнение. В этом случае раствор вновь нагревают до кипения и прибавляют 1 мл кипящего 10-процентного раствора H_2SO_4.

9. Отстоявшийся осадок отфильтровать через маленький плотный беззольный фильтр (синяя лента), промыть осадок и стакан горячей водой до отрицательной реакции на SO_4^{--} (проба в пробирке с 10-процентным раствором $BaCl_2$), подсушить и прокалить в маленьком и взвешенном тигле, после чего охладить и взвесить.

10. Количество поглощенного бария (емкость поглощения в мг-экв на 100 г почвы) вычислить по формуле:

$$x = \frac{A \cdot 100 \cdot KГ \cdot 1000}{116{,}71 \cdot c},$$

где A — вес прокаленного осадка, г;

100 — коэффициент пересчета на 100 г почвы;

$KГ$ — коэффициент пересчета на абсолютно сухую навеску;

1000 — коэффициент пересчета в миллиграмм-эквиваленты;

116,71 — эквивалентный вес $BaSO_4$;

c — навеска почвы, взятая для определения.

Приготовление реактивов. 1. Забуференный раствор $BaCl_2$ 0,1 н. с pH=6,5.— Взвешивают 78,37 г $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$, помещают навеску в фарфоровую чашечку и нейтрализуют добавкой 70 мл 55-процентного раствора уксусной кислоты. Полученный раствор уксуснокислого бария приливают к 10 л раствора, содержащего 61,1 г $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, перемешивают и проверяют величины pH.

В случае необходимости доводят pH до заданной величины добавлением $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$ или CH_3COOH. Если уксуснокислый барий имеется в виде готовой соли, то указанный раствор приготовляют прибавлением к 10 л дистиллированной воды 68 г $Ba(CH_3COO)_2$ и 61 г $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ и проверяют pH.

2. 10-процентный раствор HCl — 236,4 мл HCl с удельным весом 1,19 доводят дистиллированной водой до литра.

3. 1-процентный раствор HCl — 22,6 мл HCl с удельным весом 1,19 доводят дистиллированной водой до литра.

4. 1,0 н. раствор HCl — 36,5 мл HCl с удельным весом 1,19 разводят дистиллированной водой и доводят раствор до литра.

5. 10-процентный раствор H_2SO_4 — 60,6 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84 вливают в дистиллированную воду, охлаждают и доводят водой до литра.

6. 10-процентный раствор BaCl — 100 г BaCl растворяют в дистиллированной воде и доводят раствор до литра.

Определение поглощенных кальция и магния с применением трилона Б (по методу А. А. Шмука)

Метод основан на вытеснении поглощенных катионов кальция и магния катионом натрия из солевого раствора NaCl. Количественное определение вытесненных Ca и Mg производится титрованием их растворов трилоном Б в растворе после взаимодействия с почвой. При этом можно определять раздельно кальций и магний и общее их содержание.

В карбонатных почвах определение кальция и магния затрудняется тем, что при взаимодействии их с солевыми растворами вместе с вытеснением обменных оснований происходит растворение значительного количества углекислых солей.

Для учета количества растворенных углекислых солей кальция и магния и отделения их от поглощенных оснований применяется метод Шмука. Этот метод сводится к следующему. Если навеску карбонатной почвы обработать солевым раствором в количестве, достаточном для вытеснения всего обменного кальция и магния, то при удвоении объема солевого раствора на ту же навеску почвы последний растворит вдвое больше углекислых солей кальция и магния и такое же количество этих оснований в обменной форме.

Определение поглощенных кальция и магния трилонометрическим методом в одной пробе

Ход анализа. 1. Почву растереть в ступке и просеять через сито с отверстиями 0,5 мм.

2. Взять две навески почвы по 2 или 3 г, поместить их в конические колбы емкостью 300 и 500 мл.

3. В колбы прилить соответственно 100 и 200 мл нейтрального раствора (pH=6,8—7,0) хлористого натрия 1 н. концентрации.

4. Содержимое колбы взбалтывать в течение часа (вместо суточного настаивания), затем отфильтровать через складчатые фильтры в сухие колбы-приемники.

5. Из полученных фильтратов взять пипеткой по 50 мл в колбы емкостью 500 мл. Затем добавить по 50 мл дистиллированной воды, 2,5 мл 2 н. раствора едкой щелочи (NaOH), 7—8 капель хромогена темно-синего и оттитровать 0,5 н. трилоном Б до перехода винно-красной окраски в сине-сиреневую. Количество трилона Б, израсходованного на титрование, эквивалентно содержанию кальция в объеме взятого раствора.

6. После титрования кальция в колбочки приливают по 2,5 мл 2 н. раствора соляной кислоты (HCl), 5 мл аммиачного буфера (смесь 20-процентного NH_4Cl с 20-процентным NH_4OH) и снова титруют трилоном до ясной голубой окраски. Количество трилона эквивалентно содержанию магния во взятом объеме раствора. Чтобы учесть количество трилона, пошедшего на титрование поглощенных кальция и потом магния, производится следующий расчет:

$$x = 2A - Б,$$

где A — количество трилона, пошедшего на титрование кальция в первом растворе (соотношение 2 : 100);

$Б$ — количество трилона, пошедшее на титрование кальция при удвоенном растворе (2 : 200).

Количество поглощенного кальция в мг-экв на 100 г почвы рассчитывается по формуле:

$$y = \frac{x \cdot н \cdot 100}{c},$$

где x — количество трилона, полученное по разности 2 А—Б;

$н$ — нормальность трилона;

c — навеска почвы (в г), соответствующая объему, взятому для титрования (при соотношении 1 : 100).

Точно так же рассчитывается содержание поглощенного магния.

Для большей точности полученных результатов в том и другом случае в расчеты вносится поправка на водорастворимые кальций и магний, определяемые в водной вытяжке.

Форма записи анализа

Навеска, г	Объем солевого раствора, мл	Взято для титрования, мл	Количество трилона, мл		Нормальность раствора трилона	Количество поглощенного Ca, мг-экв на 100 г почвы	Количество трилона, мл		Количество поглощенного Mg, мг-экв на 100 г почвы
			на титрование Ca	на поглощенный Ca			на титрование Mg	на поглощенный Mg	

Пример расчета. Навеска почвы 2 г, объем солевого раствора 100 и 200 мл. Взято для титрования по 50 мл. Количество трилона, пошедшее на титрование Ca, составляет соответственно 2,9 и 2,3 мл, на титрование Mg — 1,6 и 0,7 мл. Нормальность трилона — 0,05.

Узнаем количество трилона, пошедшего на поглощенный Ca. Оно равно 2А—Б, или 5,8 – 2,3 = 3,5. Подставляем в формулу.

Для Ca:

$$y = \frac{x \cdot н \cdot 100}{c} = \frac{3{,}5 \cdot 0{,}05 \cdot 100}{1} = 17{,}5 \text{ мг-экв.}$$

Для Mg (1,6 – 0,7 = 0,9):

$$y = \frac{0{,}9 \cdot 0{,}05 \cdot 100}{1} = 4{,}5 \text{ мг-экв.}$$

Анализ водной вытяжки показал, что воднорастворимого Ca в почве содержится 0,15 мг-экв, а Mg — 0,08 мг-экв. Вычитая это количество из полученных результатов, находим величину поглощенного Ca, равную 17,35 (17,5—0,15) и Mg — 4,42 мг-экв (4,5—0,08).

С применением трилона можно определить сумму поглощенных кальция и магния и отдельно количество кальция. Количество поглощенного магния рассчитывают по разности.

Ход анализа. 1. В две колбы взять по 25 мл ранее полученного фильтрата и довести до 100 мл дистиллированной водой, прибавить 5 мл буферного раствора, 7—8 капель индикатора хромогена черного и титровать трилоном Б до перехода винно-красной окраски в сине-голубую. Количество трилона, пошедшего на титрование, эквивалентно сумме поглощенных кальция и магния и их карбонатов.

Количество трилона, пошедшего на титрование поглощенных кальция и магния, рассчитывают по той же формуле: 2А—Б (x).

2. Затем определяют отдельно количество поглощенного кальция. Для этого надо снова взять 25 мл фильтрата, прибавить 2 мл 10-процентного раствора щелочи (NaOH), 20 мг сухого мурексида и титровать трилоном Б до лилового цвета. Количество трилона, пошедшего на титрование, эквивалентно поглощенному кальцию и кальцию карбонатов. По формуле 2А—Б найти количество трилона, пошедшее на титрование поглощенного кальция (y).

Количество поглощенного кальция (в мг-экв на 100 г почвы) рассчитать по формуле:

$$Ca = \frac{y \cdot н \cdot 100}{c}.$$

Магний (в мг-экв на 100 г почвы) находим по разности:

$$Mg = \frac{(x-y) \cdot 100}{c}.$$

Приготовление реактивов: 1. 1 н. раствор поваренной соли — 58,45 г соли растворить и довести дистиллированной водой до 1 л.

2. 2 н. раствор NaOH — 80 г NaOH растворить и довести водой до 1 л.

3. 2 н. раствор соляной кислоты — 164 мл кислоты с удельным весом 1,19 развести водой и довести до 1 л.

4. Аммиачный буферный раствор — 20 г хлористого аммония растворить в дистиллированной воде и довести объем до 100 мл и 81 мл NH_4OH (25-процентного или с удельным весом 0,92) довести водой до 100 мл. Оба раствора смешать в соотношении 1 : 1 и развести дистиллированной водой до 1 л.

5. 0,05 н. раствор трилона Б — 9,3 г трилона Б растворить в воде и довести до 1 л. Нормальность приготовленного раствора проверить по 0,05 н. раствору сернокислого магния (6,16 г в 1 л раствора).

6. Хромоген темно-синий — 0,2 г темно-синего хромогена растворить в 4 мл аммиачного буферного раствора и довести этиловым спиртом до 40 мл.

Определение обменного натрия по методу М. М. Годлина

Метод основан на вытеснении поглощенного натрия раствором гидрата окиси кальция или бария по схеме:

$$(ППК)\ \overset{Na^+}{Na^+} + Ca(OH)_2 \rightleftarrows (ППК)\ Ca^{++} + 2\,NaOH,$$

$$(ППК)\ \overset{Na^+}{Na^+} + Ba(OH)_2 \rightleftarrows (ППК)\ Ca^{++} + 2\,NaOH.$$

Образующийся NaOH переводят в углекислый натрий, который оттитровывают серной кислотой. Метод позволяет определять солонцеватость почв. Он разработан в двух модификациях:

а) для почв с малым содержанием поглощенного натрия (до 0,5%) применяют известковую модификацию,

б) для почв с повышенной солонцеватостью (больше 0,5% поглощенного натрия) используют баритовую модификацию. Метод применим для бескарбонатных и карбонатных почв, не содержащих легкорастворимых солей и гипса.

Известковая модификация. 1. Взять навеску почвы в 10 г, растертой и просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм, и поместить в колбу емкостью 1500 мл.

2. Залить навеску почвы 1000 мл известкового молока, т. е. суспензией $Ca(OH)_2$, тщательно перемешать и оставить на 3 часа, часто взбалтывая.

3. Через 3 часа содержимое колбы отфильтровать через складчатый фильтр.

4. 250 мл фильтрата поместить в стакан емкостью 400—500 мл, прилить 30 мл 10-процентного раствора $(NH_4)_2CO_3$ и 1—2 мл 10-процентного раствора NH_4OH. Нагреть до кипения и упарить до $^1/_3$ объема. Затем снова добавить 10 мл 10-процентного раствора $(NH_4)_2CO_3$ и 1—1,0 мл 10-процентного раствора NH_4OH. При этом из раствора выпадает белый кристаллический осадок $CaCO_3$, а содержащийся в фильтрате NaOH переходит в углекислый натрий.

5. Содержимое стакана отфильтровать через плотный фильтр и тщательно (8—10 раз) промыть осадок на фильтре небольшими порциями 2,5-процентного раствора углекислого аммония, каждый раз давая всей жидкости полностью стечь с осадка.

6. Фильтрат выпарить в фарфоровой чашечке досуха (при этом улетучивается аммиак и разрушается оставшийся в избытке углекислый аммоний).

7. Осадок в чашке растворить в горячей, хорошо прокипяченной дистиллированной воде (лишенной CO_2) и оттитровать в горячем состоянии 0,05 н. раствором серной кислоты в присутствии метилоранжа или метилрота до слабо-розовой окраски. В конце титрования (при появлении первых признаков порозовения) чашку с раствором нагреть до кипения для удаления CO_2 и дотитровать 0,05 н. раствором серной кислоты.

8. Определить поправку на титрование, для чего 250 мл фильтрата из известкового молока анализируют аналогично описанному выше.

9. Количество обменного натрия вычисляют в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы по формуле:

$$x = \frac{(a-b)\cdot 4\cdot н\cdot 100\cdot КГ}{c},$$

где a — количество раствора серной кислоты, пошедшей на титрование пробы, мл;

b — количество раствора серной кислоты, пошедшей на холостое титрование, мл;

4 — коэффициент пересчета с 250 мл испытуемого раствора на весь его объем (1000 мл);

$н$ — нормальность серной кислоты;

100 — коэффициент пересчета на 100 г почвы;

КГ — коэффициент пересчета на абсолютно сухую почву;

с — навеска почвы, г.

Баритовая модификация. 1. Взять навеску почвы в 10 г, растереть и просеять через сито с отверстиями в 1 мм и поместить в колбу емкостью 1500 мл.

2. Навеску почвы залить 1000 мл 0,05 н. раствора $Ba(OH)_2$, тщательно перемешать и оставить стоять на 3 часа при частом взбалтывании.

Дальнейшее определение и расчет ведут, как описано для известковой модификации.

Если исследуемые почвы засолены, то перед определением поглощенного натрия необходимо удалить из почвенного образца легкорастворимые соли путем промывания 50-процентным раствором этилового спирта. При малой солонцеватости навеску почвы следует увеличить.

Приготовление реактивов. 1. Известковое молоко — одну часть хорошо прокаленной окиси кальция (CaO) облить в фарфоровой чашке четырьмя частями дистиллированной воды и рыхлую массу, образовавшуюся после распадения кусков, растворить во вновь добавленных пяти частях воды. После некоторого отстаивания и охлаждения слить с осадка прозрачную жидкость, к осадку вновь прилить 50 частей воды и перемешать, затем суспензию перелить в бутыль, закрыть корковой пробкой и оставить стоять до тех пор, пока раствор станет полностью прозрачным.

2. 0,05 н. раствор $Ba(OH)_2$ — взять 7,88 г $Ba(OH)_2$, поместить в литровую колбу, прилить дистиллированной воды до метки и тщательно перемешать. Нормальность устанавливают янтарной кислотой.

3. 10-процентный раствор $(NH_4)_2CO_3$ — взять 100 г $(NH_4)_2CO_3$, поместить в мерную колбу емкостью 1 л, добавить примерно 500 мл дистиллированной воды и растворить при помешивании. Затем довести объем до метки и тщательно перемешать. (2,5-процентный раствор $(NH_4)_2CO_3$ готовится аналогичным способом, только навеску берут 25 г).

4. 10-процентный раствор NH_4OH — взять 422 мл концентрированного NH_4OH с удельным весом 0,91, поместить в мерную колбу емкостью 1 л и довести дистиллированной водой до метки. Тщательно перемешать.

Определение содержания общего азота в малых навесках почвы (полумикромодификация метода Кьельдаля)

Метод Кьельдаля основан на разложении органических веществ почвы концентрированной серной кислотой, в результате чего амминный азот освобождается и задерживается серной кислотой в виде сернокислого аммония. Схематически это можно представить так:

$$2\,CH_3CH\,NH_2\,COOH + 13\,H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4 + 16\,H_2O + 12\,SO_2 + 6\,CO_2,$$

где $2CH_3CHNH_2COOH$ — аминокислота (аланин).

Перенося затем раствор в отгонную колбу и нейтрализуя кислоту щелочью, вытесняют ион аммония с образованием свободной гидроокиси NH_4OH, которая нагреванием разлагается по схеме:

$$NH_4OH = NH_3 + H_2O.$$

Аммиак отгоняют в приемник с титрованной кислотой, где он поглощается и образует сульфат аммония:

$$2\,NH_3 + H_2SO_4 = (NH_4)_2SO_4.$$

Ход анализа. 1. Из образца воздушно-сухой почвы взять среднюю пробу (около 10 г), рассыпать тонким слоем на стекле с подложенной под него белой бумагой и тщательно отобрать корешки (крупные — пинцетом, мелкие — стеклянной палочкой, наэлектризованной кусочком шерстяной ткани).

2. Отобранную от корешков почву растереть в агатовой ступке и просеять через сито с диаметром отверстий 0,25 мм.

3. Из подготовленной почвы взять навеску в 0,2—1 г и поместить в колбочку Кьельдаля емкостью 100 мл, прибавить 5—10 мл серной кислоты с удельным весом 1,84 и 6—12 капель концентрированной $HClO_4$, тщательно перемешать.

4. Закрыть колбу маленькой стеклянной воронкой, поставить в вытяжной шкаф на электроплитку в наклон-

ном положении и закрепить металлическим кольцом на штативе.

Нагревание начинать на слабом огне. С момента обильного выделения SO_3 в виде белого дымка нагрев постепенно увеличивать и содержимое колбы довести до слабого кипения. Если сжигаемая масса сильно вспенивается, колбу снять с огня, дать ей немного охладиться, после чего помешать и снова поставить на огонь. Сжигание вести до полного обесцвечивания раствора.

5. По окончании сжигания колбочку охладить, содержимое ее осторожно разбавить безаммиачной дистиллированной водой, стараясь смыть все капли кислоты со стенок колбы. Объем жидкости после разбавления не должен превышать 40—50 мл.

6. Собрать прибор для отгонки аммиака. Прибор состоит из парообразователя с воздушным холодильником, трехходового крана, изогнутой трубки с воронкой, колбочки Кьельдаля указанной выше емкости, каплеуловителя, холодильника и приемника. Герметичность прибора должна быть проверена предварительным отгоном аммиака из чистой аммонийной соли. Для равномерного кипения воды в колбу парообразователя следует положить кусочки прокаленной пемзы или стеклянные капиллярные трубки.

Перед тем как приступить к отгону аммиака, необходимо нагреть воду в парообразователе до кипения и, включив холодильник (т. е. пустив через него воду), пропарить один прибор в течение 15—20 мин.

7. После пропарки прибора колбу в приборе заменить той колбой, в которой проводилось сжигание навески почвы. Под холодильник поставить приемник — коническую колбу емкостью в 100 мл, в которую предварительно отмерить бюреткой 10—15 мл 0,02 н. раствора серной кислоты и прибавить 2 капли смешанного индикатора Гроака. Через воронку осторожно и постепенно влить в колбу 20 мл 30-процентного раствора NaOH, оставляя в воронке 1—2 капли щелочи в качестве гидравлического затвора. Открыть трехходовый кран, пропуская пар через колбу с навеской, отогнать аммиак в течение 7—10 мин. В конце перегонки приподнять дистилляционную трубку, пометить ее над приемной колбой и продолжать отгон еще несколько минут для того, чтобы собрать полностью весь аммиак.

В течение всего отгона аммиака кипячение воды в парообразователе должно быть умеренным и равномерным. В противном случае часть азота будет потеряна.

8. По окончании отгона пар трехходовым краном переключить в другой прибор. Для выравнивания давления внутри колбы, из которой только что отогнали аммиак, открыть кран воронки. Обе операции (переключение пара и выравнивание давления в отработанной колбе) следует делать одновременно, иначе анализ будет испорчен.

Когда давление внутри прибора будет равно атмосферному, снять пробку с отростка в шарике дистилляционной трубки, промыть часть трубки ниже шарика (внутри и снаружи) безаммиачной дистиллированной водой, сливая ее в приемную колбу.

9. Оттитровать избыток серной кислоты в приемной колбе 0,02 н. раствором щелочи до перехода фиолетовой окраски индикатора в зеленую. Титрование следует вести, пользуясь микробюреткой. Из показания бюретки необходимо вычесть среднее показание двух контрольных опытов на чистоту реактивов и воды, поставленных с прокаленной пемзой.

10. Вычислить процентное содержание общего азота по формуле:

$$N = \frac{(н_1 \cdot к_1) - (н_2 \cdot к_2) \cdot 0{,}014 \cdot 100 \cdot КГ}{c},$$

где $н_1$ — нормальность раствора серной кислоты в приемнике;

$к_1$ — количество серной кислоты, взятой в приемник, мл;

$н_2$ — нормальность раствора щелочи, которой титруют избыток серной кислоты;

$к_2$ — количество щелочи, пошедшей на титрование, мл;

0,014 — весовое значение мг-экв азота;

100 — коэффициент перевода в проценты;

$КГ$ — коэффициент гигроскопичности для перевода результатов на абсолютно сухую навеску почвы;

c — навеска почвы, взятая для определения, г.

Приготовление реактивов. 1. H_2SO_4 с удельным весом 1,84.

2. Концентрированная кислота $HClO_4$.

3. 30-процентный раствор NaOH или KOH — 300 г NaOH или KOH растворить в мерной литровой колбе, после чего довести водой до метки.

4. 0,02 н. раствор H_2SO_4 — 0,56 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84 довести до литра.

5. 0,02 н. раствор NaOH — 0,8 г NaOH или 1,12 г KOH довести водой до литра.

6. Смешанный индикатор Гроака (метиловый красный + метиловый голубой). Один объем 0,4-процентного спиртового раствора метилового красного смешать с одним объемом 0,2-процентного раствора метилового голубого. Хранить индикатор следует в темной стеклянной посуде.

Определение содержания общего фосфора колориметрическим методом

Метод основан на частичном восстановлении молибдена фосфорномолибденовой гетерополикислоты до низших степеней валентности, в результате чего образуется «молибденовая синь», интенсивность окраски которой пропорциональна содержанию фосфорной кислоты в растворе.

Ход анализа. 1. Общий фосфор в почве можно определить в той же пробе, что была взята для определения валового азота. Для этого после сжигания навески почвы с крепкой серной кислотой в присутствии хлорной кислоты (см. определение общего азота) колбу немного охладить, содержимое разбавить горячей дистиллированной водой и отфильтровать через плотный беззольный фильтр в мерную колбу емкостью 100 мл. Колбу, в которой проводилось сжигание, омыть несколько раз горячей водой, сливая воду на фильтр. Эту операцию необходимо проводить как можно быстрее, с тем чтобы кремнекислота не попала в фильтрат. Содержимое колбы довести до метки и тщательно перемешать.

2. 10—20 мл полученного фильтрата перенести в мерную колбу емкостью 50 мл, прибавить 2—3 капли бета-динитрофенола и нейтрализовать избыток серной кислоты 10-процентным раствором соды до слабо-желтого окрашивания.

3. В нейтрализованных по бета-динитрофенолу вытяжках провести колориметрическое определение P_2O_5 (см. определение подвижной фосфорной кислоты в карбонатных почвах по Мачигину, пункт 7).

4. Процентное содержание P_2O_5 рассчитать по формуле:

$$P_2O_5 = \frac{a \cdot b \cdot H \cdot 100 \cdot KГ}{c \cdot h \cdot 1000},$$

где a — титр образцового раствора (содержание P_2O_5 в 1 мл раствора);

b — количество образцового раствора, взятое для определения, мл;

H — высота образцового раствора в колориметре (отсчет);

h — высота испытуемого раствора в колориметре (отсчет);

100 — коэффициент перевода в проценты;

$KГ$ — коэффициент перевода на абсолютно сухую почву;

c — навеска почвы, соответствующая объему вытяжки, взятому для определения, г;

1000 — перевод миллиграммов в граммы.

АНАЛИЗ УСВОЯЕМЫХ ФОРМ АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ

Определение содержания гидролизуемого азота по методу И. В. Тюрина и М. И. Кононовой

Основная часть почвенного азота находится в форме азотсодержащих органических соединений, являющихся составной частью гумуса. Поэтому содержание азота зависит от наличия в почве гумуса. В мощных черноземах количество валового азота достигает 0,5% от веса почвы, в бедных песчаных почвах составляет лишь 0,03%. Органический азот гумуса растениями непосредственно не усваивается. Под воздействием почвенных микроорганизмов некоторая часть его постепенно минерализуется и становится доступной для растений.

Количество образующихся минеральных форм азота в почве сравнительно невелико и колеблется от десятых долей до 5% от общего азота. Такое широкое колебание

обусловлено различным химическим составом азотсодержащих органических веществ и интенсивностью микробиологических процессов, протекающих в почве. Микробиологические процессы, в свою очередь, зависят от реакции, влажности, температуры почвы, аэрации и других условий.

В усвояемую форму в первую очередь превращаются те органические азотистые вещества, которые сравнительно легко поддаются воздействию как биологических, так и химических агентов. Такие органические соединения (аминокислоты, амиды кислот и некоторые группы белковых веществ) называются подвижными или легкогидролизуемыми, то есть переходящими в раствор при гидролизе слабой кислотой.

Однако при гидролизе наряду с подвижными органическими соединениями в раствор переходят растворимые в воде минеральные формы азота — аммиак и нитраты. Следовательно, при определении количественного содержания гидролизуемого азота по методу Тюрина и Кононовой, основанному на обработке почвы 0,5 н. раствором серной кислоты на холоде, учитываются подвижные формы азота в составе органических соединений и в минеральных — в виде аммиака и нитратов.

Ход анализа. 1. Из почвы, освобожденной от крупных корешков, растертой и просеянной через сито с диаметром отверстий в 1 мм, взять навеску 20 г.

2. Навеску почвы поместить в колбу емкостью 250 мл и прилить 100 мл 0,5 н. раствора серной кислоты, тщательно взбалтывать в течение трех минут и затем поставить на 16—18 часов.

3. После указанного времени вытяжку отфильтровать через сухой складчатый фильтр.

4. 25—30 мл вытяжки перенести в колбочку, прибавить 0,5 г смеси восстановленного железа и цинковой пыли, смешанных в соотношении 1 : 9, нагреть до кипения и полного растворения смеси. Кипячение производить в колбочках, закрытых воронками.

5. После охлаждения прибавить 5 мл серной кислоты с удельным весом 1,84 и раствор упарить на плитке с закрытой спиралью до побурения и появления белых паров SO_3.

6. После упаривания произвести сжигание органического вещества одним из рекомендуемых методов:

а) к охлажденному остатку прибавить 40—50 мг селена или селенистой кислоты и произвести сжигание на плитке до обесцвечивания жидкости (15—20 минут);

б) при отсутствии селена в колбочку прибавить 2,5 мл 25-процентного раствора двуокиси хрома или 20-процентного раствора двухромовокислого калия. В колбочку вставить маленькую воронку и кипятить до появления белых паров и полного позеленения жидкости. При этом органический и минеральный азот восстанавливается до аммиака и переходит в сернокислый аммоний.

7. Произвести отгон аммиака.

После охлаждения раствор перелить в перегонную колбу, тщательно ополаскивая ее водой и смывая промывные воды в колбу для отгона. Количество жидкости в колбе не должно превышать 100—120 мл.

8. Добавить в колбу кусочек прокаленной пемзы или щепотку прокаленной почвы. Для разрушения образовавшихся аммонийных солей в колбу влить 20 мл 50-процентного раствора едкого натра и подсоединить колбу к аппарату для отгона аммиака.

Предварительно в колбу-приемник нужно налить из бюретки 10—15 мл 0,02 н. раствора серной кислоты, прибавить 3 капли 0,2-процентного спиртового раствора метилового красного и подставить под трубку отгонного аппарата так, чтобы конец трубки был погружен в кислоту.

9. Содержимое колбы хорошо перемешать и нагреть до кипения. Выделяемый при этом газообразный аммиак в приемнике будет поглощаться серной кислотой. При дальнейшем кипячении аммиак отгоняется в виде водного раствора. В этом случае трубка не должна оставаться погруженной в раствор. Отгонку следует вести 15—20 минут, пока объем дистиллята не будет равен 50 мл.

10. Приемник убрать, кончик трубки аппарата обмыть из промывалки дистиллированной водой, и горячий раствор дистиллята оттитровать 0,02 н. раствором едкого натра до перехода оранжево-розовой окраски в бледно-желтую. Для установления поправки на чистоту реактивов и воды произвести холостое определение.

11. Из количества NaOH (в мл), затраченного на холостое титрование, вычесть количество NaOH, затраченного на титрование дистиллята, и рассчитать гидролизуемый азот (в мг на кг почвы) по формуле:

$$x = \frac{(a-b)\cdot 0{,}28\cdot O\cdot 1000\cdot КГ}{O_1\cdot c},$$

где a — количество серной кислоты, взятое для поглощения аммиака, мл;

b — количество едкого натра, затраченного на титрование избытка серной кислоты после поглощения аммиака, мл;

0,28 — коэффициент пересчета в мг азота (1 мл 0,02 н. раствора серной кислоты соответствует 0,20 мг азота);

O — общий объем вытяжки, мл;

O_1 — объем вытяжки, взятый на определение, мл;

c — навеска почвы, г;

1000 — коэффициент пересчета на 1 кг почвы;

$КГ$ — коэффициент гигроскопичности для перевода на абсолютно сухую почву.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Количество H_2SO_4 в приемнике, мл	Количество NaOH, затраченное на титрование, мл	Содержание азота, мг на 1 кг почвы
		общий	взятый для определения			

Приготовление реактивов. 1. 0,5 н. раствор серной кислоты — 25,6 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84 растворить в 500 мл дистиллированной воды и довести до 1 л.

2. 50-процентный раствор NaOH.

3. 20-процентный раствор $K_2Cr_2O_7$ — 20 г соли растворить в воде и довести до 100 мл.

4. 0,02 н. растворы H_2SO_4 и NaOH.

Определение содержания аммиачного азота

Аммиак образуется в процессе разложения органических веществ, содержащихся в почве или внесенных в виде органических удобрений. В значительной мере он поглощается почвой. Наибольшее количество его встре-

ется в пахотном слое, обычно в весенние месяцы и в ближайшие дни после внесения удобрений. На неудобных участках в летние месяцы содержание аммиака ничтожно (не превышает 1—5 мг на 1 кг почвы).

Извлекается аммиак из почвы 2-процентным раствором хлористого калия, причем одновременно водорастворимый и поглощенный.

Определять аммиак следует в почве с естественной влажностью и немедленно после отбора образцов, иначе значительная часть его может перейти в нитраты. Определение проводят колориметрическим методом с помощью реактива Несслера. В основу этого метода положена реакция между щелочным раствором йодистой ртуть-калиевой соли с аммиачными солями, в результате которой получается йодистый меркураммоний желтого цвета:

$$2HgK_2I_4 + 3KOH + NH_3 = NH_2Hg_2OI + 7KI + 2H_2O.$$

Ход анализа. 1. 10—12 г почвы (в зависимости от влажности) поместить в колбу на 150—250 мл, залить 100 мл 2-процентного раствора хлористого калия и прибавить 2—3 капли толуола (в качестве антисептика). Содержимое колбы взбалтывать в течение 5 минут, после чего закрыть пробкой и поставить на 18—20 часов. (Одновременно в сушильные стаканчики взять навеску почвы для определения влажности.)

2. По истечении этого времени вытяжку взболтать и отфильтровать через беззольный фильтр (фильтровальную бумагу предварительно проверить на присутствие аммиака).

3. В зависимости от ожидаемого количества аммиака для определения в мерную колбу на 50 мл взять 5—40 мл вытяжки.

4. Прибавить 2 мл насыщенного раствора сегнетовой соли (для устранения опалесценции, вызываемой взаимодействием реактива Несслера с солями щелочноземельных металлов, содержащихся в почве).

5. Одновременно приготовить стандартные растворы и перенести в три мерные колбы по 50 мл (в одну взять 2 мл образцового раствора, во вторую — 5 мл, в третью — 10 мл). Прилить в них по 40 мл дистиллированной воды и добавить по 2 мл раствора сегнетовой соли. Содержимое колбочек тщательно перемешать.

6. Во все колбочки с испытуемыми и стандартными растворами прибавить по 2 мл реактива Несслера, тщательно перемешать, довести водой до метки и вновь перемешать. Через 5 минут приступить к колориметрированию (см. колориметрирование нитратов).

7. Для проверки чистоты реактивов провести холостое определение, для чего фильтр (из пачки, которой пользовались) на время фильтрования вытяжек залить 100 мл 2-процентного раствора хлористого калия. В дальнейшем с этим раствором поступают так же, как и с почвенной вытяжкой.

8. Содержимое аммиачного азота рассчитать по той же формуле, что и для нитратов (см. определение нитратов). Форма записи результатов анализа такая же, как для нитратов.

9. Результаты проверки чистоты реактивов вычесть из результатов каждого анализа.

Приготовление реактивов. 1. 2-процентный раствор хлористого калия — 20 г KCl растворить в воде и довести до 1 л.

2. Насыщенный раствор сегнетовой соли — 50 г виннонатриево-калиевой соли растворить в воде и довести до 100 мл.

3. Реактив Несслера — 17 г хлорной ртути растворить в 300 мл воды и 25 г йодистого калия — в 100 мл воды. Первый раствор влить во второй и подождать, пока красный осадок йодистой ртути не перестанет растворяться. Полученную смесь 20-процентным раствором NaOH довести до 1 л и дополнительно прибавить раствор хлорной ртути до появления неисчезающего осадка. Оставить до полного просветления.

4. Раствор хлористого аммония — 0,7405 г чистого NH_4Cl растворить в воде и довести до 1 л. Затем 10 мл раствора разбавить водой до 500 мл. Последний раствор является образцовым и в 1 мл содержит 0,005 мг NH_4 или 0,00388 мг азота.

Определение содержания нитратного азота

Нитраты, являющиеся источником азотного питания растений, представлены в почве солями азотной кислоты. Они образуются в результате биохимических процессов и являются продуктом жизнедеятельности нитрофицирующих

ших бактерий, которые окисляют аммиак в азотистую, а затем азотную кислоту.

Содержание нитратов в почве подвержено значительным изменениям и зависит от количества органических веществ, жизнедеятельности микроорганизмов и от условий, способствующих их развитию (температура, влажность, аэрация почвы и др.).

Определение содержания нитратов имеет важное значение для характеристики пищевого режима почвы. Однако ввиду значительного колебания в содержании нитратов давать заключение на основании однократного наблюдения не следует. Содержание нитратного азота целесообразно определять периодически в течение всего вегетационного периода.

Анализировать следует почву с естественной влажностью (свежие образцы), в противном случае количество нитратов существенно изменится. Определение проводят по методу Гранвальд-Ляжу. Он заключается в том, что нитраты, реагируя с дисульфофеноловой кислотой, образуют тринитрофенол (пикриновую кислоту), дающий в щелочной среде соль пикриновой кислоты ярко-желтой окраски. Реакция протекает по формулам:

$$C_6H_3OH(HSO_3)_2+3HNO_3=C_6H_2OH(NO_2)_3+$$
$$+2H_2SO_4+H_2O;$$
$$C_6H_2OH(NO_2)_3+NaOH=C_6H_2\cdot(NO_2)_3ONa+H_2O.$$

По интенсивности желтой окраски судят о количестве нитратов в почве.

Ход анализа. 1. Из тщательно перемешанного образца в зависимости от влажности почвы взять навеску 10—12 г. Одновременно взять навеску и для определения влажности почвы.

2. Приготовить водную вытяжку (см. анализ водной вытяжки). Определение нитратов возможно только в бесцветной и прозрачной водной вытяжке, не содержащей значительного количества хлоридов и аммонийных солей. Если вытяжка мутная или окрашенная, необходимо предварительно прибавить к ней 5—10 мл 10-процентного раствора $Al_2(SO_4)_3\cdot18H_2O$. Образовавшемуся осадку дать отстояться, после чего взять для определения прозрачный раствор.

3. Сделать качественное определение нитратов. Для этого 5 см³ водной вытяжки перенести в пробирку и по

каплям прибавить раствор дифениламина в серной кислоте. При наличии нитратов раствор окрашивается в синий цвет. По интенсивности окраски можно судить о количестве нитратного азота в почве.

4. Из полученной водной вытяжки взять 10—15 мл (в зависимости от ожидаемого количества нитратов), перенести в фарфоровую чашечку и выпарить на водяной бане досуха.

5. Одновременно в других фарфоровых чашечках выпарить 10, 25 и 50 мл образцового раствора KNO_3 или $NaNO_3$.

6. После выпаривания чашечки охладить и прибавить в каждую строго по 1 мл дисульфофеноловой кислоты.

7. Содержащийся в чашечках сухой остаток тщательно растереть стеклянной палочкой, следя за тем, чтобы не только дно, но и бока чашечки смачивались и обрабатывались дисульфофеноловой кислотой.

8. Не вынимая палочки, оставить чашечку на 10 минут для полного завершения реакции.

9. Прибавить в каждую чашечку по 10—15 мл дистиллированной воды и хорошо перемешать палочкой.

10. Кислый раствор в чашечке нейтрализовать 20-процентным NaOH, приливая по каплям до появления неисчезающей желтой окраски.

11. Окрашенные растворы перенести в мерные колбочки на 50 или 100 мл, чашечки и палочки тщательно ополоснуть несколько раз дистиллированной водой, сливая смывной раствор также в мерные колбочки.

12. Довести растворы в колбочках до метки, перемешать и приступить к колориметрированию. Наиболее простым прибором для этого служит колориметр Дюбоска.

Установить колориметр так, чтобы поле зрения окуляра было однородным.

Растворы из колбочек перенести в стаканчики колориметра (образцовый раствор — в левый стаканчик, испытуемый — в правый) и установить высоту образцового раствора на нужное деление шкалы. Выровнять высоту столба в стаканчике с испытуемым раствором до однородной окраски всего поля зрения окуляра колориметра.

Записать отсчеты высоты столбиков жидкости в обоих стаканчиках. Для проверки установить высоту столба

в образцовом растворе на новое деление, вновь выровнять окраску поля зрения и записать новые отсчеты. Отношение высоты столба образцового раствора к высоте испытуемого должно остаться без изменения.

13. Содержание нитратов вычислить (в мг на 1 кг почвы) по формуле:

$$x = \frac{a \cdot b \cdot H \cdot 1000 \cdot КГ}{h \cdot c},$$

где a — титр образцового раствора (содержание NO_3, мг в 1 мл);

b — количество образцового раствора, взятого для выпаривания, мл;

H — высота образцового раствора в колориметре (отсчет);

h — высота испытуемого раствора;

c — навеска сухой почвы (в г), соответствующая объему вытяжки, взятому для определения нитратов;

1000 — коэффициент пересчета на 1 кг почвы;

$КГ$ — коэффициент пересчета на абсолютно сухую почву.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	Титр образцового раствора	Навеска почвы, соответствующая объему вытяжки, взятому для выпаривания, г	Количество образцового раствора, взятого для выпаривания, мл	Высота по колориметру		Количество нитратов, мг на 1 кг почвы
				образцового раствора	испытуемого раствора	

Приготовление реактивов. 1. Дисульфофеноловая кислота — 15 г чистого фенола перенести в колбочку на 250 мл и прилить 100 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84, закрыть корковой пробкой, в которую вставлена длинная стеклянная трубка, служащая для охлаждения. Конец трубки в пробке должен находиться на уровне ее нижней поверхности. Содержимое колбы хорошо перемешать и поместить ее в кипящую водяную баню на 6 часов. Дисульфофеноловую кислоту хранить в склянке из коричневого стекла с притертой пробкой.

2. 20-процентный раствор NaOH или KOH — 200 г NaOH или KOH растворить в дистиллированной воде и довести объем до 1 л.

3. Образцовый раствор — 0,1631 г химически чистого KNO_3 растворить в воде и довести до 1 л. 100 мл этого крепкого раствора в мерной колбе развести водой до 1 л. Последний раствор является образцовым и в 1 мл содержит 0,01 мг NO_3^-, или 0,00225 мг азота.

Определение содержания усвояемой фосфорной кислоты

Валовое содержание фосфора дает возможность судить о степени обеспеченности почвы его соединениями, доступными для растений. Усвояемыми могут быть только легкорастворимые соединения фосфора. Такие формы условно называют подвижными или легкодоступными. Их определение позволяет установить степень обеспеченности почвы фосфором.

В почвах и почвообразующих породах фосфор находится в виде фторапатита, гидроксилапатита, фосфатов полуторных окислов, кальциевых фосфатов, органических соединений фосфора и других сложных соединений.

В разных типах почв преобладают различные группы минералов, содержащих фосфор. В почвах малогумусных, имеющих кислую реакцию, широко представлены фосфаты полуторных окислов, главным образом железа и алюминия. Они отличаются малой растворимостью и незначительной усвояемостью растениями. В нейтральных и щелочных почвах фосфорная кислота связана главным образом с кальцием.

В зависимости от типа почвы, микробиологической деятельности и от условий, способствующих развитию микроорганизмов (температуры, влажности, аэрации почвы и др.) содержание усвояемых фосфатов в почве существенно колеблется. Одним из важных факторов, определяющих наличие усвояемых фосфатов, является окультуренность почв. В слабо окультуренных почвах они содержатся в ничтожных количествах. В распределении фосфатов по профилю почвы наблюдается следующая закономерность: наибольшее их количество находится в биологически активном пахотном горизонте, с увеличением глубины их содержание уменьшается.

В течение года количество усвояемых фосфатов изменяется: максимум приходится на весенне-летний период, к осени их становится значительно меньше.

Методы извлечения подвижных форм фосфорных соединений для различных почв неодинаковы. В некарбонатных почвах для извлечения легкорастворимого фосфора пользуются 0,002 н. раствором серной кислоты, 1-процентным раствором лимонной и 0,02 н. раствором соляной кислоты (методы Е. Труога, О. Аррениуса и А. Т. Кирсанова). В карбонатных почвах подвижную фосфорную кислоту извлекают углекислым аммонием (метод Б. П. Мачигина).

Количественное определение подвижной P_2O_5 ввиду сравнительно малого содержания ее в почве возможно лишь колориметрическими методами. Они разнообразны, но все основаны на восстановлении фосфорномолибденовых соединений. Фосфорная кислота образует с трехокисью молибдена (MoO_3) ряд фосфорномолибденовых гетерополикислот. В кислой среде, в присутствии восстановителей, шестивалентный молибден переходит в соединение меньшей валентности, синего цвета.

Определение содержания усвояемой фосфорной кислоты в карбонатных почвах (по методу Б. П. Мачигина). Извлечение подвижной P_2O_5 производят действием на почву 1-процентного раствора углекислого аммония:

$$Ca(H_2PO_4)_2 + 2(NH_4)_2CO_3 = Ca(HCO_3)_2 + \\ + 4NH_3 \cdot 2H_3PO_4.$$

После восстановления хлоридом олова фосфорномолибденовых соединений колориметрическим методом определяют количество в них фосфора:

$$1.\ (NH_4)_2Mo^{+6}O_4 + 2H_2SO_4 + SnCl_2 = Mo^{+4}O_2 + \\ + Sn^{+4}(SO_4)_2 + 2NH_4Cl + 2H_2O;$$

$$2.\ 2(Mo^{+4}O_4 \cdot 4Mo^{+6}O_3) + H_3PO_4 = \\ = (MoO_2 + 4MoO_3)_2 \cdot H_3PO_4.$$

Ход анализа. 1. 5 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром в 1 мм, поместить в коническую колбу емкостью 200—250 мл и залить 100 мл 1-процентного раствора $(NH_4)_2CO_3$ (определение проводят и в свежих образцах, соответственно увеличивая навеску почвы за счет полевой влаги).

2. Колбу закрыть пробкой, встряхнуть 5—6 раз и дать отстояться в течение часа при температуре 20—30°.

3. После этого еще раз взболтать суспензию и отфильтровать через складчатый беззольный фильтр.

4. Одновременно с начала фильтрования вытяжек поставить холостой опыт для проверки чистоты реактивов и фильтра, для чего залить фильтр 100 мл 1-процентного раствора углекислого аммония. Время взаимодействия фильтра с раствором должно быть такое же, как и для фильтрования вытяжки. Из полученного раствора взять 5—20 мл вытяжки и обработать тем же способом, как и исследуемые вытяжки почвы.

5. Если вытяжки из почв окажутся окрашенными перегнойными веществами, их надо обесцветить следующим образом:

а) 5—20 мл вытяжки (в зависимости от предполагаемого содержания P_2O_5) перенести в химический стакан или коническую колбочку, прибавить 2 мл раствора серной кислоты (150 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84 довести водой до 1 л) и 4 мл 0,5 н. раствора $KMnO_4$;

б) вытяжку кипятить 2 минуты. Избыток перманганата калия обесцветить путем прибавления в горячий раствор 1 мл 10-процентного раствора глюкозы;

в) полученный раствор охладить, после чего прибавить 2—3 капли бета-динитрофенола и нейтрализовать избыток серной кислоты 10-процентным раствором соды до слабо-желтого окрашивания.

6. Если вытяжки из почвы получаются слабо окрашенными или бесцветными, в них произвести только нейтрализацию углекислого аммония 10-процентным раствором серной кислоты до слабо-желтого окрашивания.

7. В нейтрализованных по бета-динитрофенолу вытяжках провести колориметрическое определение содержания P_2O_5. Для этого нейтрализованные вытяжки перенести в мерные колбочки емкостью 50 мл, прибавить 5 мл 27-процентного раствора H_2SO_4 и 5 мл 2-процентного раствора молибденовокислого аммония, тщательно взболтать, довести объем до метки дистиллированной водой и снова взболтать.

8. Прежде чем приступить к дальнейшей работе, приготовить образцовые растворы. Для этого в мерные колбочки емкостью 50 мл взять 2, 5, 10 и 20 мл образцового

раствора с содержанием в 1 мл 0,002 мг P_2O_5 и 20—30 мл воды. В каждую колбочку добавить 2—3 капли бета-динитрофенола и подкислить несколькими каплями 5-процентного раствора H_2SO_4 до слабо-желтого окрашивания. После подкисления в каждую колбочку добавить 5 мл 2-процентного раствора молибденовокислого аммония, тщательно взболтать и довести объем дистиллированной водой до метки.

9. Во все растворы (в испытуемые и образцовые) прибавить 0,5 мл хлористого олова.

10. Содержимое колбочек хорошо перемешать и оставить на 5 минут, после чего приступить к колориметрированию.

11. Содержание P_2O_5 (в мг на 1 кг почвы) рассчитать по той же формуле, что и нитраты.

Приготовление реактивов. 1. 1-процентный раствор углекислого аммония — 10 г углекислого аммония растворить в 1-процентном его растворе, используя мерную литровую колбу, и довести водой до метки.

2. 27-процентный раствор серной кислоты — 150 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84 довести водой до литра.

3. 0,5 н. раствор перманганата калия — 15,8 г $KMnO_4$ растворить в мерной литровой колбе, после чего объем довести водой до метки (раствор следует хранить в темной стеклянной посуде).

4. 10-процентный раствор глюкозы — 10 г глюкозы растворить в дистиллированной воде в мерной колбе на 100 мл и объем довести до метки.

5. 2-процентный раствор молибденовокислого аммония $(NH_4)_2MoO_4$ — 20 г молибденовокислого аммония растворить в дистиллированной воде в мерной литровой колбе и объем раствора довести до метки (раствор следует хранить в темноте).

6. 10-процентный раствор соды — 100 г Na_2CO_3 растворить в мерной литровой колбе и дистиллированной водой довести объем до метки.

7. 10-процентный раствор серной кислоты — 60,6 мл H_2SO_4 с удельным весом 1,84 довести водой до литра.

8. Хлорид олова — 0,0612 г хлорида олова ($SnCl_2 \cdot 2H_2O$) растворить в 12 мл 1-процентного раствора соляной кислоты. Если нет соли $SnCl_2 \cdot 2H_2O$, реактив можно приготовить из металлического олова: 0,1 г металлического олова растворить в 2 мл химически чистой

соляной кислоты с удельным весом 1,19. Для ускорения реакции прибавить 1—4 капли 4-процентного раствора $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ и подогреть на водяной бане, закрыв пробирку пробкой с клапаном. После растворения олова объем жидкости довести водой до 10 мл. Раствор приготовить непосредственно перед определением.

9. Образцовый раствор P_2O_5 — 0,1917 г химически чистого перекристаллизованного KH_2PO_4 растворить в дистиллированной воде и довести объем в мерной литровой колбе до метки. Это исходный образцовый раствор. Из него взять 20 мл, перенести в мерную литровую колбу, довести дистиллированной водой до метки, тщательно перемешать. Это рабочий образцовый раствор с содержанием в 1 мл 0,002 мг P_2O_5.

10. Насыщенный водный раствор бета-динитрофенола — 0,2 г реактива растворить при нагревании в 100 мл дистиллированной воды.

Определение содержания усвояемой фосфорной кислоты в некарбонатных черноземах (по Труогу—Мейеру). Метод основан на извлечении фосфатов из почвы 0,002 н. раствором серной кислоты, забуференным сернокислым аммонием до pH=3,0.

Ход анализа. 1. 2 г воздушно-сухой почвы поместить в склянку емкостью 750 мл, прилить 400 мл 0,002 н. раствора серной кислоты, забуференного сернокислым аммонием, и взбалтывать в течение 30 минут.

2. После взбалтывания вытяжку отфильтровать через плотный беззольный фильтр.

3. 50 мл полученного фильтрата перенести пипеткой в мерную колбу емкостью 100 мл, разбавить дистиллированной водой до 90—95 мл и прибавить 4 мл 2,5-процентного раствора молибденовокислого аммония в серной кислоте. Содержимое колбы тщательно перемешать.

4. Прилить в каждую колбочку 5—6 капель хлористого олова, перемешать, довести раствор дистиллированной водой до метки и отколориметрировать.

5. Содержание P_2O_5 (в мг на 1 кг почвы) рассчитать по той же формуле, что и нитраты (см. определение нитратов). Форма записи результатов такая же, как и для нитратов.

Приготовление реактивов. 1. Раствор 0,002 н. серной кислоты с pH=3,0. Взять 20 мл точно 0,01 н. раствора серной кислоты и разбавить водой до литра.

Для доведения pH до 3,0 на каждый литр приготовленной кислоты прибавить 3 г сернокислого аммония.

2. 2,5-процентный раствор молибденовокислого аммония в серной кислоте — 25 г молибденовокислого аммония растворить в 200 мл дистиллированной воды при комнатной температуре или легком нагревании (не выше 60°). В случае загрязнения механическими примесями отфильтровать через беззольный фильтр. Приготовить раствор серной кислоты, для чего 280 мл крепкой серной кислоты с удельным весом 1,84 осторожно влить в 520 мл дистиллированной воды. После охлаждения оба раствора слить вместе, вливая серную кислоту в раствор молибденовокислого аммония при постоянном помешивании. Довести раствор до 1 л дистиллированной водой, снова перемешать и перелить в темную склянку с притертой пробкой.

3. Хлорид олова (приготовление см. в определении подвижного фосфора по Мачигину).

4. Образцовый раствор KH_2PO_4 (приготовление см. в определении подвижного фосфора по Мачигину).

Определение содержания усвояемого калия

Калий входит в состав многих минералов почвообразующих пород: полевых шпатов, слюд и др. Большое разнообразие пород и характер превращений минералов, содержащих калий, при почвообразовании обусловливают значительные колебания содержания калия в почвах.

Наиболее богаты калием черноземы и сероземы, формирующиеся на лёссах. Количество валового калия в них в среднем составляет 2,5%, в дерново-подзолистых же почвах — не более 1%.

Однако в питании растений основную роль играет обменный (находящийся в составе почвенных коллоидов) и воднорастворимый (подвижный) калий. Количество этих форм в почве сравнительно невелико, но колеблется в широких пределах — от 5 до 30 мг на 100 г почвы.

Для изучения характера превращения калия в почве и условий действия удобрений, а также для определе-

ния степени обеспеченности почв этим элементом анализируют содержание в них обменного калия. Для этого существует ряд методов (кобальтнитритный, пламенно-фотометрический и др.), связанных с характером реакции почвенного раствора.

Приведем описание методов определения калия для карбонатных и некарбонатных почв.

Определение содержания усвояемого калия в карбонатных почвах (по методу Л. В. Протасова) основано на применении 0,2 н. раствора углекислого аммония, который вытесняет калий из почвы по схеме:

$$[\text{ППК}]\begin{matrix}K^+\\K^+\end{matrix}+(NH_4)_2CO_3=[\text{ППК}]\begin{matrix}NH_4^+\\NH_4^+\end{matrix}+K_2CO_3.$$

Извлечение калия производится двукратной обработкой навески почвы углекислым аммонием в соотношении 1 : 10.

Ход анализа. 1. Взять 20 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито с диаметром отверстий в 1 мм, и поместить в колбу на 500 мл.

2. Прилить 200 мл 0,2 н. раствора углекислого аммония, взбалтывать в течение 5 минут и поставить на 1 час.

3. Содержимое колбы взболтать и отфильтровать через плотный беззольный складчатый фильтр в сухую колбу-приемник. 10—15 мл фильтрата помещают в фарфоровую чашку и выпаривают на водяной бане. (При определении подвижного калия пламенным фотометром вытяжку налить в химические стаканчики по 50 мл и сравнить со стандартным раствором, содержащим от 1 до 75 мг калия в литре.)

4. Почву с фильтром положить в ту же колбу, где производилось взбалтывание, и прилить 200 мл 0,2 н. раствора углекислого аммония. Содержимое колбы взбалтывать в течение пяти минут и поставить на один час.

5. Произвести фильтрование, из фильтрата взять такой же объем, что и в первый раз, поместить в ту же фарфоровую чашку и выпарить досуха.

6. Чтобы удалить соли аммония, сухой остаток нужно прокалить в вытяжном шкафу, на плитке или в муфельной печи при температуре не свыше 600° С (до прекращения выделения белых паров).

7. Сухой остаток смочить 5—10 каплями азотной кислоты с удельным весом 1,4 и растереть стеклянной палочкой по всей поверхности чашечки.

8. Чашечку поместить на водяную баню, выпарить досуха и прокалить в тех же условиях. Если сухой остаток при однократной обработке азотной кислотой не побелеет, обработку следует повторить.

9. К совершенно белому сухому остатку прилить 1 мл соляной кислоты с удельным весом 1,19 для перевода окисей в хлориды, выпарить на водяной бане и слабо прокалить.

10. Хлориды в чашечке растворить в 10 мл горячей дистиллированной воды и в этом растворе определить калий кобальтнитритным методом.

11. При определении кобальтнитритным методом в чашечку прилить 5—10 мл 35-процентного раствора кобальтнитрита натрия. При отсутствии кобальтнитрита натрия можно прилить 10 мл насыщенного раствор NaCl, 10 мл 10-процентного раствора $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ и 16 мл 10-процентного раствора $NaNO_2$ в указанном порядке. Содержимое чашечки тщательно перемешать и выпарить на водяной бане до пастообразного состояния, не допуская образования корочки. При подсыхании смеси на стенках результаты получаются заниженные.

12. После охлаждения к пастообразному осадку прилить 10 мл 10-процентной уксусной кислоты (в вытяжном шкафу), содержимое перемешать и поставить на 20—30 минут.

13. Для растворения избытка реактива прибавить 10—15 мл воды и отфильтровать под разряжением через стеклянный тигель-фильтр № 4 (тигель Гуча).

14. Осадок промыть холодной дистиллированной водой сначала декантацией, а затем на фильтре до полного обесцвечивания промывных вод. Во время промывания следует избегать просасывания воздуха через осадок, так как осадок может пройти через фильтр.

15. При определении калия весовым способом осадок высушить в термостате при температуре 110° С (1—2 часа) и взвесить. Бурый цвет указывает на неполноту отмывания кобальтнитрита натрия.

16. Пользуясь таблицей 36, полученный вес осадка умножить на соответствующие коэффициенты пересчета в K_2O.

ния степени обеспеченности почв этим элементом анализируют содержание в них обменного калия. Для этого существует ряд методов (кобальтнитритный, пламенно-фотометрический и др.), связанных с характером реакции почвенного раствора.

Приведем описание методов определения калия для карбонатных и некарбонатных почв.

Определение содержания усвояемого калия в карбонатных почвах (по методу Л. В. Протасова) основано на применении 0,2 н. раствора углекислого аммония, который вытесняет калий из почвы по схеме:

$$[ППК]\begin{matrix}K^+\\K^+\end{matrix}+(NH_4)_2CO_3=[ППК]\begin{matrix}NH_4^+\\NH_4^+\end{matrix}+K_2CO_3.$$

Извлечение калия производится двукратной обработкой навески почвы углекислым аммонием в соотношении 1 : 10.

Ход анализа. 1. Взять 20 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито с диаметром отверстий в 1 мм, и поместить в колбу на 500 мл.

2. Прилить 200 мл 0,2 н. раствора углекислого аммония, взбалтывать в течение 5 минут и поставить на 1 час.

3. Содержимое колбы взболтать и отфильтровать через плотный беззольный складчатый фильтр в сухую колбу-приемник. 10—15 мл фильтрата помещают в фарфоровую чашку и выпаривают на водяной бане. (При определении подвижного калия пламенным фотометром вытяжку налить в химические стаканчики по 50 мл и сравнить со стандартным раствором, содержащим от 1 до 75 мг калия в литре.)

4. Почву с фильтром положить в ту же колбу, где производилось взбалтывание, и прилить 200 мл 0,2 н. раствора углекислого аммония. Содержимое колбы взбалтывать в течение пяти минут и поставить на один час.

5. Произвести фильтрование, из фильтрата взять такой же объем, что и в первый раз, поместить в ту же фарфоровую чашку и выпарить досуха.

6. Чтобы удалить соли аммония, сухой остаток нужно прокалить в вытяжном шкафу, на плитке или в муфельной печи при температуре не свыше 600° С (до прекращения выделения белых паров).

7. Сухой остаток смочить 5—10 каплями азотной кислоты с удельным весом 1,4 и растереть стеклянной палочкой по всей поверхности чашечки.

8. Чашечку поместить на водяную баню, выпарить досуха и прокалить в тех же условиях. Если сухой остаток при однократной обработке азотной кислотой не побелеет, обработку следует повторить.

9. К совершенно белому сухому остатку прилить 1 мл соляной кислоты с удельным весом 1,19 для перевода окисей в хлориды, выпарить на водяной бане и слабо прокалить.

10. Хлориды в чашечке растворить в 10 мл горячей дистиллированной воды и в этом растворе определить калий кобальтнитритным методом.

11. При определении кобальтнитритным методом в чашечку прилить 5—10 мл 35-процентного раствора кобальтнитрита натрия. При отсутствии кобальтнитрита натрия можно прилить 10 мл насыщенного раствор $NaCl$, 10 мл 10-процентного раствора $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ и 16 мл 10-процентного раствора $NaNO_2$ в указанном порядке. Содержимое чашечки тщательно перемешать и выпарить на водяной бане до пастообразного состояния, не допуская образования корочки. При подсыхании смеси на стенках результаты получаются заниженные.

12. После охлаждения к пастообразному осадку прилить 10 мл 10-процентной уксусной кислоты (в вытяжном шкафу), содержимое перемешать и поставить на 20—30 минут.

13. Для растворения избытка реактива прибавить 10—15 мл воды и отфильтровать под разряжением через стеклянный тигель-фильтр № 4 (тигель Гуча).

14. Осадок промыть холодной дистиллированной водой сначала декантацией, а затем на фильтре до полного обесцвечивания промывных вод. Во время промывания следует избегать просасывания воздуха через осадок, так как осадок может пройти через фильтр.

15. При определении калия весовым способом осадок высушить в термостате при температуре 110° С (1—2 часа) и взвесить. Бурый цвет указывает на неполноту отмывания кобальтнитрита натрия.

16. Пользуясь таблицей 36, полученный вес осадка умножить на соответствующие коэффициенты пересчета в K_2O.

Таблица 36

Коэффициенты пересчета осадка в окись калия

Вес осадка, мг	Коэффициент	Вес осадка, мг	Коэффициент
5	0,210	40	0,205
10	0,209	50	0,204
15	0,208	100	0,192
20	0,207	200	0,187
30	0,206	500	0,178

17. При определении калия объемным методом осадок надо растворить в кислой среде 0,1 н. титрованным раствором перманганата калия. Реакция при этом протекает так:

$$5K_2NaCo(NO_2)_6 + 11KMnO_4 + 14H_2SO_4 = 15KNO_3 + 5NaNO_3 + 3K_2SO_4 + 11MnSO_4 + 5Co(NO_3)_2 + 14H_2O^*.$$

Для этого тигель с осадком помещают в широкий химический стакан на 250 или 500 мл, заливают водой так, чтобы тигель покрылся полностью, после чего приливают точный объем (10—50 мл) 0,1 н. раствора перманганата калия, 10 мл серной кислоты, разведенной 1 : 1, и нагревают на водяной бане до 70—90° С, вращая тигель в стакане стеклянной палочкой до полного растворения осадка (побеление пластинки фильтра). При обесцвечивании раствора немедленно прибавить из бюретки еще несколько миллилитров $KMnO_4$. Во время окисления кобальтнитрита калия (натрия) в стакане образуется перекись марганца (MnO_2) черного цвета.

18. После растворения осадка в стакан прилить точно отмеренный объем 0,1 н. раствора щавелевой кислоты (равный объему взятого перманганата) до полного растворения перекиси марганца и обесцвечивания раствора. При этом четырехвалентный марганец из перекиси восстанавливается до двухвалентного.

---

* Из уравнения видно, что 11 грамм-молекулам перманганата калия соответствуют 10 грамм-атомов калия в комплексной соли. Следовательно, каждый мл 0,1 н. раствора $KMnO_4$, затраченный на разрушение осадка, соответствует 0,856 мг окиси калия.

19. Раствор нагреть до 80° и избыток щавелевой кислоты оттитровать 0,1 н. раствором перманганата калия до слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение минуты. Этим устанавливается количество перманганата, затраченное на окисление осадка кобальтнитрита калия (натрия) в анализируемом растворе.

Для установления чистоты реактивов, оказывающей влияние на точность результатов, надо произвести холостое определение таким же путем.

Содержание K_2O (в мг на 100 г или на 1 кг почвы) рассчитывают по формуле:

$$x = \frac{[(a+б)-b\cdot 0,000856\cdot 1000\cdot 400\cdot КГ}{20\cdot O},$$

где a — количество 0,1 н. раствора $KMnO_4$, взятое для окисления кобальтнитрита калия (натрия), мл;

$б$ — количество 0,1 н. раствора перманганата калия, израсходованного на обратное титрование, мл;

b — количество 0,1 н. раствора щавелевой кислоты, прилитой в стакан, мл;

0,000856 — количество окиси калия, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора перманганата калия, мл;

1000 — коэффициент пересчета на 1 кг почвы;

400 — общий объем вытяжки, мл;

20 — навеска почвы, г;

O — объем, взятый для выпаривания за два раза;

$КГ$ — коэффициент гигроскопичности для пересчета на абсолютно сухую почву.

Форма записи анализа

№ разреза и глубина взятия образца, см	Навеска почвы, г	Объем вытяжки, мл		Количество, мл		Количество $KMnO_4$, пошедшее на обратное титрование, мл	Содержание K_2O, мг на 1 кг почвы
		общий	взятый для выпаривания	$KMnO_4$	$H_2C_2O_4$		

Приготовление реактивов. 1. 0,2 н. раствор $(NH_4)_2CO_3 \cdot H_2O$ — 11,4 г углекислого аммония растворить в воде и довести объем до 1 л.

2. HNO_3 с удельным весом 1,4.

3. HCl с удельным весом 1,19.

4. 35-процентный раствор $Na_3Co(NO_2)_6$ — 25 г азотнокислого кобальта растворить в 50 мл дистиллированной воды и прибавить 12,5 мл ледяной уксусной кислоты; 120 г азотистокислого натрия растворить при осторожном нагревании в 180 мл воды.

За день до употребления растворы смешать в таком соотношении: 1 часть первого и 3 части второго. Спустя 1—3 часа через смесь продуть воздух для удаления окислов азота. Через 5—6 часов раствор отфильтровать для удаления выпавшего осадка. Реактив следует хранить в склянке, защищенной от света. Он годен для употребления в течение 3—4 дней.

5. 0,1 н. раствор $KMnO_4$ — 3,161 г соли растворить в воде и довести до 1 л.

6. 0,1 н. раствор $H_2C_2O_4$ — 4,502 г $H_2C_2O_4$ растворить в воде и довести до 1 л.

7. 10-процентный раствор CH_3COOH — 97,1 мл CH_3COOH с удельным весом 1,05 растворить в литре воды.

8. Концентрированную H_2SO_4 развести в воде в соотношении 1 : 1.

9. Стандартный (образцовый) раствор KCl приготовить из прокаленной химически чистой соли — 1,9072 г растворить в 0,2 н. $(NH_4)_2CO_3$ и довести им же до 1 л. Из полученного 0,2 н. раствора $(NH_4)_2CO_3$ приготовить рабочие образцовые растворы, содержащие 100, 75, 50, 25, 10, 5, 2 мг в литре.

Определение усвояемого калия в некарбонатных почвах (по методу А. Л. Масловой) основано на извлечении обменного калия 1,0 н. раствором уксуснокислого аммония (CH_3COONH_4) при отношении почвы к раствору 1 : 10 и взбалтывании в течение часа. Последующее определение калия производится кобальтнитритным или пламеннофотометрическим методом после разрушения аммонийных солей путем выпаривания фильтрата в фарфоровой чашечке на водяной бане и прокаливания сухого остатка.

Ход анализа. 1. Из мелкозема взять 20 г почвы и перенести в колбу на 500 мл.

2. Прилить 200 мл 1 н. раствора уксуснокислого

аммония с pH=7, закрыть резиновой пробкой и взбалтывать на ротаторе в течение часа.

3. Суспензию отфильтровать через складчатый фильтр в сухую колбу.

4. Из прозрачного фильтрата взять пипеткой 50 или 100 мл, налить в фарфоровую чашечку и выпарить на водяной бане досуха.

5. Чашечку с сухим остатком поставить в муфель и прокалить для удаления аммонийных солей и разрушения органических веществ (иногда перед прокаливанием в чашечку прибавляют 2 мл перекиси водорода и осторожно просушивают на плитке). Полученный осадок должен быть пепельно-серого цвета.

6. После охлаждения осадка в чашечку прилить 1—2 мл 10-процентного раствора соляной кислоты для перевода окисей в хлориды и разрушения карбонатов. Дальнейшее определение проводят кобальтнитритным методом, как описано выше.

Приготовление реактивов. 1. 1 н. раствор уксуснокислого аммония — 77,08 г соли растворить в небольшом количестве воды и довести до литра.

2. 10-процентный раствор HCl — 236,8 мл соляной кислоты с удельным весом 1,19 довести водой до 1 литра.

ПОЛЕВОЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕНИЯ ПОЧВЫ И СОДЕРЖАНИЯ ДОСТУПНЫХ РАСТЕНИЮ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ (ПО Я. Ф. ДУБОВИКУ)

Для более эффективного использования минеральных удобрений необходимо знать наличие питательных веществ в почве и потребность в них растений. Так как содержание питательных веществ на разных полях не одинаково, определение их необходимо производить на каждом поле отдельно. В связи с этим возникает необходимость разработки быстрых полевых методов.

Полевой метод необходим также для быстрого определения степени и характера засоления почвы, что позволит предупредить отрицательное влияние избыточного содержания вредных водорастворимых солей на продуктивность растений.

Приготовление вытяжки. Взять 50 г тонко измельченной почвы и насыпать в фарфоровую чашечку. Затем добавить воду в количестве, необходимом для доведения

почвы до состояния текучести (если почва сухая, то сразу наливают 25 мл воды, если влажная — воду следует приливать постепенно, маленькими порциями). После этого в чашечку добавить еще 5 мл воды, содержимое перемешать, перенести на разостланный над чашечкой кусочек плотной ткани и отжать вручную до получения 15 мл раствора. Раствор отфильтровать в пробирку.

Определение общей щелочности и содержания хлор-иона проводится в одной пробе. Для этого надо в две пробирки пипеткой налить по 1 мл вытяжки и добавить по одной капле метилоранжа. Затем по каплям приливать серную кислоту до появления окраски. Каждая капля серной кислоты соответствует 0,01% общей щелочности в почве, или 51 мг карбонатов и бикарбонатов на литр воды.

Для определения содержания хлор-иона в те же пробирки влить по одной капле хромовокислого калия и считанными каплями добавлять азотнокислое серебро до перехода оранжевого цвета в буровато-желтый. Каждая капля израсходованного азотнокислого серебра равна 0,007% хлора в почве, или 14 мг хлора на 1 л воды.

Калибровку используемых пипеток производят путем сравнительного определения общей щелочности и хлора в водной вытяжке обычными методами (при соотношении почвы и воды, равном 1 : 5) и методом, описанным выше.

Определение содержания сульфатов проводится с помощью простейшего мутномера, который состоит из двух пробирок и кусочка тонкой проволоки. Пробирки подбирают так, чтобы одна из них входила в другую. Внутренняя пробирка имеет диаметр 10 мм, она на 1—1,5 см длиннее наружной.

Вытяжку или воду надо налить во внутреннюю пробирку. На наружную пробирку наклеить узенькую полоску миллиметровой бумаги. Один конец проволоки загнуть под прямым углом и согнуть в кольцо, плотно входящее во внутреннюю пробирку для того, чтобы проволока держалась в пробирке на установленной высоте.

Определение сульфатов проводится так. Во внутреннюю пробирку надо налить 1 мл вытяжки и прибавить 2 мл хлористого бария; содержимое несколько секунд взбалтывать, после чего вставить проволочку и одну пробирку поместить в другую. Помешивать содержимое,

поднимая и опуская проволоку, затем установить последнюю так, чтобы, глядя сверху в пробирку, можно было отчетливо видеть ее загнутый конец. С помощью миллиметровой бумажки замерить высоту столба жидкости над загнутым концом проволоки. Чем больше сульфатов, тем меньше будет столбик.

Количество сульфатов, соответствующее высоте столба жидкости, будет следующим:

Отсчеты по мутномеру	Содержание сульфатов в почве, %	Содержание сульфатов в воде, мг на литр
5	0,30	—
6	0,20	—
7	0,18	1000
8	0,16	800
9	0,12	600

Если сульфатов много и столб жидкости над загнутым концом проволоки будет меньше 5 мм, в пробирку добавляют еще 3 мл хлористого бария и вновь проводят определение. Найденное по таблице содержание сульфатов в этом случае удваивается.

Определение содержания аммиака. Взять 1 мл вытяжки, добавить 4 мл воды, 2 капли сегнетовой соли и 2 капли реактива Несслера. При наличии аммиака в почве раствор окрашивается в желтовато-бурый цвет, интенсивность которого прямо пропорциональна содержанию аммиака в пробе.

В специально подготовленной шкале выбрать пробирку, окраска жидкости которой вполне соответствует цвету испытуемого раствора. Для приготовления шкалы взять пять пробирок и в каждую из них налить определенное количество раствора. При совпадении окраски содержание аммиака в почве будет следующим:

№ пробирки	Количество образцового раствора, мл	Количество воды, мл	Содержание аммиака в почве, мг на 1 кг почвы
1	1	4	2,5
2	2	3	5,0
3	3	2	10,5
4	4	1	15,0
5	5	0	20,0

Определение содержания нитратов. Взять 1 мл вытяжки, добавить 1 мл воды, три капли буферного раствора и сухой реактив в количестве, равном величине ржа-

ного зерна. Содержимое взболтать и через пять минут сравнить с образцовой шкалой. Содержание нитратов будет следующим:

№ пробирки	Количество образцового раствора, мл	Количество воды, мл	Содержание нитратов (при совпадении окраски), мг на 1 кг почвы
1	0,25	1,75	10
2	0,50	1,50	20
3	1,0	1,0	40
4	1,50	0,5	60
5	2,0	0	80

Определение содержания фосфорной кислоты. Взять 1 мл вытяжки, добавить 1 мл молибденовокислого аммония, 1 мл серной кислоты, 2 мл воды и сухого восстановителя (на кончике ножа). Содержимое взболтать и через 15 минут сравнить со шкалой образцовых растворов. Для приготовления шкалы берется фосфорнокислый калий, к которому добавляется по 1 мл молибденовокислого аммония и серной кислоты и определенное количество воды. При совпадении окраски содержание фосфорной кислоты будет следующим:

№ пробирки	Количество образцового раствора, мл	Количество воды, мл.	Содержится фосфорной кислоты, мг на 1 кг почвы
1	0,5	2,5	1
2	1,0	2,0	2
3	1,5	1,5	3
4	2,0	1,0	4
5	2,5	0,5	5
6	3,0	0	6

Определение содержания калия с помощью мутномера. Во внутреннюю пробирку налить 2 мл вытяжки, добавить 0,1 г поваренной соли и 0,1 г кобальтнитрита натрия. После внесения каждого реактива содержимое взбалтывать, а после внесения последнего реактива взболтать и оставить на 30 минут для осаждения.

При наличии калия дно пробирки покрывается желтым осадком. Так как темный цвет испытуемого раствора мешает определению степени мутности, то этот слой

жидкости надо осторожно слить и взамен него налить 2 мл воды. Содержимое взболтать и определить степень мутности так же, как и при определении содержания сульфатов. Содержание окиси калия, соответствующее высоте столбика жидкости над загнутым концом проволочки, будет следующим:

Отсчеты по мутномеру	Содержание окиси калия, мг на 1 кг почвы
10	1500
15	1000
20	500
25	150

Полевой метод позволяет установить целесообразность применения в определенных условиях тех или иных удобрений, выявить наилучшие сроки, способы и дозы их внесения в сочетании с другими приемами агротехники, с тем чтобы добиться наиболее эффективного влияния удобрений на урожай сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

Агрохимические методы исследования почв, М., изд. АН СССР, 1954.

Александрова Л. Н., Найденова О. А. Лабораторно-практические занятия по почвоведению. М., Сельхозгиз, 1957.

Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., изд-во МГУ, 1961.

Астапов С. В. Мелиоративное почвоведение (практикум). М., Сельхозгиз, 1958.

Боровский В. М., Успанов У. У. Почвы Казахстана и пути их народнохозяйственного использования. Материалы IV Всесоюзного съезда почвоведов, Алма-Ата, изд-во ВОП, 1971.

Вильямс В. Р. Предисловие к труду В. В. Докучаева «Русский чернозем». М., Сельхозгиз, 1952.

Гедройц К. К. Химический анализ почвы, Избр. соч., т. 2, М., Сельхозгиз, 1955.

Глинка К. Д. Почвоведение. М., 1932.

Горбунов Н. И. Почвенные коллоиды. М., изд. АН СССР, 1957.

Гречин И. П., Кауричев Н. Г. и др. Практикум по почвоведению. М., «Колос», 1964.

Домрачева Е. А. Физико-механический и химический анализ почвы, М., Сельхозгиз, 1939.

Егоров В. В. Засоленные почвы и их освоение. М., изд. АН СССР, 1959.

Егоров М. А. К вопросу об окультуривании почв. «Известия Гос. ин-та опытной агрономии», т. VII, 1929, № 5.

Казахстан. Природные условия и естественные ресурсы. М., «Наука», 1969.

Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы и методы его изучения, М., изд. АН СССР, 1959.

Ковда В. А., Егоров В. В. и др. Классификация почв по степени и качеству засоления. «Ботанический журнал», т. 45, 1960, № 8.

Костычев П. А. Обработка и удобрение чернозема. СПБ, 1892.

Красюк А. А. Почвы и их исследование в природе. М., 1934.

Ларин Г. В. Экономическое плодородие почвы. М., «Экономика», 1964.

Методы агрохимических, агрофизических и микробиологических исследований в поливных хлопковых районах, Ташкент, 1952.

По предгорным и горным почвам Заилийского Алатау. Алма-Ата, «Наука», 1970.
Почвенная съемка. М., изд. АН СССР, 1959.
Почвы Казахской ССР. Выпуск 1—13, Алма-Ата, изд. АН КазССР, 1960—1970.
Роде А. А. Водные свойства почв и грунтов. М., изд. АН СССР, 1955.
Садовников И. Ф. Почвенные исследования и составление почвенных карт. М., Сельхозгиз, 1953.
Советский Казахстан (1920—1970). Алма-Ата, «Казахстан», 1970.
Соколов А. В. Технический прогресс в земледелии СССР и вопросы агрохимии. «Агрохимия», 1970, № 4.
Соколовский А. Н. Задачи производственных анализов почв. «Химизация соц. земледелия», 1932, № 2.
Тазабеков Т. Т., Булахова П. С., Гнездилова Л. П. Как сделать анализ почвы, Алма-Ата, «Кайнар», 1965.
Тазабеков Т. Т. Режим элементов плодородия горных и предгорных почв Алма-Атинской области. Труды КазСХИ, т. 13, вып. 2, Алма-Ата, 1970.
Шаин С. С., Белоус Н. Е. Комплексный метод определения некоторых физических и химических свойств почвы с ненарушенной структурой. «Земледелие», 1954,. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Предисловие 3

Почва и ее плодородие 5

Морфологические признаки почвы 7

Почвы Казахстана 23

Характеристика почв по административным областям . . 30

Почвенные карты и картограммы 86

Физико-химические методы исследования почв 100

Подготовка почвы к анализу 100
Гигроскопическая вода 102
Определение содержания гигроскопической воды в почве 102
Определение максимальной гигроскопичности почвы . . 104
Механический состав почвы 105
Физические и водно-физические свойства 113
Удельный вес 114
Объемный вес 115
Общая порозность 118
Водно-физические свойства 120
Определение содержания общего гумуса 123
Определение содержания карбонатов 127
Анализ водной вытяжки 132
Приготовление водной вытяжки 135
Определение pH водной вытяжки 135
Определение количества сухого остатка 137
Определение щелочности, вызываемой нормальными карбонатами 138
Определение общей щелочности 139
Определение хлор-иона 140
Определение сульфат-иона весовым методом 141
Определение ионов кальция, магния и сульфат-иона комплексо-метрическим объемным методом 142
Определение емкости поглощения 148
Определение емкости поглощения по методу Е. В. Бобко

и Д. А. Аскинази в модификации Б. Т. Грабарова и З. А. Уваровой 149
Определение поглощенных кальция и магния с применением трилона Б (по методу Шмука) 152
Определение поглощенных кальция и магния трилонометрическим методом в одной пробе 153
Определение обменного натрия по методу М. М. Годлина 156
Определение общего содержания азота и фосфора . . . 159
Определение содержания общего азота в малых навесках почвы (полумикромодификация метода Кьельдаля) . . 159
Определение содержания общего фосфора колориметрическим методом 162
Анализ усвояемых форм азота, фосфора и калия . . . 163
Определение содержания гидролизуемого азота по методу И. В. Тюрина и М. И. Кононовой 163
Определение содержания аммиачного азота 166
Определение содержания нитратного азота 168
Определение содержания усвояемой фосфорной кислоты 172
Определение содержания усвояемого калия 177
Полевой метод определения степени засоления почвы и содержание доступных растению питательных веществ (по Я. Ф. Дубовику) 183
Литература 188

Тазабеков Т. Т. и Гнездилова Л. П.
Описание и анализ почвы. Алма-Ата, «Қайнар», 1972.
192 с.

Тазабеков Тлепбай Тазабекович,
Гнездилова Лидия Петровна

ОПИСАНИЕ И АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Редакторы *К. Чумичева, Н. Берещук*
Художественный редактор *Б. Жапаров*
Технический редактор *Б. Карибаева*
Корректор *В. Семыкина*

* * *

Сдано в набор 29/X 1971 г. Подписано к печати 15/III 1972 г.
Формат 84×108 1/32. Объем печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 11,3.
Бумага типогр. № 2. Тираж 4200 экз. УГ04542. Цена 41 коп.
Издательство «Қайнар», Алма-Ата, 72, Кашгарская, 64

* * *

Заказ № 1612. Полиграфкомбинат Главполиграфпрома
Госкомитета Совета Министров КазССР по печати,
г. Алма-Ата, ул. Пастера, 39.

15-00