

631.4
Г-204к.к
ЛЕНИНГРАДСКАЯ ВЫСШАЯ КОММУНИСТИЧЕСКАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ШКОЛА ИМЕНИ С. М. КИРОВА.

Доц. И. Ф. ГАРКУША

КРАТКИЙ КУРС
АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ

ЛЕНИНГРАД
1 9 3 8

ЛЕНИНГРАДСКАЯ ВЬШНЯЯ КОММУНИСТИЧЕСКАЯ
КОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ШКОЛА ИМЕНИ С. М. КИРОВА

И. Ф. Гаркуша
Доц. И. Ф. ГАРКУША

КРАТКИЙ КУРС АГРОПОЧВОВЕДЕНИЯ

С предисловием и под редакцией заслуженного
деятеля науки профессора С. П. КРАВКОВА

СССР
631.4
Г204 к. к.
403320
к

ЛЕНИНГРАД
1 9 3 8

ПРЕДИСЛОВИЕ

Краткий курс Агрочвоведения доц. *И. Ф. Гаркуша* предназначен, главным образом, для студентов высших коммунистических сельскохозяйственных школ.

Настоятельная необходимость издания данного руководства вызывается, можно сказать, полным отсутствием в литературе подыющего учебного пособия по агрономическому почвоведению, которое бы соответствовало требованиям ВКСХШ. Пробел на этом участке подготовки руководящих кадров для социалистического земледелия очевиден. Данная книга и ставит своей задачей, по возможности, восполнить этот пробел.

Отличаясь простотой, ясностью и краткостью изложения, Агрочвоведение доц. *И. Ф. Гаркуша*, надо думать, найдет себе широкое использование также и среди многочисленных кадров сельского хозяйства, занятых на практической работе: агрономов-почвоведов, агрономов-химизаторов, лаборантов и техников агрохимических лабораторий МТС, колхозов и совхозов.

Тем самым еще в большей степени будет оправдано издание данной книги.

Заслуженный деятель науки
профессор *С. Кравков*

Ответств. редактор Гаркуша И. Ф. Техн. ред. Григорьев А. Ф.

Ленгортит № 2973. Сдано в набор 7/IV-1938 г. Подписано к печ. 9/VII-1938 г.
Объем 10¹/₂ печ. листов. Бумага 62 × 94¹/₁₆. Бум. листов 5¹/₄. Тираж 500 экз.
Тип. знаков в печ. листе 46.848. Заказ № 1045

Типография им. Володарского, Ленинград, Фонтанка, 57.

ВВЕДЕНИЕ

Центральной и главной хозяйственно-политической задачей социалистического земледелия СССР является решительное повышение урожайности, обеспечивающее выполнение и перевыполнение народно-хозяйственного плана в области сельскохозяйственного производства.

Вся важность этой задачи нашла свое отражение в целом ряде постановлений партии и правительства. Так в постановлении Совнаркома СССР и ЦК ВКП(б) от 29 сентября 1932 г. „О мероприятиях по повышению урожайности“ указывается, что „наступило время когда от роста хозяйства вширь путем увеличения посевных площадей необходимо повернуть к борьбе за лучшую обработку земли, борьбе за повышение урожайности, как главной и центральной задачи в области сельского хозяйства на данной стадии развития“.

В своей исторической речи 1 декабря 1935 г. на совещании передовых комбайнеров и комбайнерок великий вождь и учитель трудящихся всего мира товарищ СТАЛИН, отмечая наши успехи в деле разрешения зерновой проблемы, поставил перед сельским хозяйством СССР задачу „довести в ближайшем будущем, года через три-четыре, ежегодное производство хлеба до 7—8 миллиардов пудов“.

Советский Союз, превратившийся из страны мелкого и мелчайшего сельского хозяйства в страну самого крупного и передового в мире социалистического земледелия, земледелия на научных основах, земледелия с самым широким применением химии, механизации и электрической энергии, имеет все предпосылки и возможности к тому, чтобы в ближайшие же годы стать страной самых высоких и устойчивых урожаев в мире.

В деле борьбы за высокие урожаи всех без исключения культур особо важное значение приобретает улучшение наших почв как основного средства с.х. производства, создание высокопродуктивных и устойчивого плодородия.

Что же понимается под плодородием почвы?

По определению академика В. Р. Вильямса, „под плодородием почвы разумеется ее способность непрерывно и одновременно все время развития зеленых растений удовлетворять их максимальную потребность в воде и пище, определяемую величиной притока факторов, непосредственно усваиваемых зеленой рабочей поверхностью растений“.

Другими словами, под плодородием или производительностью почвы разумеется совокупность почвенных условий, которые наилучшим образом обеспечивают хорошее развитие возделываемых растений. Эти условия сводятся в основном к следующему:

1. Почва должна заключать в себе в достаточном количестве и в удобоусвояемой форме все необходимые для питания растений вещества;

2. Почва должна содержать в себе влагу;

3. В почве должно быть тепло;

4. В почве должен находиться воздух, необходимый для дыхания корней растений и микроорганизмов;

5. В почве не должно быть вредных для растений соединений;

6. Почва должна быть чистой от сорняков и обладать известной рыхлостью, облегчающей свободное развитие корневой системы растений.

Создание наилучшим образом означенных почвенных условий плодородия и должно лежать в основе наших агротехнических воздействий на почву, как на среду для культурных растений.

В этом отношении практика земледелия располагает целым арсеналом всевозможных агротехнических средств.

Приемами рациональной механической обработки почвы, травосеянием, применением различных удобрений, известкованием, гипсованием, мелиорацией, орошением и бактеризацией мы в состоянии самым решительным образом изменять в нужную нам сторону характер почвы, ее пищевой и воздушный режим, условия влажности, тепловые и биологические свойства; можем уничтожить всякого рода вредные вещества, по той или иной причине образующиеся в почве; более того, умелым сочетанием, отмеченных выше мероприятий, мы можем совершенно реконструировать почву, превращая, например, бесплодные и, казалось бы, никуда негодные участки земли в высокоплодородные пашни.

Однако, здесь же необходимо подчеркнуть, что разумное и целесообразное применение к почве тех или иных агротехнических мероприятий должно осуществляться в полном соответствии с характером и особенностью данных почв, а также с учетом всех тех изменений, которые могут произойти в почве в результате нашего на нее воздействия.

Другими словами, в деле разработки и применения тех или иных агротехнических мероприятий, направленных на улучшение почвенных условий, способствующих повышению урожайности, нам необходимы знания о почвах, знания о том, как и из чего они образовались, какие процессы в них совершаются в естественных условиях и под влиянием агротехнических воздействий, какие почвы распространены на территории нашего Союза, их отличительные особенности и свойства и какими способами можно и нужно улучшать в каждом конкретном случае ту или иную почву в целях наиболее рационального и эффективного ее использования в сельскохозяйственном производстве.

Освещение этих вопросов и составляет содержание агрономического почвоведения, являющегося одним из основных разделов науки о земледелии.

Глава I

МАТЕРИНСКИЕ ИЛИ ПОЧВООБРАЗУЮЩИЕ ПОРОДЫ ИХ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА

Все существующие почвы на земном шаре образовались в результате длительных изменений различных горных пород. Вследствие этого, между почвами и горными породами существует самая тесная и непосредственная связь и во всякой почве, таким образом, отражены в той или иной степени особенности и свойства тех именно горных пород, на которых эти почвы сформировались. В виду этого при агрономической оценке почвы (а правильная агрономическая оценка почвы есть первый шаг к рациональному ее использованию) нам важно обращать внимание не только на самую почву, но и на ее материнскую породу, т. е. на ту горную породу, на которой образовалась данная почва. Знание характера и свойств материнских пород в каждом конкретном случае дает нам возможность полнее и глубже определить характер и качество самой почвы, а вместе с тем, следовательно, и установить путь наилучшего ее использования в с.-х. производстве. По этой причине изучение курса агропочвоведения целесообразным будет начать не с почв, а с предварительного ознакомления с теми материнскими горными породами, которые распространены в пределах СССР.

Какие же горные породы послужили тем материалом, на котором образовались почвы на территории нашего Союза?

Какие материнские породы являются преобладающими в отдельных частях нашей страны? Как и из чего эти породы образовались? Каковы те характерные особенности и свойства, которыми обладают той или иной материнской породой в отдельности?

Вот те основные вопросы, на которые мы должны получить ответ прежде чем перейти уже непосредственно к изучению самих почв.

Но здесь же необходимо оговориться, что для разрешения поставленных выше вопросов, нам предварительно придется коснуться в основных чертах строения всей толщи земной коры, а также ее истории и эволюции.

Строение земной коры

Земная кора состоит из многих, резко отличающихся друг от друга, различной мощности, слоев: сверху залегает один слой, по ним — другой, глубже — третий и т. д. В такого рода слоистом строении земной коры легко убедиться на глубоких выемках, при

бурении, при выкопке шахт, а лучше и проще всего — на естественных обнажениях по берегам рек и оврагов, которые можно отыскать в любом месте нашего Союза. На одном из таких обнажений мы сейчас и остановимся, избрав его отправным пунктом для дальнейшего нашего изложения. Воспользуемся для этой цели прекрасными обнажениями в обрывистых берегах реки Поповки возле г. Слудка Ленинградской области (см. рис. 1).

Геологический профиль в данном месте представлен таким образом: сверху, толщиной в несколько метров, залегает валунный краснобурый суглинок; ниже — пласт известняка мощностью около 10—12 метров; под известняком — незначительной мощности слой

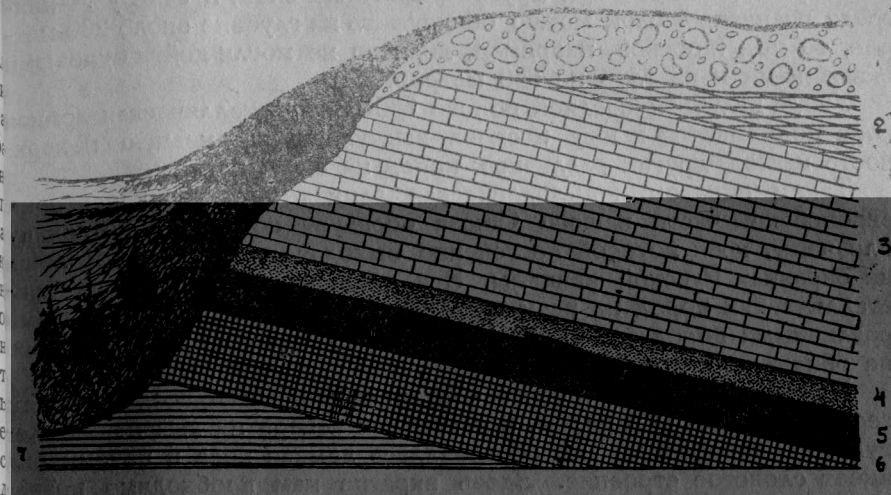


Рис. 1. Геологический профиль на реке Поповке около Слудка

- 1) Валунный суглинок (ледниковые отложения).
- 2) Девонский мергель.
- 3) Силурийский известняк.
- 4) Главконитовый песчаник.
- 5) Диктионемовый сланец.
- 6) Оболовый песчаник.
- 7) Кембрийская синяя глина.

белого песка, и, наконец, в самом низу — лишь частично обнаженный пласт синей глины.

Естественно возникает вопрос: какова же мощность синей глины и что за порода залегает под ней?

По обнажениям на реке Поповке ответа на эти вопросы дать нельзя, но по данным бурения артезианских колодцев в г. Ленинграде известно, что мощность слоя синей глины достигает более 150 метров, и что непосредственно под глиной начинается толща из гранита или кристаллическая кора.

Таким образом, геологический профиль земной коры в данном пункте рисуется в следующем виде: в самом низу, на глубине около 200 метров, залегает сплошной слой из гранита; гранит перекрывается синей глиной; на глине незначительный слой белого песка; выше — слой известняка и, наконец, сверху, скрывая все ниже лежащие породы, залегает валунный суглинок.

Не разбирая сейчас вопроса о происхождении этих слоев, постараемся прежде уяснить себе в общих чертах геологический профиль земной коры на пространстве всей европейской части нашего Союза.

Строение земной коры, обнаруженное нами в окрестностях Ленинграда, при продвижении к северу и к югу заметно изменяется.

Так, в направлении к северу от Ленинграда гранитная кора постепенно подходит к поверхности и на территории Финляндии, примерно, у г. Выборга совсем выходит наружу, образуя так называемый карело-финский кристаллический щит.

К югу же и востоку от Ленинграда кристаллическая кора постепенно уходит вглубь под другие различные слои; и если у Ленинграда гранитный слой можно обнаружить на глубине около 200 метров, то под Москвой, например, до него не могли дойти буровыми скважинами и на глубине 650 метров.

Уходя вглубь в средней полосе СССР, кристаллическая земная кора поднимается к югу и снова выступает на дневную поверхность из-под других различных пород на юге Украины.

Таким образом, кристаллическая земная кора на территории европейской части нашего Союза образует обширную котловину или чашу, края которой постепенно выходят к поверхности лишь на окраинах Русской равнины. Эта обширная котловина из кристаллических пород на всем своем протяжении заполнена другими различными породами, частично с которыми мы уже познакомились на обнажениях у р. Поповки.

Познакомившись в общих чертах с геологическим профилем территории СССР в целом, остановимся теперь на выяснении следующего вопроса: как же образовалась земная кора и почему она имеет слоистое строение. Здесь вкратце нам необходимо познаться с историей земли.

История земли

Если бы мы стали углубляться в гранитный слой, то на некоторой глубине внутри земли обнаружили бы расплавленную огненно-жидкую массу или магму. Эта огненно-жидкая масса часто дает о себе знать при землетрясениях, когда, прорвавшись сквозь твердую земную кору наружу, она заливают и хоронит под собой целые селения и города.

Наличие внутри земного шара расплавленной массы проливает яркий свет на всю прошлую историю нашей планеты.

Было время, когда наша планета была в расплавленном состоянии и представляла из себя такую же яркую светящуюся звезду, какой в настоящее время является солнце.

Излучая тепло в мировое пространство, земля постепенно охлаждалась, на ее поверхности застывала магма, образовывалась твердая кристаллическая кора и светящаяся звезда превращалась в планету. Так образовался на земле первый слой из кристаллических или, иначе называемых, изверженных пород, который в данное

время мы обнаруживаем в окрестностях Ленинграда, схороненным под другими слоями на глубине около 200 метров. Но процесс остывания земли не проходил тихо и гладко, а сопровождался сильнейшими потрясениями или колебаниями всей земной коры. Эти колебания земной коры возникали в результате охлаждения и сокращения в объеме огненно-жидкой массы, заключенной в твердую скорлупу из застывшей магмы: так как кристаллическая кора при дальнейшем ее остывании не уменьшалась в объеме, то, естественно, между твердой корой и магмой, непрерывно сокращавшейся в объеме при остывании, периодически образовывались пустоты, в которых неизбежно в силу тяжести вдавливалась или проваливалась твердая земная кора. Так возникали неровности на земле и возвышенности, глубокие провалы и высокие складки или горы.

Выпадавшая из атмосферы парообразная вода заполняла все пониженные места на земной поверхности, образовав при этом первые очертания материков и водных пространств.

Но, приняв определенный облик, земля не оставалась неизменной: колебания твердой коры систематически продолжались и далее. Материки опускались и заливались водой, дно океанов и морей подымалось и становилось сушей. Такое перемещение материков и океанов повторялось большое число раз на протяжении истории земли, и наши современные материки, прежде чем принять известные теперь нам очертания и формы, неоднократно опускались, заливались водой и надолго становились дном океанов и морей.

Но помимо периодического перемещения материков и океанов, на земле непрерывно шли процессы и в другом направлении, — это процессы выветривания горных пород, сыгравшие колоссальную роль в дальнейшей эволюции земной коры.

Процессы выветривания и образование осадочных пород

Под выветриванием в широком смысле разумеется разрушение и изменение горных пород под воздействием физических, химических и биологических процессов.

Какой бы ни была прочной на первый взгляд массивно-кристаллическая кора, образовавшаяся на поверхности земли в результате остывания огненно-жидкой массы, она начала разрушаться или выветриваться с первых же моментов ее возникновения.

В зависимости от характера и причин разрушения горных пород различают двоякого рода выветривание: физическое и химическое.

Главными причинами физического выветривания являются температурные колебания, действие замерзающей воды, ветер и др.

Горные породы, входящие в состав кристаллической земной коры, состоят из самых различных по своим свойствам минералов; одни из этих минералов нагреваются быстрее, другие — медленнее; одни из них — способны при нагревании расширяться больше, другие — меньше. Отсюда становится совершенно понятным, что при каждом нагреве сольда масса вная порода начинает давать трещины, отдель-

ные кристаллы начинают отделяться друг от друга, расшатываться, выпадать, образуя рыхлую, раздробленную массу или рухляк. Дальнейшее выветривание рухляка приводит к еще большему его дроблению и измельчению. Такого рода механическому разрушению в высшей степени способствует вода, попадающая тем или иным путем в образовавшиеся в горной породе трещины. Вода при замерзании увеличивается на $\frac{1}{11}$ своего объема. Развивающееся при этом давление на стенки трещин весьма велико. Под влиянием этого давления горная порода раскалывается и распадается на все более и более мелкие обломки.

Физическое выветривание всегда обычно начинается с поверхности и затем постепенно проникает внутрь породы, захватывая и разрушая все новые и новые ее слои.

Примеры механического или физического выветривания мы можем наблюдать всюду на старых каменных памятниках, на валунах в поле, но особенно богатую картину этого явления можно обнаружить в горах, у подножия каменных скал, где в результате длительного разрушения горных пород скопляется огромное количество измельченной осыпавшейся минеральной массы или рухляка.

Процессы выветривания горных пород протекают обычно медленно, но на протяжении значительных периодов времени они совершают большую работу. Достаточно здесь привести хотя бы тот факт, что все древние горы на земле не сохранились до наших дней: они выветрились, смылись водой и давно совершенно исчезли с поверхности земли¹. Конечно, для этого потребовались многие сотни миллионов лет.

Таким образом, температурные колебания и вода, отчасти потоки движущегося воздуха, действуя неуклонно изо дня в день, из года в год на протяжении миллионов лет, разрушали кристаллическую земную кору, превращая ее в обломки, щебень и мелкий песок. Но одновременно и неразрывно с механическим разрушением горных пород происходило и химическое выветривание.

Под химическим выветриванием разумеется разрушение и изменение горных пород под влиянием, главным образом, химических процессов. Отличительной особенностью химического выветривания является то, что здесь образуются новые продукты, качественно отличные по своему составу и свойствам от разрушаемой породы.

Главнейшими факторами, обуславливающими этого рода выветривание, являются: вода, углекислый газ и кислород воздуха. При этом самым энергичным из них является вода. Вода выступает здесь прежде всего как растворитель горных пород.

Растворимость горных пород в значительной степени возрастает при наличии в воде углекислоты, всегда имеющейся в воздухе и увлекаемой на землю выпадающими осадками.

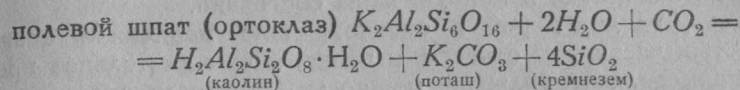
Но помимо растворения, вода, насыщенная углекислотой, обла-

¹ Все современные горы на земле сравнительно молодого происхождения.

дает еще способностью энергично химически разлагать сложные горные породы. В этом отношении значение воды в разрушении горных пород огромно. Рассмотрим в качестве примера химическое выветривание под действием воды и углекислоты весьма распространенной изверженной горной породы — гранита. Гранит, имеющийся в природе несколько разновидностей, состоит, главным образом, из следующих минералов: кварца, полевого шпата и слюды. Проследим, какие же химические изменения происходят в полево-

шпате при воздействии на него воды и углекислого газа.

Пример химического выветривания полевого шпата может быть представлен в виде следующего химического уравнения:



Приведем еще примеры выветривания других разновидностей полевого шпата: анортита и альбита. Полевой шпат (анортит): $CaAl_2Si_2O_8 + 2H_2O + CO_2 = H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O + CaCO_3$; полевой шпат (альбит): $Na_2Al_2Si_6O_{16} + 2H_2O + CO_2 = H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O + Na_2CO_3 + 4SiO_2$

Как видно из приведенных примеров, химическое выветривание полевых шпатов дает в результате целый ряд самых разнообразных веществ: кремнезем (SiO_2), поташ (K_2CO_3); известь ($CaCO_3$); сода (Na_2CO_3) и каолин ($H_2Al_2Si_2O_8 \cdot H_2O$). К каолину обычно при выветривании примешиваются другие различные соединения: крупинки кварца, железистые соединения и тогда он носит название обыкновенной глины.

Преобразование полевых шпатов в каолин называется также процессом каолинизации.

Аналогичным же способом, как и полевой шпат, каолинизируется и другая составная часть гранита — слюда.

Что же касается кварца, то этот минерал настолько инертный, стойкий в отношении химического изменения, что он в обычных природных условиях не поддается воздействию воды и углекислого газа и дальнейшее его изменение сводится, главным образом, только к дроблению и измельчению под влиянием колебаний температуры.

Таким образом, выветривание гранита, являющегося наиболее распространенной горной породой, входящей в состав кристаллической земной коры, приводит к образованию на земной поверхности самых разнообразных продуктов: каолина, глины, песка и различных солей.

Продукты выветривания не остаются на месте своего образования. Потоками воздуха, а главным образом, воды, они переносятся в другие места. Особенно большую роль в этом отношении играют атмосферные осадки. Выпадая на земную поверхность, они увлекают собой продукты выветривания, причем при переносе их

происходит определенная сортировка: крупные обломки горных пород обычно остаются вблизи места их образования и передвижение их на значительные расстояния возможно лишь при наличии бурных потоков; песок способен переноситься водой на большие расстояния, но при первом замедлении течения он, в силу тяжести своих частиц, легко осаждается на дно, образуя песчаные наносы. Каолин же и глины, состоящие из мельчайших частиц, могут во взмученном состоянии переноситься водой на огромные пространства. Вследствие этой причины конечными пунктами переноса глины являются обычно моря, океаны и вообще всякие водные бассейны, где вода находится в неподвижном состоянии.

Здесь, на дне морей и океанов, шло медленное осаждение глинистых частиц, а отчасти и песка, и чем длительнее протекал этот процесс, тем большей мощности достигали отложенные при этом слои. Так постепенно образовывались на земной поверхности осадочные породы, отдельные слои которых можно теперь обнаружить по обнажениям глубоких оврагов и рек.

Первоначально осадочные породы, отлагавшиеся непосредственно на кристаллической коре, состояли исключительно из неорганических веществ: это были, главным образом, пески, глины и различного рода соли, осажденные при высыхании того или иного заикнутого водного бассейна.

Впоследствии же, когда на земле возникла органическая жизнь, к минеральным осадочным породам стали примешиваться и остатки растительных и животных организмов. Эти остатки организмов, похороненные в толщах осадочных пород и сохранившиеся до наших дней, называются окаменелостями. Чаще всего в качестве окаменелостей встречаются твердые скелетные части животных и их наружные покровы — раковины, чешуи, а иногда и целые организмы; органическое вещество их обычно полностью или частично вытеснено и заменено минеральными солями. Иногда же в осадочных породах сохранились лишь отпечатки отдельных частей растений и животных: листьев, корней деревьев, крыльев насекомых, перьев птиц и т. д. Таким образом, каждый слой осадочной породы запечатлел в себе определенный этап в эволюции растительного и животного мира, а, следовательно, и в истории земли. Значит, чем древнее образовался тот или иной слой, тем примитивнее формы заключенных в нем остатков органических веществ. И, наоборот, в каждом слое более позднего образования сохранились окаменелости более совершенных форм животного и растительного мира. В этом отношении окаменелости являются весьма важными документами для изучения истории земной коры. По окаменелостям мы восстанавливаем картину развития животных и растений, по ним мы судим о климатических условиях земного шара в прошлые геологические периоды, узнаем о распределении материков и океанов в различные моменты истории земли, по окаменелостям же определяем и время образования различных пластов земной коры, т. е. другими словами, устанавливаем геологическую хронологию.

Итак, следовательно, земная кора состоит из целого ряда пластов, каждый из которых отлагался некогда на поверхности земли под покровом воды или атмосферы. И каждый слой, следовательно, в определенные моменты истории земли служил либо почвой, на которой произрастала растительность и развивались животные, либо дном морских бассейнов, где также развивалась своеобразная жизнь. Остатки этой органической жизни были затем похоронены другими, позднейшего образования, слоями и с течением времени превращены в различного рода окаменелости.

По характеру образовавшихся пород и окаменелостей, заключенных в том или ином слое, всю толщу земной коры делят на пять групп; время же протекавшее на образование каждой из этих групп, называют эрой. Группы подразделяются на системы, системы на отделы, отделы на ярусы.

Время, прошедшее на образование системы, обозначается как период, на образование отдела — эпохой.

Каждое из этих подразделений земной коры носит особое название, именно, название либо той местности, где впервые были обнаружены и изучены те или иные слои земной коры, либо название той породы, из которой состоит тот или иной ее слой.

В основном геологическая хронология представляется в следующем виде:

I. Архейская эра.

II. Археозойская эра

	III. Палеозойская эра	{	Кембрийская система и период		
			Силурийская	"	"
			Девонская	"	"
			Каменноугольная	"	"
			Пермская	"	"
	IV. Мезозойская эра	{	триасовая	"	"
			юрская	"	"
			меловая	"	"
	V. Неозойская эра	{	третичная	"	"
			четвертичная	"	"

Каждое из этих геологических подразделений, в которые образовывались те или иные слои земной коры, охватывает огромные промежутки времени. Чтобы иметь суждение об этих промежутках времени, достаточно знать, что наша земля, по новейшим исследованиям, имеет возраст, равный приблизительно трем миллиардам лет.

Какие же слои и породы образовывались на земле в каждый из отмеченных геологических периодов?

Самыми древними слоями являются массивные слои кристаллической земной коры, образовавшиеся в Архейскую эру. Эти архейские или первичные породы составляют сплошную непрерывную

скорлупу нашей планеты. Впоследствии, в результате процессов выветривания первичных кристаллических или изверженных пород, архейские слои всюду перекрылись слоями осадочных пород. И в настоящее время выходы архейских пород обнаруживаются лишь в немногих пунктах на земной поверхности. Но на каждом материке есть местности, где эти древнейшие кристаллические породы выступают значительными площадями, лишенными позднейших наслоений. В частности, в Европе такими выходами являются Скандинаво-финляндский щит и затем южно-русский кристаллический щит, протягивающийся почти от Карпат по южной части СССР до Азовского моря.

Отложения археозойской эры представлены различного рода слоисто-кристаллическими или метаморфическими породами: гнейсами, слюдяными сланцами и др., образовавшимися на большой глубине в условиях огромного давления вышележащих слоев и высокой температуры. Эти породы, залегающие непосредственно на кристаллической коре, имеют не повсеместное распространение. В пределах СССР они обнаруживаются лишь в Карелии, Лапландии и в области южного кристаллического щита. Остатков органической жизни в отложениях археозойской эры не найдено.

Палеозойская эра, характеризующаяся появлением и развитием жизни на земле, разделяется на ряд периодов или систем.

Первой из них является кембрийская система. Отложения кембрийской системы в виде синей глины и белого песчаника широко распространены в северной половине нашего Союза. Слои синей кембрийской глины имеются в обнажениях на знакомой уже нам реке Поповке. В синей глине найдены лишь скудные остатки органической жизни.

Кембрийские слои перекрываются силурийскими отложениями, состоящими, главным образом, из известняков. Эти известняки образовались на дне моря в результате отмирания различных морских животных — ракушек. Известняковые слои, залегающие на кембрийских породах, как это видно из профиля на реке Поповке, являются силурийскими отложениями. Силурийские известняки широко распространены в северной половине нашего Союза. Помимо р. Поповки хорошие их обнажения имеются у г. Пушкина, на реке Плюссе у места разработки Гдовских горючих сланцев на территории Ленинградской области и др. Но зато нигде в южной части нашего Союза нельзя встретить силурийских известняков. Это объясняется тем обстоятельством, что моря, в которых отлагались те или иные осадочные породы, не покрывали сплошь всю территорию нашей страны, а лишь некоторую ее часть. По этой же причине в любой местности нашего Союза нельзя обнаружить в одном и том же профиле земной коры одновременного залегания всех слоев, когда-либо откладывавшихся на земной поверхности осадочных пород; обычно геологический профиль в том или ином пункте состоит лишь из нескольких слоев. Наглядной иллюстрацией к сказанному является тот же профиль на реке Поповке.

На той же р. Поповке видно, как силурийские известняки прикрываются известняками девонской системы.

Следующим за девонским периодом шел каменноугольный период, характеризующийся богатейшим расцветом растительного мира. Похороненная растительность под слоями песков и глин в результате надвинувшегося на материк моря, превратилась впоследствии в каменный уголь, огромные залежи которого теперь обнаружены и разрабатываются в Донбассе, под Москвой, в Западной Сибири, на Северном Урале и Лен. области, — близ гг. Боровичей и Осташкова.

Из отложений каменноугольной системы следует еще отметить залежи известняков, мощные слои которых имеются в отрогах Валдайской гряды, пересекающей с юга на север восточную половину Лен. области.

Отложений, следующих за каменноугольным периодом, на территории Лен. области не имеется, исключая лишь самые позднейшие наносы четвертичного периода. Поэтому, не останавливаясь на характеристике целого ряда систем — пермской, триасовой, юрской, меловой и третичной, отложения которых имеются в других частях нашего Союза, перейдем непосредственно к ознакомлению с четвертичными наносами, которые на большей части нашего Союза и являются теми материнскими породами, на которых образовались современные нам почвы.

Четвертичные отложения

Ледниковые наносы. — Самыми распространенными материнскими почвообразующими породами, занимающими всю северную и центральную часть Советского Союза, являются ледниковые наносы. Ледниковые отложения отличаются большим разнообразием и в разных местах они представлены различными породами. Чаще всего в качестве ледниковых наносов встречаются валунные суглинки и глины; несколько реже встречаются валунные супеси и пески; и лишь отдельными островками среди означенных наносов залегают те же породы, но совершенно лишенные валунов.

Каково происхождение ледниковых или моренных отложений?

Образование моренных отложений связано с деятельностью гигантских ледников, покрывавших собою некогда всю северную и центральную часть нашей страны и отдельными полосами спускавшимися далеко на юг.

В истории нашей планеты неоднократно имели место изменения климатических условий, то в сторону улучшения, то в сторону ухудшения, причины которых недостаточно еще ясны.

Такого рода изменение климата в сторону его ухудшения совершалось на протяжении почти всего третичного периода.

Это постепенное ухудшение климата, связанное с понижением температуры, привело к тому, что в начале четвертичного периода в северных широтах и всюду на высоких горах стало скопляться

очень много снега, который, спрессовываясь под собственной тяжестью, превратился в лед. В Европе больше всего льда образовалось на Скандинавских горах, где мощность его слоев достигала 3—4 километров. Образовавшийся на Скандинавских горах лед не оставался на месте; обладая способностью течь, он стал расплзаться и двигаться во все стороны от пункта своего образования. Двигаясь к югу, ледник вытеснил по пути Балтийское море и распространился по всей Северной Европе.

Так в результате наступания гигантского ледника значительная часть территории нашей страны оказалась под льдом.

Другими центрами оледенения, помимо Скандинавских гор, были также Северный Урал и Тиманский кряж. Ледники, спускавшиеся с этих мест, при своем распространении сливались с главным ледником, наступавшим со Скандинавии.

Вследствие наступившего затем улучшения климатических условий, ледник начал таять, сокращаться в объеме и постепенно отходить к северу, к центру оледенения. Так кончилась первая, так называемая, ледниковая эпоха, охватывающая собою огромный период времени с начала возникновения и до исчезновения оледенения в Европе. После первой ледниковой эпохи были еще две последующих, но уже значительно меньших масштабов; если льды первой ледниковой эпохи лишь немного не доходили до Черного и Азовского морей, то ледники двух последующих эпох едва достигали пределов Ленинградской области. Всего, следовательно, в четвертичный период было три ледниковых и две межледниковых эпохи, оставивших неизгладимый след в формировании поверхности нашей страны.

Ледник при своем продвижении производил большую механическую работу. Спускаясь со Скандинавских гор, он в сильной степени их разрушал, отламывая куски скал, сглаживая и выпаживая по пути Скандинаво-Финляндский щит. Сглаженные гранитные скалы в Скандинавии, углубления тысячи мелких озер в Финляндии и Карелии — все это наглядные результаты и в то же время убедительные доказательства многовековой работы двигавшегося с севера на юг ледника.

Обломки скал, щебень, выпажанные по пути различного рода осадочные породы в виде глины, песка и известняка включались в толщу льда и переносились за тысячи километров от первоначального места своего залегания. При таянии льда, заключенные в нем породы постепенно откладывались на поверхности земли, образовав моренные или ледниковые наносы, характерной особенностью которых является наличие в них кристаллических валунов. В тех местностях, где ледник оставался долгое время неподвижным, у его краев образовывались большие скопления принесенного материала в виде валов, гряд и холмов. Равномерное отступление ледника, наоборот, обуславливало более спокойное распределение морены. Так при отступании ледников одновременно с отложением слоя моренных наносов формировался и рельеф северной части

нашей страны, характеризующийся значительной холмистостью и бугристостью.

Наиболее распространенной породой, которую откладывал всюду ледник, является красно-бурый валунный суглинок и глина.

Валунный суглинок является поэтому преобладающей материнской почвообразующей породой как в пределах Лен. области, так и на всей территории нашего Союза, бывшей некогда покрытой ледником.

Но помимо валунного суглинка и глины ледниками откладывались и другие породы. Здесь заслуживают внимания прежде всего валунные пески и супеси, затем безвалунные или покровные наносы, занимающие в некоторых районах Лен. области и Белоруссии значительные площади. Происхождение безвалунных наносов в виде песков, супесей и глин связано, главным образом, с деятельностью талых ледниковых вод, многочисленными потоками устремлявшихся от краев ледника и производивших сортировку моренного материала по пути его переноса.

Образованию безвалунных отложений способствовали также водные бассейны, неизбежно возникавшие по условиям рельефа в полосе таяния ледника. В зависимости от тех или иных обстоятельств в означенных водных бассейнах отлагались безвалунные породы: пески, супеси и глины. Примером такого рода безвалунных отложений озерного происхождения могут служить обширные площади песков в Тихвинском, Средкинском и др. районах Лен. области.

На характере моренных наносов в значительной степени сказались также особенности подстилающих их коренных пород. Так, в районах, где близко к поверхности залегают слои девонских песков, сама морена часто приобретает легкий, песчаный состав; в местах распространения, например, известняковых пород ледниковые отложения нередко содержат известняковые валуны, включенные в морену в силу выпаживающей деятельности ледника. В силу этого обстоятельства в некоторых пунктах Ленинградской, Западной и других областей нашей страны наряду с бескарбонатными встречаются и карбонатные породы, т. е. ледниковые наносы, обогащенные солями угольной кислоты. В этом сказались косвенное влияние коренных пород на покрывающие их слои морены.

Таким образом, в результате деятельности ледников, территория северной и центральной части нашей страны покрылась новым слоем моренных отложений, представленных самыми различными породами, начиная от тяжелых глин и кончая сыпучими песками. Ледниковые наносы не остались, однако, неизменными в дальнейшем; под воздействием, главным образом, атмосферных осадков, речных потоков и ветров они изменялись и в настоящее время продолжают в известной мере изменяться, образовывая новые варианты материнских почвообразующих пород.

Так, например, всюду по долинам рек образовались аллювиальные наносы, выпавшие из проточных вод и отличающиеся характерным для них слоистым строением. Здесь, ежегодно, во время

половодья систематически откладывался незначительный слой ила или песка, так что по количеству этих слоев иногда можно ошибочно установить возраст аллювия. Аллювиальные наносы обычно не занимают значительных площадей, ограничиваясь лишь узкими приречными полосами. Но иногда в дельтах больших рек аллювиальные отложения могут простираться на десятки, а в некоторых случаях и на сотни километров, как, напр., дельты р. Невы, Волги и др. Кстати заметим, что территория г. Ленинграда, например, со всеми прилегающими к нему островами (Васильевский, Кировские острова и др.) представляет собою типичные аллювиальные наносы, образовавшиеся на протяжении многовековой деятельности Невы.

Под влиянием атмосферных осадков образовались так называемые делювиальные отложения, снесенные потоками воды с повышенных участков в пониженные. Само собою понятно, что такого рода наносы могут формироваться лишь в условиях холмистого и гористого рельефа. Следовательно, делювиальные отложения имеются всюду лишь по склонам холмов и у их подножия и чем круче склоны и чем обильнее осадки в том или ином районе, тем сильнее шел процесс смыва мелких частиц и тем мощнее, значит, слой образовавшегося делювия.

Те же породы, из которых вынесены вниз поверхностными водами мелкие частицы, носят название элювиальных пород или элювия.

Как правило, делювиальные или намывные отложения по своим качествам выше элювиальных или смытых пород и делювиальной почвы в связи с этим, за весьма редким исключением, всегда ценнее и богаче почв элювиальных.

Заметим, что как делювиальные, так и элювиальные породы залегают большими сплошными массивами, а в холмистом рельефе они встречаются довольно часто, например, в некоторых районах Китая, мощность лесопределенный отпечаток на характер почвенного покрова. Большую роль в образовании материнских пород играют также ветер, обладающий способностью переносить и в известной степени сортировать рыхлый материал. Отложения ветрового происхождения называются эоловыми (или аэральными или воздушными). Примером эоловых наносов могут служить дюны, барханы и др. различного рода ветровые отложения, довольно часто встречающиеся в отдельных пунктах нашей страны.

Особенно широко наблюдается ветровая деятельность в наших степных и пустынных районах юго-востока и Средней Азии, где периодически дующие ветры поднимают в воздух и переносят сотни и тысячи километров огромные количества пыли, образующей каждый раз при ее выпадении слой наносов толщиной в несколько миллиметров.

Лессовые отложения. Среди материнских почвообразующих пород, занимающих значительные площади на территории нашей страны, следует еще отметить так называемые лессовые отложения.

Что же касается происхождения лессов, то в этом вопросе до сих пор еще не установлено единой точки зрения.

Происхождение означенных пород объяснялось разными исследованиями различными образом.

Так, например, в отношении типичных лессов Украины академиком Утковским была выдвинута эоловая гипотеза, согласно которой образование лессовых толщ объяснялось исключительно деятельностью сухих ветров. Акад. Павлов выдвинул в свое время гипотезу дилювиального, т. е. водного происхождения лесса. Другие ученые придерживаются той точки зрения, что породы так называемого лессовидного характера обязаны своим образованием совместному действию различных факторов — ветру и воде.

Согласно же теории крупнейшего русского ученого академика Р. Вильямса лесс представляет собою карбонатную морену, снесенную же ледникового происхождения, как и другие ледниковые наносы, выстилающие всю северную и центральную части нашей обширной страны.

Типичный лесс представляет собою очень рыхлую мягкую породу желтопалевого цвета, состоящую из столь мелких частиц, что они при растирании между пальцами способны втираться в кожу.

Характерными признаками, присущими лессу, являются следующие: пористость, способствующая быстрому пропусканию вглубь атмосферных осадков; отсутствие слоистости; способность давать отвесные обрывы в местах промоин и оврагов, и, наконец, значительное содержание углекислой извести, играющей, как это станет видно из последующих глав, большую роль в процессах почвообразования.

Толщина лессовых пород весьма разнообразная и в пределах материнских пород, можно притти к следующим выводам:

1. Все почвообразующие материнские породы, являющиеся одним из существенных факторов, обуславливающих разнообразие почвенного покрова на земле, произошли в результате длительной и сложной эволюции земной коры.

2. В качестве материнских почвообразующих пород всюду на земном шаре выступают рыхлые, осадочные породы, похоронившие под собою слои различных пород более древнего образования.

Такого рода твердые кристаллические или изверженные породы, выходящие на дневную поверхность лишь в горных местностях,

являются в качестве почвообразующих пород весьма редко и практического значения в этом отношении почти не имеют.

3. Материнскими почвообразующими породами на территории СССР являются различного рода осадочные породы, главным образом, позднейшего, так называемого четвертичного периода. Наиболее распространенными из них являются ледниковые отложения, занимающие преобладающую часть территории нашей страны.

Ледниковые наносы представлены следующими породами: бескарбонатными валунными и безвалунными суглинками, глинами супесями и песками. Преобладающими из них всюду являются красно-бурые бескарбонатные валунные суглинки. Среди бескарбонатных моренных или ледниковых наносов нередко встречаются также карбонатные, т. е. богатые солями $CaCO_3$ и $MgCO_3$ породы преимущественно в районах, где непосредственно под моренными залегают известняковые слои.

4. В результате воздействия на отмеченные породы (а также и на всякого рода другие породы, выступающие на дневную поверхность) речных потоков, атмосферных осадков и ветров в определенных природных условиях образовались новые вариации материнских пород:

а) *Аллювиальные* или речные наносы, отложившиеся из проточных вод по берегам рек и речек,

б) *делювиальные*, или намытые отложения, снесенные потоками вод со склонов холмов и повышенных мест в пониженные участки рельефа,

в) *элювиальные* — это породы тех склонов холмов и повышенных мест, из которых вымылись атмосферными осадками мелкие частицы и снесены вниз,

г) *золотые* (или аэральные или воздушные) отложения, возникшие в результате деятельности ветров.

5. Значительное место среди ледниковых отложений на территории СССР занимают так называемые лессы и лессовидные суглинки, отличающиеся целым рядом характерных свойств. Характерной особенностью лессов является их мелкоземистость, пористость и, самое существенное, значительное содержание в них карбонатов кальция.

Лессовые отложения наиболее широко распространены у нас в Украине и в Туркестане.

* * *

Познакомившись в основных чертах с историей образования характером и распространением в СССР преобладающих материнских пород, перейдем теперь к рассмотрению тех важнейших факторов, под воздействием которых означенные породы превратились в современные нам почвы нашей страны.

Глава II

ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС И ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Во всех горных породах, покрывающих поверхность земного шара, с первых же моментов их отложения возникали и непрерывно развивались процессы физико-химического выветривания.

Под воздействием колебаний температуры, а, главным образом, таких атмосферных факторов, как кислород и углекислый газ, проникавших вместе с осадками внутрь материнских горных пород, произошло дальнейшее их разрушение и изменение. В процессе этого выветривания имело место не только измельчение горных пород и их окисление, но и разложение сложных веществ на более простые их соединения. В результате физико-химического выветривания материнской горной породе образовывались, таким образом, новые различного рода вещества, в том числе и легко растворимые в воде, наличие которых в породе не могло не оказывать в той или иной степени влияния на дальнейший процесс выветривания. Здесь, следовательно, неизбежно возникали нового рода явления, а именно, явления взаимодействия между вновь образовавшимися веществами и первоначальной горной породой, т. е. возникали новые химические и физико-химические реакции так называемого сложного выветривания.

На определенной ступени физико-химического выветривания горные породы стали пригодными для поселения на них растительности.

Другими словами, в продуктах выветривания горной породы течением времени возникли элементы плодородия, т. е. те необходимые условия, которые обеспечивают возможность поселения и развития растительных организмов.

Самый же факт поселения растительности на продуктах выветривания свидетельствует о том, что материнская горная порода в результате длительной своей эволюции стала почвой, новым природным образованием, обладающим целым рядом присущих ему определенных качеств и свойств, самым существенным из которых является плодородие.

Переломным моментом, таким образом, в превращении горной породы в почву является момент поселения растительности, с которой неразрывно связаны биологические процессы, играющие важнейшую роль в дальнейшем формировании и развитии почвы.

Сложные и многообразные химические, физико-химические и биологические явления, тесно между собой переплетаясь, дополняют и взаимно друг друга обуславливая, и составляют понятие почвообразовательного процесса.

Но развитие почвообразовательного процесса, в зависимости от тех или иных условий, может быть самой различной интенсивности и выраженности и протекать в почве в самых разнообразных направлениях.

В одном случае они могут протекать очень быстро, в другом — слишком медленно; в одних почвах процессы почвообразования могут приводить к прогрессивному накоплению питательных веществ растений, в других — наоборот, к их уменьшению; в одном месте они создают хорошую плодородную почву, в другом — бедный подзол, солончак или болото.

От чего же зависит в том или ином случае характер и направление почвообразовательного процесса?

Характер и направление процессов почвообразования в каждом конкретном случае зависят от тех природных и социально-экономических условий, под воздействием которых формируется или развивается та или иная почва. „*Всякий почвообразовательный процесс, говорит проф. П. Коссович, — является результатом совокупного действия весьма разнообразных факторов почвообразования, и того или иного их сочетания зависят его особенности и то направление, в котором этот процесс будет развиваться.*“

Важнейшими из этих условий или, иначе называемых, факторов почвообразования являются следующие: *климат, растительность и животный мир, рельеф местности, материнские породы, возраст почвы и производственная деятельность человека.* На выяснении роли и значения отдельных факторов в почвообразовании мы здесь и остановимся.

Климат

Большое влияние на развитие почвообразовательных процессов имеет прежде всего климат. Основными метеорологическими элементами, определяющими характер и особенности климатических условий, являются температура и осадки. Количественное выражение и комбинация элементов климата в различных частях нашего Союза неодинаковы.

Так, например, в самых северных частях нашего Союза, в называемой тундровой зоне, климатические условия таковы, что здесь почва на протяжении большей части года бывает промерзшей, оттаивание почвы происходит лишь на небольшую глубину и то самое непродолжительное время. Низкая средняя температура (ниже 0°) и небольшое количество осадков (200 мм и менее) не превышающее количества осадков наших пустынных степей являются характерными для тундровой полосы. Малое количество тепла исключает возможность быстрого испарения влаги с пове-

ности почвы; в то же время наличие на небольшой глубине постоянного мерзлого слоя препятствует влаге просачиваться вглубь. В результате, несмотря на незначительное количество выпадающих здесь осадков, почвы тундры, систематически обогащаясь влагой, постоянно заболачиваются. Совершенно очевидно, что в этих почвах, скованных постоянным холодом и насыщенных влагой, мешающей свободному доступу воздуха, как биологические, так и физико-химические процессы заторможены, или вернее, сведены к минимуму. Этим объясняется и тот факт, что органические остатки развивающейся здесь скудной растительности (мхов, лишайников) разлагаются весьма плохо, превращаясь лишь в торфяную массу обширных болот.

Возьмем другой пункт, например, Ленинградскую область. Каково влияние климата на почвообразовательные процессы в этих условиях?

Климатические особенности Лен. области, характерные в основных своих чертах для всей так называемой подзолистой зоны, определяются обилием осадков, выпадающих более или менее равномерно на протяжении всего года, относительно продолжительным летом и умеренной температурой. Наличие тепла и влаги на протяжении всего лета благоприятствует, таким образом, интенсивному развитию биологических и биохимических процессов, приводящих в конечном результате к полной минерализации всех органических веществ в почве. Обилие осадков способствует промыванию почвы и выносу в нижние ее горизонты всех легкорастворимых солей, а в том числе и минеральных веществ, образующихся в результате разложения органических остатков. Здесь, следовательно, обогащение почвы органическим веществом сопровождается постоянной его потерей. Вот почему существенной особенностью почв подзолистой зоны является бедность их перегноем и легко растворимыми солями.

Но вместе с тем следует заметить, что климатические особенности подзолистой зоны (обилие осадков, насыщенность воздуха парами, недостаточная испаряемость) при соответствующих условиях рельефа весьма часто приводят к возникновению и развитию болот, етоль распространенных в северной половине нашей страны.

Рассмотрим еще один конкретный случай влияния климата на почвообразовательный процесс.

Возьмем нашу южную степную зону. Каковы здесь особенности климата?

Полоса южных степей в климатическом отношении характеризуется продолжительным сухим летом; высокой температурой (средняя годовая +5,29°) и сравнительно незначительным количеством осадков (400 мм), выпадение которых носит характер ливней и приурочено, главным образом, к летним наиболее жарким месяцам. Вследствие этого обстоятельства, здесь лишь незначительная часть атмосферных осадков попадает в почву, остальное же количество либо испаряется, либо стекает в овраги и бесследно теряется для

почвы. Выпадающих здесь весенних осадков бывает вполне достаточно для развития богатой травяной растительности, которая затем в засушливый летний период отмирает и обогащает почву органическим веществом. Для полной же минерализации органического вещества в почве в степных условиях обычно не хватает влаги и в результате, следовательно, почва из года в год систематически обогащается перегноем.

С другой стороны, незначительное количество выпадающих осадков способно увлажнять лишь верхние слои почвы, мало затрагивая нижние ее горизонты, соответственно с чем и передвижение легко растворимых солей в почвах степной полосы ограничивается небольшой глубиной.

Таким образом, своеобразие климатических условий в наших черноземных районах способствует формированию почв, характерной особенностью которых является большое содержание перегноя, а также наличие в их нижних горизонтах легко растворимых солей.

Приведенными примерами не исчерпывается все многообразие влияния климата на почвообразовательные процессы, протекающие в почвах в тех или иных конкретных природных условиях, но и все же вполне достаточно для того, чтобы убедиться в том, какую огромную роль играет климат в процессах почвообразования.

Растительность

С растительностью связано, прежде всего, обогащение почвы органическим веществом. В этом заключается важнейшее и непосредственное участие растений в формировании и развитии почв.

Но различные растительные формации в этом отношении по-разному влияют на почвообразовательный процесс.

Воспользуемся для уяснения этого вопроса сравнением двух растительных ассоциаций — лесной и степной. Степная растительность состоит исключительно из трав; лесная — из деревьев; травяная растительность здесь развивается весьма слабо и имеет второстепенное значение. Степная растительность в большинстве случаев однолетняя и при отмирании целиком поступает в почву, ежегодно обогащая последнюю огромным количеством органической массы. Лесная растительность — обычно многолетняя; здесь почва ежегодно обогащается лишь некоторой частью надземных органов растений: листьями, хвоей, побегами.

Отсюда становится совершенно очевидным, что почвы степей под травянистой растительностью получают больше органических веществ, чем почвы лесных массивов.

Кроме того, существенная разница обнаруживается еще и в следующем. Травяная растительность ежегодно оставляет во всей почвенной толще большое количество органических остатков за счет отмирания корневой системы; в лесу же древесная растительность оставляет органическое вещество, главным образом, лишь на поверхности почвы.

Но помимо прямого и непосредственного влияния, растения оказывают еще и косвенное влияние на процессы почвообразования. В данном случае роль растительного покрова сказывается на изменении климатических условий на самых незначительных пространствах. Возьмем снова в качестве примера те же две растительные ассоциации — лес и открытую степь, и посмотрим, как одни и те же метеорологические элементы преломляются в различных растительных условиях.

Прежде всего, не подлежит никакому сомнению, что температура, например, в жаркий день под покровом леса будет несколько ниже, чем в открытой степи; в лесу воздух больше насыщен влагой, чем в степи, а отсюда становится очевидной и судьба выпадающих осадков на территории леса и в открытом месте. В степи под действием солнечных лучей влага быстро будет испаряться с поверхности почвы; в лесу же, где почва защищена от лучей солнца кронами деревьев, и где вдобавок воздух более насыщен парами, испарение будет происходить более медленно. Отсюда, следовательно, и сама почва под лесом после выпадающих осадков будет оставаться влажной несколько более длительно, чем почва открытой местности. Лес отчасти способствует также несколько большему накоплению снега в зимний период, чем степь: в открытом месте снег частично сносится ветрами в овраги и балки, в лесу — снег ложится равномерно и целиком сохраняется на месте.

Весьма существенное различие оказывается и при весеннем таянии снега: в лесу снег тает постепенно и образовавшееся при этом талые воды полностью впитываются почвой; в степи же таяние снега обычно происходит быстро и вследствие этого значительная часть снеговой воды не успевает впитываться почвой и стекает по поверхности в балки и овраги, бесследно теряясь для почвы. Таким образом, и весенний запас влаги в лесных почвах будет значительно больше, чем в почвах степи.

Нельзя не отметить также и особенностей в расходовании почвенной влаги лесной и степной растительностью. Это различие здесь заключается в следующем: древесная растительность, обладающая длинными, глубоко-идущими корнями, всасывает влагу преимущественно из нижних горизонтов почвы, в малой степени затрагивая влагу верхних ее слоев; травяная же растительность, наоборот, расходует влагу исключительно из поверхностных частей почвы.

Отсюда становится совершенно очевидным, что лесные почвы обычно всегда содержат в себе несколько больше влаги, чем почвы степи. А различие в увлажнении, как увидим ниже, создает различие и в почвообразовательных процессах.

Почвообразующие породы

Все существующие почвы на земле, как уже отмечалось выше, произошли из горных пород и поэтому, совершенно очевидно, что в процессах почвообразования последние принимают самое прямое и непосредственное участие.

Здесь имеет большое значение прежде всего химический состав горной породы. Дело в том, что минеральная часть любой почвы содержит в себе в основном все те элементы, которые входили в состав материнской породы. Следовательно, чем богаче по своему химическому составу почвообразующая порода, тем лучшей по своим качествам будет и сформировавшаяся на ней почва, и наоборот, чем беднее по своему составу материнская порода, тем ниже при прочих равных условиях будет и качество самой почвы.

Большое значение в почвообразовании имеют также и физические свойства материнской породы. Плотность породы, пористость, способность пропускать сквозь себя воду и воздух, теплопроводность, — все эти свойства самым непосредственным образом оказывают влияние не только на интенсивность, но и на характер протекающих почвообразовательных процессов. Так, например, в такой тяжелой и связанной породе, как глина, обладающей весьма плохой воздухопроницаемостью, процессы химического и биологического порядка идут чрезвычайно медленно; химическое выветривание здесь протекает слабо; медленно идет разложение органических веществ, причем и продукты разложения здесь будут качественно иные, чем в условиях свободного доступа воздуха. Кроме того, большая водоудерживающая способность почв, развитых на связанных глинистых породах, приводит к их переувлажнению, а затем и заболачиванию, что часто имеет место в районах обильного выпадения осадков.

Наоборот, в породах рыхлых, пористых, хорошо водо- и воздухопроницаемых, почвообразовательные процессы протекают интенсивно: благодаря свободному доступу воздуха быстрыми темпами совершается минерализация органических веществ, непрерывно идет химическое выветривание; достаточная водопроницающая способность исключает здесь возможность заболачивания. Таким образом, в зависимости от физических свойств материнской горной породы, почвообразовательные процессы могут протекать самым различным образом и в самых различных направлениях.

Следовательно, почвообразующие горные породы являются весьма существенным фактором, от которого в значительной степени зависит то или иное качество и сформировавшихся на этих породах почв. Вот почему при агрономической оценке почв того или иного земельного участка необходимо учитывать и характер той материнской горной породы, на которой эти почвы образовались.

На огромном пространстве Советского Союза встречается, как это отмечалось уже в первой главе, большое разнообразие почвообразующих пород, каждая из которых обладает суммой определенных, только ей присущих, признаков и свойств, отличающих ее от другой породы. Совершенно очевидно, что и качество этих пород будет весьма различно: одни из них будут лучше, другие хуже; одни будут весьма богатыми, другие, наоборот, крайне бедными всевозможными элементами, необходимыми для питания растений и т. д.

Не вдаваясь сейчас в подробное рассмотрение каждой из этих

почвообразующих пород в отдельности (об этом будет речь впереди при описании почвенных типов), отметим лишь здесь, что наиболее ценными во всех отношениях породами, залегающими на территории Советского Союза, являются богатые карбонатами лёссы и лессовидные суглинки; на них-то, главным образом, и сформировались плодородные черноземные почвы.

Несколько менее ценными будут бескарбонатные суглинки, занимающие значительное место среди других отложений в пределах нашей страны. Весьма богатыми породами являются также аллювиальные суглинки, залегающие по берегам рек и речек; почвы, сформированные на такого рода аллювиальных наносах, отличаются высоким плодородием; об этом красноречиво говорят прекрасные урожаи трав, которые получают ежегодно на заливных лугах по берегам рек.

Примером плохих в агрономическом смысле материнских горных пород могут служить песчаные отложения, занимающие значительные площади в отдельных частях Советского Союза: почвы, образовавшиеся на песчаных наносах отличаются обычно низким плодородием.

Нельзя не отметить еще группу соленосных пород, изобилующих легкорастворимыми солями; эти породы являются продуктами отложения давно уже высохших морских бассейнов или озер, и в этом кроется одна из причин их солености. Соленосные породы наиболее часто и при том большими массивами встречаются в Средней Азии, бывшей некогда морским дном. Совершенно естественно, что и почвы, образовавшиеся на этих породах, будут также отличаться большим содержанием легко растворимых солей. И действительно, нигде в другой части нашей страны не встречается столько солончаков и солонцов, как в Средней Азии.

На этом примере наиболее наглядно, таким образом, можно убедиться в том, в какой степени сказывается на формировании почв характер и особенности материнских почвообразующих пород.

Рельеф местности

Рельеф, т. е. вид и характер поверхности того или иного участка земли, косвенным образом участвует в формировании почвенного покрова, и роль его сводится в основном к изменению воздействия на почву климатических условий. На равнинных участках распределение атмосферных осадков, тепла и света всюду будет одинаковым; наоборот, большая пестрота в этом отношении наблюдается в гористой или холмистой местности.

Пониженные участки, котловины и западины всегда будут в большей мере увлажняться, чем, например, склоны и повышения; южные склоны получают больше тепла и света, чем северные. Таким образом, особенности рельефа местности в одном случае усиливают воздействие климата на почву, в другом наоборот, несколько уменьшают.

Такого рода преломление климатических элементов в конкретных условиях рельефа той или иной местности создает так называемые микроклиматы, т. е. климаты на самых незначительных участках: в ложбинах, по склонам, вершинам, холмам и т. д.

Совершенно очевидно, что различие в климате неизбежно будет сказываться на характере формирования почв: в одном месте растительность будет развиваться сильнее, в другом — слабее; на одном участке почвы будут обогащаться органическим веществом больше, на другом — меньше. Почвообразовательные процессы химического и биологического порядка в различных случаях будут идти также неравномерно. Немалое значение в формировании почвенного покрова имеет также систематический смыв атмосферными осадками и талыми водами мелкоземистых частиц из верхних частей рельефа в пониженные.

Вот почему в районах с холмистым рельефом и наблюдается такая пестрота в почвенном покрове: здесь на самых незначительных пространствах можно обнаружить самые разнообразные почвы. И, наоборот, в областях с однообразным, равнинным рельефом, как, например, в наших южных степях, одни и те же почвы очень часто залегают на огромных протяжениях.

Большое значение приобретает рельеф местности в условиях обильного выпадения осадков; равнины, западины и, вообще, участки, лишенные естественного стока излишней влаги, неизбежно здесь подвергаются заболачиванию. И одной из важнейших причин, обусловивших возникновение огромных заболоченных площадей в северной половине нашего Союза, несомненно является и рельеф местности.

В этом отношении в наших северных областях лучшими по рельефу местности следует считать не совершенно равнинные участки, а участки, имеющие незначительный наклон в ту или иную сторону, или равнины с слабо-волнистым рельефом, исключающим возможность заболачивания почв.

Таково в общих чертах значение рельефа, как одного из существенных условий формирования почв.

Возраст почв

Природный процесс почвообразования совершается во времени. Поэтому решающее значение в жизни и эволюции почв имеет возраст почв.

Под возрастом почвы разумеется промежуток времени, прошедший с момента возникновения той или иной почвы до настоящей стадии ее развития.

Возраст почвы неразрывно связан с возрастом страны: чем раньше та или иная страна или местность освободилась из-под водного или ледникового покрова и чем раньше, следовательно, материнские породы данной местности, вступив в непосредственный контакт с элементами окружающей природы, стали претерпевать

процессы почвообразования, тем больший возраст будут иметь и сами почвы. И наоборот, более молодыми по возрасту будут те почвы, которые сформировались на материнских породах, где почвообразовательные процессы в силу тех или иных геологических причин начались относительно позже. Примером сравнительно старых почв на обширной территории Советского Союза могут служить наши черноземные почвы южных степей: здесь почвы уже развивались задолго до того, когда вся северная половина нашей страны была еще покрыта мощными льдами в ледниковый период. Совершенно очевидно, что почвообразовательный процесс на пространных, скованных льдами, начался лишь с момента ухода ледника, а отсюда естественно заключить, что возраст наших северных почв будет значительно меньшим по сравнению с южными почвами. Еще более молодыми по возрасту будут почвы наших северных окраин, наиболее поздно освободившихся как от ледникового покрова, так и от морских вод, затопивших эти участки во время так называемой бореальной трансгрессии. И, наконец, совсем молодыми будут почвы, формирующиеся на современных аллювиальных отложениях по долинам рек, на отмелях и других породах, образующихся в результате смыва и наноса.

Всякая почва, раз зародившись на той или иной горной породе, не застывает на одной неподвижной стадии, а непрерывно развивается во времени, претерпевая при этом самые разнообразные изменения, как под влиянием возникших в ней самой почвообразовательных процессов и внутренних свойств, так и под влиянием окружающей природной обстановки. Почва есть природное тело, которое находится в постоянном развитии. И тот вид, которым обладают в данный момент все существующие на земле почвы, представляет из себя не что иное, как лишь одну из стадий в длительной и непрерывной цепи их развития или, говоря словами проф. П. С. Коссовича, „наблюдаемый нами современный почвенный покров земного шара должен быть рассматриваем лишь, как одна из стадий в его развитии, что отдельные почвенные образования, с которыми мы имеем дело в настоящее время, в своем прошлом могли представлять другие формы почвообразования и в своем будущем могут подвергнуться существенным превращениям (даже без изменения внешних условий)“. Всякая почва, таким образом, имеет свою историю. И чем продолжительней эта история, чем длительней развивалась та или иная почва, тем большие изменения она претерпевала, тем более резкие черты наложили на нее протекавшие в ней почвообразовательные процессы.

Возраст почвы, следовательно, является одним из существенных факторов, накладывающих свой отпечаток на формировании почв в той или иной стадии их развития.

Роль человека

Огромное значение, как особый фактор почвообразования, имеет производственная деятельность человека. Пути и способы воздей-

ствия человека на почву весьма многообразны. Механическая обработка, удобрения, осушка, орошение и др. — все это такие мероприятия, которые решительным образом могут изменить как направление почвообразовательных процессов, так, следовательно, и свойства и качества самих почв. Следует, однако, заметить, что на разных этапах развития общества роль и значение в этом отношении человека были различны.

При примитивном земледелии влияние человека на почвенный покров сказывалось в результате, главным образом, раскорчевки и выжигания лесов и распашки целинных земель.

Стихийное уничтожение лесов, особенно при пожарах, охватывавших огромные пространства, не могло не отразиться в той или иной степени на почвообразовательных процессах: в северных областях, где древесная растительность является одним из сильнейших испарителей почвенной влаги, удаление лесов часто приводило к процессам заболачивания почв, а в дальнейшем и к превращению их в болота. В южных районах вырубки на больших участках лесов усиливали деятельность ветров, в частности суховеев, в значительной степени ухудшавших водный режим почв; удаление лесов приводило вместе с тем и к усилению развивающейся деятельности стоков атмосферных осадков, к образованию и росту оврагов и смыву в реки и моря поверхностной, наиболее плодородной части почвы.

Не менее отрицательный характер носила при примитивном земледелии распашка целинных земель, степных пространств. Низкая агротехника, присущая означенному периоду земледелия, плохая обработка, отсутствие удобрений, — обуславливали систематическое истощение почв, понижение их плодородия.

Внедрение же капитализма в сельское хозяйство не только не уменьшило, но, наоборот, усилило отрицательное влияние человека на почвенный покров. Стремление капиталистов получить наибольшую наживу в кратчайший срок за счет эксплуатации рабочих, наличие аренды и конкуренции, стремление выжать из почвы все, что она имеет, ничего в нее не вкладывая или же вкладывая слишком мало, — исключали в условиях капитализма всякую возможность рационального ведения земледелия, а, следовательно, и применение научных достижений, которые в большом количестве выдвигала далеко шагнувшая вперед агрономия. „Рациональное земледелие несовместимо с капиталистической системой (хотя последняя и благоприятствует его техническому развитию)“ (К. Маркс).¹

При капитализме земля хищнически использовалась и используется, при капитализме подрывается производительная способность почв. „Всякий прогресс в капиталистическом земледелии есть прогресс не только в искусстве подвергать рабочего ограблению, но вместе с тем и в искусстве ограбления почвы. всякий прогресс

¹ К. Маркс. Капитал, т. III, изд. 8, 1936 г., стр. 110.

в временном повышении ее плодородия есть в то же время прогресс в разрушении постоянных источников этого плодородия“ (К. Маркс).¹

Неограниченные возможности в деле улучшения качества почв, повышения их производительности открываются в условиях социалистического земледелия. Неопровержимым подтверждением тому служит наш Советский Союз. Обводнение обширнейших пустынных пространств Средней Азии, орошение приволжских и приднепровских степей, облесение засушливых южных и юго-восточных степных районов, осушка болот и превращение их в культурные пашни и сенокосные угодья в северных районах, создание земледелия в тундровой зоне, повсеместное введение травопольных севооборотов, как основы рационального использования земли — все это служит блестящим доказательством тому, что только в условиях социалистического, планового хозяйства возможна полная победа человека над природой, овладение стихийными процессами почвообразования и систематическое планомерное улучшение качества почв и повышение их производительности.

Производственная деятельность человека, таким образом, является могущим фактором почвообразования, значение и роль которого всецело обуславливается характером социально-экономического строя страны, а, следовательно, и уровнем развития производительных сил общества.

СОВРЕМЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ „ПОЧВА“

Почвообразовательные процессы, протекающие в тех или иных природных условиях, захватывают собою лишь самый поверхностный слой земной коры, в который могут проникать воздух, тепло, атмосферная влага, корни растений, роющие и копающие животные и микроорганизмы.

Отсюда можно дать следующее определение почвы: *почвою называется тот рыхлый поверхностный слой земной коры, который видоизменен и продолжает непрерывно изменяться под воздействием различного рода физических, химических и биологических процессов и который в отличие от горной породы и всех других природных образований на земной поверхности обладает существенным качеством — плодородием.*

Другими словами, почва представляет собою результат тех многообразных бесперывных изменений, какие испытывает та или иная горная порода под влиянием развивающихся в ней почвообразовательных процессов.

А так как характер и направление почвообразовательных процессов целиком зависят от почвенного возраста страны и определенных в каждом конкретном случае природных и социально-экономических условий, а последние, как уже было установлено выше, могут сочетаться между собой в самых различных комбинациях

¹ К. Маркс. Капитал, т. I, изд. 8, 1935 г., стр. 392.

то формирование почв на земной поверхности неизбежно приводит к тому многообразию типов почв и их разностей, которые мы в действительности и наблюдаем.

Так, на протяжении Советского Союза залегают почвы следующих типов: **подзолистые, болотные, черноземные, пустынные степные** (каштановые, бурые, сероземы), **солонцовые и латеритные**.

Каждый из означенных типов почв занимает в отдельных частях нашей страны доминирующее положение среди других почв, образуя так называемые почвенные зоны или области.

Так, почвы подзолистого типа распространены, главным образом, в таежной или лесной полосе, имея значительный удельный вес также в тундре. Болотные почвы наиболее широко развиты в области тундры и затем в лесной зоне.

Черноземные почвы являются господствующим типом почв степной полосы.

К югу и юго-востоку черноземы постепенно сменяются каштановыми, бурными почвами и сероземами, являющимися преобладающими почвами пустынной степи. Здесь же имеют широкое развитие и почвы солонцового типа.

Почвы латеритного типа, обычно развивающиеся в условиях тропического и субтропического климата, в пределах СССР встречаются на незначительной площади лишь в Западной Грузии.

Каждая из этих почв обладает известной суммой свойств, определяющих в конечном счете агропроизводительную ее ценность.

Изучение условий образования этих почв, закономерности их развития в пространстве и во времени, их особенностей и свойств, определение агрономического качества почв в целях установления наиболее рационального пути их использования в сельскохозяйственном производстве и составляет в сущности содержание курса агропочвоведения.

Но прежде, чем непосредственно перейти к изучению и агрономической оценке отдельных почвенных образований, имеющих на территории Советского Союза, необходимо предварительно остановиться на ознакомлении с основными свойствами и процессами, присущими почвам, как природному телу и которые в той или иной степени раскрывают и производственное качество почв.

Рассматривая в дальнейшем основные свойства и процессы почв, мы одновременно будем касаться и тех главнейших мероприятий и путей, коими можно изменить эти свойства в направлении улучшения качества почв, в направлении повышения их производительности.

Глава III

ГЛАВНЕЙШИЕ СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ПОЧВЫ, ИХ ПРОИСХОЖДЕНИЕ И СВОЙСТВА

Минеральная и органическая части почвы

Всякая почва состоит в основном из двойного рода соединений: 1) из минеральных, представляющих собою продукты выветривания почвообразующих пород, и 2) органических, являющихся продуктами разложения тех растительных и животных остатков, которые накопились в поверхностных горизонтах почвенной толщи. Кроме того, почва содержит в себе еще некоторые количества газов и влаги, играющих большую роль в процессах почвообразования и питания растений.

Соотношение минеральной и органической частей в разных почвах различно; так, например, в черноземных почвах органических веществ содержится 10—15%, достигая иногда 18%, а в редких случаях и 20%. В наших северных, подзолистых почвах процент органических веществ значительно ниже и измеряется обычно 2%—5%, редко превышая 6%—8% от общего веса почвы. Таким образом, основную массу почвы составляет минеральная ее часть, на долю которой приходится наичаще 90, 95, 98 и даже больше процентов.

Минеральная часть почвы. Минералогический и химический ее состав

Какие же вещества входят в состав минеральной части почвы? Химический состав минеральной части почвы в большинстве случаев весьма сложный: он включает в себя все те элементы, которые входят в состав вообще всей толщи земной коры. Последняя же характеризуется следующим химическим составом по Кларку (стр. 34).

По этой причине и состав почвы весьма сложный и в большинстве случаев почвы содержат в себе все те химические элементы, которые вообще существуют в природе, с той лишь особенностью, что одни из этих элементов имеются в почве в большем, а другие в меньшем количестве.

Преобладающими из означенных элементов чаще всего являются: $O, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, P, Cl, Mn, S$.

Процентное содержание главных химических элементов, входящих в состав земной коры

Элементы	Литосфера (до 16 км)	Элементы	Литосфера (до 16 км)
Кислород . . .	46,46%	Хлор	0,05%
Силиций . . .	27,61	Бром	0,000
Алюминий . . .	8,07	Фтор	0,03
Железо	5,06	Фосфор	0,12
Магний	2,07	Сера	0,06
Кальций	3,64	Марганец	0,09
Натрий	2,75	Барий	0,04
Калий	2,58	Стронций	0,02
Водород	0,14	Все проч. элементы	0,50
Титан	0,62		100,0
Углерод	0,09		

Что же касается других элементов, то они содержатся в значительно меньших количествах и в почвообразовательных процессах и питании растений имеют второстепенное значение.

Все эти элементы *Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, P, S, Mn* и др. входят в состав почвы в форме различного рода окислов и солей, которые обладают разной степенью растворимости в воде. В этом отношении всю минеральную часть почвы можно разбить на следующие три группы соединений: 1) вещества, легко растворимые в воде; 2) нерастворимые в воде, но растворимые в слабых кислотах; и, наконец, 3) соединения, нерастворимые ни в воде, ни в слабых кислотах, но растворимые в сильных кислотах.

1. В группу соединений, легко растворимых в воде, на и чаще входят следующие:

хлориды — соли хлористо-водородной кислоты ($NaCl$; KCl ; $CaCl_2$; $MgCl_2$),
 большинство сульфатов — солей серной кислоты (Na_2SO_4 ; K_2SO_4),
 нитраты — соли азотной кислоты ($NaNO_3$; KNO_3 ; $Ca(NO_3)_2$),
 некоторые карбонаты — соли угольной кислоты (Na_2CO_3 ; K_2CO_3)
 и некоторые фосфаты — соли фосфорной кислоты ($CaH_2(PO_4)_2$)

Соединения 1-й и 2-й групп чаще всего содержатся в почве в незначительных количествах и измеряются величинами, не превышающими обычно одного процента от общего веса почвы. Это те именно вещества, которые представляют из себя непосредственный материал для питания растений, если эти соединения, однако, находятся в определенной концентрации, не превышающей того предела, за которыми они становятся уже вредными для растений, как, например, в солончаках. Отсюда становится понятным значение и роль тех почвенных соединений, которые отличаются подвижностью, т. е. способностью растворяться в воде и в слабых кислотах.

Основную же массу минеральной части почвы составляют соединения третьей группы, т. е. вещества, нерастворимые ни в воде, ни в слабых кислотах, но растворимые лишь в сильных кислотах. Эти вещества представляют из себя так называемый почвенный балласт, который недоступен непосредственно для питания растений, но из которого в процессе выветривания могут постепенно образовываться легко подвижные соединения. Другими словами, соединения третьей группы составляют почвенный резерв или богатство почвы, которое служит исходным материалом для накопления в почве подвижных, доступных для растений различного рода минеральных соединений.

Органическая часть почвы. Ее происхождение и состав

Существенной и неотъемлемой составной частью почвы являются органические вещества, которые, несмотря на незначительное их содержание по сравнению с минеральной частью, играют большую роль в плодородии почв.

Источником накопления в почве органических соединений являются прежде всего растения, а затем также различного рода роющие и копающие животные, и, наконец, микроорганизмы, в огромных количествах населяющие почву.

Отмирая, растительные (и животные) организмы неизбежно

К гумусу или перегною всегда обычно примешиваются и тела живых и мертвых микроорганизмов, являющихся основными разрушителями органических соединений в природе.

Таким образом, под понятием органического вещества почвы разумеется весьма сложный комплекс соединений, включающий в себя: 1) растительные и животные остатки в самых различных стадиях их разложения; 2) гумус или перегной и 3) тела живых и мертвых почвенных микроорганизмов.

Следует при этом заметить, что на долю гумуса в большинстве случаев приходится наибольшее количество от всех содержащихся в почве органических соединений. Так, например (по данным Шпрингера), содержание гумуса в ‰ от общего количества органического вещества в различных почвах выражается следующими величинами:

в подзолистых почвах	46—52‰
„ лугово-болотных	81—82‰
„ черноземных	71—91‰

Вот почему в вопросе об органическом веществе в почвах основное значение имеет гумус или перегной.

Процесс образования и накопления в почве органических веществ всегда неизбежно сопровождается процессом их разрушения.

Процессы разложения органических веществ в почве идут под воздействием жизнедеятельности разнообразных почвенных микроорганизмов: бактерий и грибов. Одни из этих микроорганизмов могут жить и развиваться свободно только в условиях полного доступа воздуха, т. е. в условиях аэробных; другие же — в условиях, лишенных доступа воздуха или с ограниченным его притоком, т. е. в условиях анаэробных. Первые из них для своего дыхания потребляют свободный кислород воздуха, вторые же используют кислород, входящий в состав различных окисленных соединений, производя при этом раскислительную работу или процесс восстановления.

Во всякой почве одновременно протекают двоякого рода процессы разложения органических веществ: аэробные и анаэробные, причем, в одном случае преобладают аэробные процессы, в другом — анаэробные.

В почвах рыхлых, хорошо проветриваемых, всегда будут преобладать аэробные процессы. Наоборот, в почвах уплотненных, тяжелых, заболоченных неизбежно доминировать будут анаэробные процессы. Во всякой почве, в верхних ее частях, куда свободно проникает воздух, имеют место, главным образом, аэробные процессы, в нижних же ее слоях, с затрудненным газообменом — анаэробные. Больше того, в каждом отдельно, более или менее уплотненном комочке почвы могут одновременно протекать оба эти процесса: внутри комочка — анаэробные, в поверхностных частях — аэробные.

Разложение органических веществ в зависимости от окружающих условий протекает неодинаково: в аэробных условиях он идет быстро, в анаэробных — медленно. Этим объясняется тот общеизвестный факт, что в почвах, например, легких, песчаных, хорошо воздухопроницаемых, внесенный весной навоз успевает за лето полностью минерализоваться и к осени уже обычно трудно бывает обнаружить хотя бы остатки неразложившегося навоза; наоборот, в почвах тяжелых, глинистых, характеризующихся плохим газообменом, в которых, следовательно, преобладают процессы анаэробные, процессы минерализации органических веществ проходят весьма медленно и внесенный в почву навоз можно обнаружить не только через несколько месяцев, но и на второе лето после внесения его в почву.

Наглядным примером развития анаэробных процессов могут служить также обширные болота в северных частях нашего Союза.

Скопляющаяся в изобилии влага на поверхности почвы исключает свободный приток воздуха к остаткам развивающейся здесь моховой и травяной растительности, вследствие чего органические вещества не могут полностью минерализоваться, и, отлагаясь из года в год, образуют торфяную массу.

Насколько медленно протекают процессы разложения органических веществ в анаэробных условиях красноречиво говорит тот факт, что в торфяниках, например, могут сохраняться почти неизменившимися стволы деревьев, пни и трупы животных на протяжении многих столетий, хотя, впрочем, здесь имеет некоторое значение также и консервирующая роль кислой реакции среды, свойственной большинству болот.

Кроме того, анаэробные процессы сопровождаются, особенно в заболоченных почвах, образованием различного рода неокисленных соединений, таких, как, например, FeO ; CH_4 ; PH_3 ; H_2S ; H_2 и др., большинство из которых являются ядовитыми для корней культурных растений.

Отсюда становится совершенно очевидным, что создание аэробных условий путем ли тщательной и своевременной механической обработки почвы или путем осушки в случае заболоченности почв — составляет существенный момент в агротехнических мероприятиях, направленных к повышению плодородия почв.

Органические вещества, претерпевая при своем разложении целый ряд весьма сложных и разнообразных превращений, в конце концов минерализуются и обогащают почву различными усвояемыми для растений соединениями. Органическая часть почвы является, таким образом, важнейшим источником образования в почве питательных веществ, составляющих необходимое и основное условие плодородия всякой почвы.

Но значение и роль органических соединений почвы этим не исчерпывается.

Органические вещества, помимо того, имеют еще большое значение, как косвенный фактор, улучшающий целый ряд физических

и химических свойств почвы, а вместе с тем, следовательно, способствующий повышению ее плодородия.

При разложении органических веществ всегда обычно образуются различные кислоты, усиливающие выветривание минеральной части почвы.

Наличие органических веществ улучшает тепловые свойства почвы, благоприятствующие развитию растений.

Таким образом, значение органических веществ в почвообразовании огромно и многообразно, и от количества перегноя в значительной степени зависит плодородие почвы.

Вот почему систематическое и в достаточных количествах обогащение почв органическими удобрениями является актуальнейшей задачей агротехники в деле создания высоких и устойчивых урожаев, в особенности в подзолистой зоне, где содержание перегноя в почвах обычно не превышает 2—3%.

МЕХАНИЧЕСКИЙ, СТРУКТУРНЫЙ СОСТАВ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ

Механический состав почв

Почвообразовательные процессы, присущие той или иной почве и обуславливающие в известной степени агропроизводительную ценность и качество последней, в значительной мере зависят от характера механического состава почвы.

Всякая почва, развивающаяся на определенной материнской горной породе, в своей минеральной части состоит из отдельных частиц, представляющих из себя зерна или обломки различных минералов и пород, величина диаметра которых может сильно колебаться, начиная от нескольких сантиметров, до микронов и микромикронных включительно.

В этом легко убедиться на следующем весьма простом опыте: если взмутить в воде в высоком стеклянном цилиндре щепотку какой-либо почвы, то очень скоро обнаружится, что крупные частицы почвы упадут на дно немедленно; частицы же более мелкие, а, следовательно, и более легкие будут находиться еще некоторое время во взмученном состоянии, причем одни из них для своего оседания потребуют несколько минут, другие — часов, третьи — дней и т. д.; иные же из этих частиц, измеряемые микронами и микромикронами, могут удерживаться во взвешенном состоянии месяцами, а в иных случаях, и совсем не оседать.

Отсюда ясно видно, что в состав минеральной части почвы входят отдельные частицы самой различной величины.

Относительное содержание в той или иной почве минеральных частиц различной крупности и называется механическим составом почвы.

Для определения механического состава почв применяется метод

механического анализа, основанный на принципе отмучивания в воде или просеивания почвы на ситах с отверстиями различных диаметров. При этом пользуются следующей классификацией механических элементов почвы (по В. Р. Вильямсу):

Камни	в диам. более 10 мм
Хрящ {	крупный 10—7 мм
	средний 7—5 "
	мелкий 5—3 "
Песок {	крупный 3—1 "
	средний 1—0,25 "
	мелкий 0,25 — 0,05 "
Пыль {	крупная 0,05 — 0,01 "
	средняя 0,01 — 0,005 "
	мелкая 0,005 — 0,001 "
Ил	менее 0,001 "

В практике же очень часто несколько упрощают эти подразделения, объединяя несколько фракций в одну группу; так, например, частицы менее 0,01 мм объединяются в группу под названием физической глины; частицы от 0,01 мм до 0,1 мм объединяют в фракцию под именем пыли, а частицы размером от 0,1 мм до 3 мм составляют фракцию песка.

Кроме того, частицы, имеющие величину 0,25 мм и меньше, обычно именуется почвенным мелкоземом; частицы же крупнее 0,25 мм объединяются общим наименованием почвенного скелета, т. е. той минеральной частью, которая является как бы остовом почвенной массы, и принимающей весьма малое непосредственное участие в почвообразовательных процессах.

Каждая из приведенных выше механических фракций характеризуется определенными физическими свойствами.

Так, например, хрящ от 2,0 мм и крупнее почти не обладает капиллярной способностью.

Песок из частиц от 2,0 до 0,2 мм обнаруживает лишь незначительную капиллярность.

Песчаная пыль от 0,2 мм до 0,02 мм обладает хорошей капиллярностью.

Пыль от 0,02 до 0,002 мм характеризуется высокой капиллярностью и частицы этой фракции уже обнаруживают способность к свертыванию под воздействием различных электролитов, т. е. растворов солей и кислот.

Глина от 0,002 мм и меньше, придавая почвообразующей породе связность и пластичность, обладает способностью свертываться под влиянием электролитов в еще большей степени.

Обладая различными физическими свойствами, отдельные механические фракции почв отличаются в то же время и различным химическим составом.

Проиллюстрируем это некоторыми аналитическими данными:

Химический состав механических элементов почвы
(анализы Мазуренко)

Размер частиц	CO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + + Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P ₂ O ₅	
Лесс	0,001 мм	10,11%	38,98%	24,85%	14,09%	5,10%	0,31%
	0,005—0,01 мм	5,29%	62,21%	17,34%	7,65%	2,03%	0,22%
	0,01—0,25 мм	3,12%	77,42%	10,68%	4,81%	1,01%	0,11%
Подзол	0,001 мм	0,03%	56,66%	32,19%	3,44%	2,31%	0,26%
	0,005—0,01 мм	0,00%	79,12%	12,29%	1,23%	—	—
	0,01—0,25 мм	—	89,36%	—	1,13%	—	—

Из приведенной таблицы видно, что химический состав в зависимости степени меняется в зависимости от величины минеральных частиц: чем крупнее они, тем больше содержится в них таких инертных веществ, как SiO₂, тем беднее они такими соединениями, которые содержат в себе железо, кальций, магний, фосфор и др. И, наоборот, по мере уменьшения размера механических элементов химический состав их заметно усложняется и содержание в них таких элементов как P, Ca, Mg, Fe и др. увеличивается.

Правда, приведенные данные не являются типичными для встречающихся в природе почвообразующих пород, но они характеризуют то общее положение, что именно мельчайшие глинистые частицы составляют наиболее ценную часть почвы, в которой главным образом, и сосредоточены необходимые для растений питательные элементы.

Таким образом, механический состав характеризует в известной степени не только физические свойства, но и химический состав почвы.

Подразделение почв по механическому составу производится на основании соотношения трех главных фракций: песчаной, пылеватой и глинистой (илистой). Но чаще пользуются так называемой двучленной формулой, соотношением лишь двух фракций физической глины, состоящей из частиц мельче 0,01 мм, и песка из частиц крупнее 0,01 мм.

При этом придерживаются следующих градаций:

	Содержание физической глины (частиц меньше 0,01 мм) в %
В песчаных почвах	до 10
„ супесчаных	от 10 до 20
„ легко-суглинистых	„ 20 „ 30
„ суглинистых	„ 30 „ 40
„ тяжело-суглинистых	„ 40 „ 50
„ глинистых	свыше 50

Всякая почва, обладающая тем или иным механическим составом, характеризуется и определенными физическими и химическими

свойствами, имеющими самую непосредственную связь с ее плодородием. При одном механическом составе почвы эти свойства будут более благоприятными, при другом — свойства будут иными, менее благоприятными, вследствие чего и сама почва будет менее ценной, менее производительной. Однако же, сказать, при каком механическом составе почва будет обладать наиболее благоприятными свойствами, или — какое соотношение отдельных механических фракций должно являться критерием высокого качества почвы, пока не представляется возможным: этот вопрос до настоящего момента еще мало разработан.

Поэтому ограничимся здесь лишь общими замечаниями, что лучшими в агрономическом смысле в отношении механического состава являются почвы легкосуглинистые и среднесуглинистые; они характеризуются таким сочетанием глинистых и песчаных фракций, при котором наилучшим образом создаются условия газообмена и водного режима почвы, обеспечивающие интенсивное развитие химических и биологических процессов. Обладая же достаточным количеством глинистых частиц, эти почвы являются вместе с тем сравнительно легкими при их обработке, что также весьма ценно в производственном отношении.

Далее следует отметить группу супесчаных и затем тяжело-суглинистых почв.

Худшими же в сельскохозяйственном отношении по механическому составу следует признать почвы песчаные и глинистые, обладающие целым рядом отрицательных физических свойств, речь о которых подробнее будет впереди.

Структурный состав почвы

Механические элементы под воздействием почвенных условий склеиваются между собою в различного рода комочки, образуя так называемые структурные агрегаты или отдельности.

Это свойство отдельных частиц образовывать той или иной величины и формы агрегаты и называется структурностью или структурой почвы.

В отношении величины структурных агрегатов различают *макроструктуру*, характеризующуюся крупными комочками и *микроструктуру*, состоящую из весьма малых отдельностей, агрегатное строение которых уже нельзя определить простым глазом.

При этом придерживаются следующего подразделения структурности по величине:

Глыбистая и комковатая отдельности, измеряемые сант.			
Ореховатая	„	„	10—7 мм
Крупнозернистая	„	„	7—5 „
Зернистая (крупчатая)	„	„	5—3 „
Мелкозернистая	„	„	3—1 „
Пороховидная	„	„	1—0,25 „
Порошковатая (мучнистая, пылеобразная)	„	„	менее 0,25 „

Механические элементы, в зависимости от особенностей и свойств той или иной почвы, способны образовывать структурные агрегаты различные не только по величине, но и по их форме. Каждая почва характеризуется определенным типом структуры. Среди большого разнообразия структурных форм, имеющих в природе наиболее часто встречаются следующие: зернистая, комковатая, ореховатая, листоватая, пластинчато-слоеватая, плитчатая, столбчатая и призматическая. Различается структура также и по прочности: у одних почв она является весьма прочной, у других — слабой, легко распадающейся на составляющие ее механические элементы при малейшем внешнем воздействии. Примером почв, обладающих прочной структурой, могут служить черноземы почвы; примером же почв со слабой структурой является большинство почв подзолистого типа. Наконец, следует отметить, что не все вообще почвы обладают структурой. Наряду со структурными, в природе встречается группа почв и бесструктурных. Такого рода бесструктурными почвами в большинстве случаев являются песчаные почвы: по сумме своих природных свойств и по особенностям механического состава они не способны образовывать структуру.

Каким же образом и под воздействием каких факторов идет структурообразование в почве?

Важнейшими условиями, при которых возможно образование структуры, является наличие в почве глинистых частиц и перегноя. Эти вещества, будучи в состоянии мельчайшего раздробления, обладают способностью склеивать, цементировать в комочки отдельные частицы почвы. Вот почему почва с достаточным содержанием глинистых фракций и перегноя всегда обычно структурна. Но не всегда наличие в почве глинистых и перегнойных веществ обуславливает прочную структуру. Для образования прочных структурных агрегатов необходимо еще наличие в почве извести или вообще солей кальция, роль которых в структурообразовании будет рассмотрена несколько ниже. В качестве примера, подтверждающего это положение, могут служить снова те же черноземы почвы: сформированные на карбонатных породах, черноземы именно потому и обладают прекрасной зернистой прочной структурой, что здесь налицо все важнейшие условия структурообразования — достаточное содержание солей кальция, перегноя и глинистых (илистых) частиц.

В отличие же от черноземов большинство почв подзолистозоны, сформированных на бескарбонатных суглинистых породах, характеризуются уже слабой структурой: здесь явно сказывается малое содержание перегноя, затем отсутствие или недостаточное количество в почве важнейшего структурообразователя — кальция. Но и в пределах подзолистой зоны имеется не мало участков почв с хорошей, прочной структурой: таковыми являются опять таки почвы, содержащие в себе соли кальция, именно почвы, образовавшиеся на известковых породах, и затем почвы заливаемые

лугов, обогащаемых ежегодно наносами ила, содержащего в себе различные основания, в том числе и кальция.

При сцеплении в комочки мельчайших почвенных частиц неизбежно при этом вовлекаются и более крупные элементы: пыль и песок, неспособные сами по себе склеиваться. Значит, каждый структурный агрегат представляет из себя комплекс мельчайших органических и минеральных веществ, включающий в себя и такие крупные, сравнительно, минеральные частицы, как пыль и песок. Помимо отмеченных выше важнейших факторов структурообразования необходимо остановиться еще на некоторых моментах. Здесь, прежде всего, необходимо подчеркнуть деятельность некоторых животных землероев, а среди последних, главным образом, земляных червей, играющих значительную роль в образовании структуры почвы. Поглощая и пропуская сквозь свой организм частицы почвы, эти черви заполняют свои ходы извержениями, представляющими из себя комочки почвы, прочно скрепленные слизистым веществом.

В почвах, богатых перегноем, деятельность земляных червей в этом отношении особенно заметна. Кроме земляных червей следует отметить также деятельность муравьев, тарантулов и других насекомых.

К весьма существенным факторам структурообразования надо отнести травянистую многолетнюю растительность. Роль многолетних трав в этом отношении двойная.

С одной стороны, по отмирании корневая система является источником обогащения почвы перегноем, который, как уже отмечалось, сам по себе имеет большое значение в структурообразовании. С другой стороны, густая сеть корней травянистой растительности, пронизывая на значительную глубину во всех направлениях почву, раздвигает и стискивает отдельные ее частицы или комки, придавая им самые разнообразные очертания и формы.

Наметившиеся при жизни растений почвенные отдельные частицы продолжают сохранять свою форму и после отмирания растений и их корневой системы. По этой причине почвы, вышедшие из-под залежи или многолетних трав, всегда обычно хорошо структурны и отличаются высоким плодородием. Вот почему, следовательно, периодический посев на наших пахотных угодьях таких трав, как клевер и тимофеевка, люцерна и житняк, т. е. внедрение в наши колхозы и совхозы травопольных севооборотов, является весьма ценным и совершенно необходимым мероприятием в отношении улучшения структуры почв и повышения их производительности.

Известное влияние на структурообразование почвы оказывает периодическое увлажнение и иссушение, а также периодическое ее оттаивание и замерзание.

Таковы в общих чертах те главнейшие факторы, которые обуславливают образование структуры почвы.

Но наряду с структурообразованием в природе имеет место и разрушение структуры, под которым разумеется распыление или

распадение структурного агрегата на ряд составляющих его механических элементов.

К факторам структуроразрушения прежде всего следует отнести деятельность атмосферных осадков. Так, дождевые струи, например, с силой падая на землю, в значительной степени способны раздроблять структурные агрегаты, особенно на почвах с непрочной, слабой структурой. Разумеется, что разрушение структуры происходит при этом в самых поверхностных слоях почвы. Кроме прямого, непосредственного воздействия на структуру почвы атмосферные осадки оказывают еще известное и косвенное влияние, особенно в областях с влажным климатом. Атмосферическая влага, просачиваясь сквозь почву вглубь, частично растворяет и увлекает в нижние горизонты кальциевые соли, обедняя самым верхним ее слоем одним из сильнейших коагуляторов. Потеря почвой кальция неизбежно приводит к ухудшению ее структуры.

В известной степени имеет место разрушение почвенной структуры и при плохой и несвоевременной обработке почвы. Так, например, опыт показывает, что заметное разрушение структурных агрегатов является результатом многократного укатывания, а в особенности, боронования. Совершенно очевидно, что необходимость частого употребления бороны вызывается сильной засоренностью почвы. Следовательно, содержание в культурном, чистом от сорняков виде наших пахотных почв является необходимой предпосылкой сохранения их структуры.

Частично портится структура и при обработке почвы такими орудиями, как плуг, в особенности при сильной влажности почвы, когда последняя не крошится, а мажется, заливается, а также и при слишком сухом ее состоянии, когда плугом вываливаются целые комья. Понятно поэтому, что почва должна обрабатываться в таком ее состоянии, когда она хорошо рыхлится, т. е. не слишком не слишком влажна, и при том, вспашка должна производиться преимущественно плугом с предплужником, работа которого сопровождается наименьшим распылением почвы.

К факторам разрушения почвенной структуры следует отнести также бессистемную пастьбу скота на пахотных угодьях. В особенности это относится к травяному полю. „Ни под каким предлогом плодородия почвы — говорит акад. В. Р. Вильямс — синоном, — говорит акад. В. Р. Вильямс, — не может допускаться пастыбищем разрушения прочности структурных элементов почвы, а следствием скота на травяном поле. Самый разрушительный фактор, уничтожающий структуру почвы и ее прочность, — пастьба скота, вызывает явление антогонизма элементов плодородия почвы мелкого, и в еще большей степени домашней птицы независимо от состояния влажности почвы“.

Некоторое разрушение структуры наблюдается при неумеренном орошении почвы в районах поливного земледелия, а также в случаях частого внесения в почву односторонних или лых минеральных удобрений, способствующих уменьшению запаса кальция в почве. Тем не менее, при рациональном пользовании этими мероприятиями, можно не только избежать ухудшения струк-

туры, но наоборот, содействовать ее образованию, ее упрочению.

Каково же производственное значение имеет структура почвы? Структурность почвы имеет огромное производственное значение.

При структурном строении почва обладает хорошим газообменом, благоприятствующим интенсивному развитию химических биологических процессов.

Структурная почва, в отличие от бесструктурной, лучше усваивает и сохраняет атмосферную влагу, необходимую для жизни растений. Так по данным акад. В. Р. Вильямса бесструктурная почва не может усвоить больше 15% годового количества атмосферных осадков. Наоборот, структурная почва может обеспечить прочный запас воды, равный 85% годовых атмосферных осадков.

Почвы бесструктурные при выпадении осадков способны к заплыванию и образованию корки, отрицательным образом влияющей на развитие растений, так и на почвообразовательные процессы; структурные же почвы обладают этой способностью в значительно меньшей степени.

Структурное строение придает почве пористое и более рыхлое состояние, что в значительной степени облегчает развитие корневой системы растений. В силу этого обстоятельства структурные почвы являются более легкими при их обработке с.-х. орудиями, чем бесструктурные.

Вместе с тем, будучи более пористыми, структурные почвы лучше впитывают в себя влагу и в меньшей степени подвержены вымыву и разрушению, чем почвы бесструктурные. Последние же, отличаясь плохой водопроницаемостью и способностью к заплыванию и уплотнению, под влиянием атмосферных осадков систематически в той или иной степени разрушаются, особенно в районах волнистым и холмистым рельефом, теряя наиболее важные свои элементы, необходимые для питания растений.

Все это вместе взятое характеризует структурность почвы, как весьма важное свойство почвы, в котором, как в фокусе, отражаются ценнейшие производственные ее стороны. „Нарушение структуры плодородия почвы — говорит акад. В. Р. Вильямс — синоном, — говорит акад. В. Р. Вильямс, — не может допускаться пастыбищем разрушения прочности структурных элементов почвы, а следствием скота на травяном поле. Самый разрушительный фактор, уничтожающий структуру почвы и ее прочность, — пастьба скота, вызывает явление антогонизма элементов плодородия почвы мелкого, и в еще большей степени домашней птицы независимо от состояния влажности почвы“.

Структурное строение, таким образом, является внешним выражением в высшей степени благоприятных свойств почвы: „В конечном счете устойчиво высокий урожай все повышающийся урожай может быть достигнут только на структурных почвах“ (В. Р. Вильямс). Вот почему создание хорошей прочной почвенной структуры и сохранение ее от разрушения составляет весьма важную задачу агротехники в колхозах и сов-

Размеры промежутков или пор, в совокупности своей обуславливающей общую скважность почвы, чрезвычайно варьируют, начиная от тончайших, так называемых капилляров, и кончая большими, которые свойствами капилляров не обладают. В связи с этим, помимо общей скважности, различают еще капиллярную и некапиллярную скважности почвы.

Во всякой почве могут иметь место оба эти вида скважности, причем в зависимости от механического и структурного состава почвы в одном случае будет преобладать капиллярная, в другом некапиллярная порозность.

Капиллярная скважность обуславливается главным образом наличием в почве мелкоземистых, глинистых частиц, некапиллярная же скважность обуславливается наличием крупноземистым составом, либо структурным строением почвы. Каждый вид скважности имеет различное значение в почвообразовательных процессах: капиллярная порозность затрудняет свободный доступ воздуха в почву, тормозит продвижение атмосферной влаги из верхних горизонтов почвы в нижние, создает известное сопротивление росту корней растений и т. д., наличие же некапиллярной скважности устраняет эти нежелательные моменты, создавая тем самым благоприятные условия как в отношении почвенных процессов, так и развития растений.

Таким образом сочетание капиллярной и некапиллярной скважности является наиболее благоприятным условием в отношении воздушного и водного режима, играющего громадную роль в плодородии почвы.

Оптимальным же соотношением этих двух видов порозности как показывают данные опыта, будет таково, когда на долю некапиллярной приходится больше половины общей скважности, т. е. когда некапиллярная скважность преобладает в почве.

Такого рода соотношение капиллярной и некапиллярной скважности может быть достигнуто путем создания хорошей, прочной почвенной структуры и рациональной механической обработки почвы.

Связность почвы

Под связностью почвы разумеется прочность, с которой частицы почвы удерживаются одна около другой, или, что то же самое, сопротивление почвы, которое она оказывает разрыву, сдавливанию и расклиниванию ее частиц.

Это свойство, имеющее непосредственное влияние на развитие корневой системы растений и на механическую обработку почвы с.-х. орудиями, у различных почв выражено не одинаково и зависит от многих причин.

Связность почвы прежде всего зависит от характера механического состава: чем больше в почве содержится глинистых частиц, тем выше связность, и наоборот, связность уменьшается у почв крупноземистых.

Это наглядно видно из следующих данных, характеризующих

сравнительную связность различных почв в связи с их механическим составом.

Количество килограммов груза, потребное для раздавливания почвенных кирпичиков (данные вычислены на 1 кв. см поперечного разреза кирпичика).

Тяжелая глинистая (иловатая) почва	27,5
„ суглинистая	12,2
Суглинистая	9,6
Легко-суглинистая	3,3
Глинисто-песчаная	1,9
Песчаная	0,9

Приведенные данные обнаруживают, что наибольшая связность присуща глинистым почвам, наименьшая — песчаным, обладающим ничтожным количеством различных клеящих или цементирующих веществ.

Связность почв в известной мере зависит и от степени их влажности; так например, глинистые почвы обладают наибольшей связностью в сухом состоянии, песчаные же наоборот, приобретают некоторую связность во влажном состоянии благодаря склеивающей способности находящейся между песчаными частицами воды.

Существенное влияние на связность почвы оказывают органические вещества, причем наличие перегноя в тяжелых суглинистых и глинистых почвах уменьшает их связность, в легких же, песчаных, наоборот, усиливает их связность.

В таком же направлении на связность почв оказывает влияние и структурность почв.

Вот почему, следовательно, обогащение органическими удобрениями наших тяжелых по механическому составу почв и создание в них структурности придает этим почвам некоторую рыхлость, делает их более легкими, более удобными для обработки различными с.-х. орудиями.

Водные свойства почвы

Значение воды в почве огромно: вода является не только сильнейшим фактором выветривания горных пород и важнейшим условием биохимических процессов почвообразования, но и необходимым условием питания и развития растений.

Различные почвы по разному относятся к воде: одни из них хорошо впитывают и хорошо удерживают в себе воду, другие, быстро впитывают, но неспособны длительно удерживать ее в себе, третьи — и плохо усваивают и скоро теряют влагу. Таким образом, судьба и значение одного и того же количества воды, попавшей в разные почвы, в каждом конкретном случае будут различными.

Совокупность признаков, характеризующих отношение почвы к воде, и составляет водные свойства почвы.

Главнейшими из водных свойств почвы являются следующие:

Влагоемкость почвы, т. е. способность почвы вмещать и удерживать в себе то или иное количество воды.

Различают два вида влагоемкости: полную и относительную или капиллярную.

Полной влагоемкостью характеризуется такое состояние влажности почвы, когда все поры последней полностью насыщены водой.

Под относительной же влагоемкостью разумеется такое состояние почвы, когда заполненными водой являются лишь капиллярные ее промежутки.

Величина влагоемкости любой почвы зависит главным образом от механического ее состава и количества перегнойных веществ. Чем мелкоземистее почва, чем больше содержится в ней органических веществ, тем выше влагоемкость. Так, к примеру, влагоемкость почв глинистых и суглинистых выше, чем почв супесчаных и песчаных. При одном и том же механическом составе почвы более богатые перегноем, обладают и большей влагоемкостью.

Водопроницаемость почвы, т. е. способность почвы так или иначе быстро проводить воду из верхних ее горизонтов в нижние.

Водопроницаемость почвы зависит от механического ее состава, наличия перегнойных веществ и структурности почвы.

Чем мелкоземистее почва, чем больше содержится в ней глинистых частиц и чем мельче, следовательно, имеющиеся в ней поры, тем слабее водопроницаемость. И, наоборот, чем крупнее механический состав почвы, тем легче и быстрее она пропускает воду. Наилучшей фильтрующей способностью обладают песчаные почвы, наихудшей — глинистые. У глинистых почв, отличающихся чрезвычайно мелкой пористостью, просачивание воды настолько затруднено, что скорость фильтрации может равняться нулю, т. е. почва практически непроницаема для воды. Вот почему в областях с влажным климатом заболачивание присуще, главным образом, связанным суглинистым и глинистым почвам, и редко — почвам песчаным.

Большое влияние на скорость фильтрации оказывает структурность почвы: водопроницаемость почв структурных лучше, чем бесструктурных почв.

Почвы бесструктурные, обладающие в силу мелкоземистости механического состава плохой водопроницаемостью, заметно уменьшают фильтрационную способность в случае создания структурных образовавшихся при этом структурных агрегатов создают целую сеть различной величины скважин, которые и облегчают продвижение воды в почве. Таким образом, мероприятия по улучшению качества тяжелых, связных почв в районах обильных осадками должны быть направлены одновременно и на создание почвенной структуры.

Всякое распыление структуры почвы неизбежно влечет за собой ухудшение водопроницаемости: образующиеся при разрушении агрегатов мельчайшие частицы заполняют крупные промежутки в почве, тем самым создавая затруднение для продвижения влаги.

Существенную роль в этом отношении играет наличие перегноя в почве, причем, значение его не одинаково в почвах с различным механическим составом. Так, например, в почвах песчаных, отличающихся хорошей фильтрующей способностью, внесение органических веществ уменьшает водопроницаемость; это объясняется, во-первых, тем, что перегной сам обладает хорошей влагоемкостью, а, во-вторых, тем, что гумус, в значительной своей части будучи в состоянии огромного раздробления, способен в известной степени склеивать почвенные частицы и заполнять собою промежутки между ними, чем и вызывается замедление продвижения воды в почве. Наоборот, в почвах тяжелых глинистых, характеризующихся плохой фильтрационной способностью или даже полной водонепроницаемостью, наличие перегноя повышает водопроницаемость: коллоидальные частицы гумуса, облекая собою мельчайшие частицы глины, несколько раздвигают их, чем и создается некоторая пористость.

Наконец, большое значение в вопросе водопроницаемости имеет степень уплотненности почвы: чем рыхлее почва, тем лучше она пропускает воду, и, наоборот, по мере уплотнения почвы ухудшается ее водопроницаемость.

Водоподъемная способность или капиллярность почвы, т. е. способность почвы так или иначе высоко поднимать по своим капиллярным промежуткам воду из нижних горизонтов в верхние.

Это свойство почв имеет большое агрономическое значение. В летнее время, особенно в периоды бездождья, когда растения энергично испаряют влагу, очень важно, чтобы из нижних горизонтов почвы в верхние непрерывно поступала влага. Такого рода приток влаги из нижних горизонтов почвы в верхние и имеет место в действительности в силу капиллярности почвы.

Явления капиллярности почвы подчинены известным законам физики: высота и скорость поднятия воды в капиллярных трубках зависят от диаметра сосуда, — чем меньше диаметр, тем выше поднятие, и, наоборот, чем крупнее диаметр, тем ниже поднятие, хотя и с большей скоростью оно совершается.

Всякая почва, представляя из себя пористое тело, пронизанное во всех направлениях различного рода скважинами, имеет в себе и капиллярные промежутки. Размеры же последних целиком зависят от механического состава почвы.

Таким образом, явления капиллярности в почве зависят, главным образом, от механического состава почвы: чем мелкоземистее почва, тем сильнее выражена капиллярность, тем выше почва способна поднимать влагу снизу вверх.

Что это так, наглядно видно из следующей таблицы (стр. 52).

Однако, из этой же таблицы вытекает и другое положение, именно, что уменьшение величины механических элементов, а, следовательно, и уменьшение диаметра промежутков между ними влияют на высоту поднятия капиллярной влаги только до известного предела, за которым начинается падение капиллярности почвы. Нако-

Высота капиллярного поднятия воды в зависимости от крупности частиц кварца (Аттерберг)

Размеры частиц	Через 24 ч.	Через 48 ч.	Максимальная высота	Время достижения максимальной высоты
	Высота поднятия в сантиметр.			
5,0 —2,0 мм	22	—	25	3 дня
2,0 —1,0 "	54	60	65	4 "
1,0 —0,5 "	115	123	131	4 "
0,5 —0,2 "	214	230	246	8 дней
0,2 —0,01 "	376	396	428	8 "
0,01 —0,05 "	530	374	1055	72 дня
0,05 —0,02 "	1153	1160	2000	—
0,02 —0,013 "	485	922	—	—
0,01 —0,005 "	285	—	—	—
0,005 —0,002 "	143	—	—	—
0,002 —0,001 "	55	—	—	—

нец, при наличии в почве весьма мелких пор, капиллярное поднятие может и совсем прекратиться. Это объясняется тем обстоятельством, что уменьшение размеров капилляров увеличивает трение между водой и стенками промежутков; это трение и служит причиной замедления капиллярного движения в мелкоземистых почвах.

Помимо механического состава существенное влияние на водоупорность почвы оказывает и ее структурный состав: почва с разрушенной, распыленной структурой обладает лучшей капиллярной способностью, чем почвы структурные. Это хорошо видно следующих данных (Волльни):

Время	Высота поднятия в суглинке, в см	
	Порошковатом	Комковатом
20/ I 8 ч. 30 м. у. . .	4,6	5,0
20/ I 10 " 30 " " . .	15,0	8,1
20/ I 1 " дня	21,7	9,4
21/ I 8 " у.	43,0	13,9
26/ I 8 " "	77,9	22,0
31/ I 8 " "	86,0	26,0
5/ II 8 " "	92,8	29,0
15/ II 8 " "	104,9	33,0
25/ II 8 " "	115,9	36,3
1/ III 8 " "	120,0	37,5

Некоторое влияние на капиллярность почвы оказывает температура и влажность почвы; повышение температуры ускоряет движение воды по капиллярам, но предельная высота поднятия влаги при этом снижается.

В увлажненной почве капиллярное поднятие воды облегчается; в иссушенной затрудняется; в сильно иссушенной почве явление капиллярности и совсем может прекратиться. Этим объясняется, например, тот общеизвестный факт, что даже большой дождь, выпавший на иссушенную землю, чрезвычайно медленно просачивается в почву.

Большое значение в этом отношении имеет уплотненность почвы: чем больше уплотнена почва, тем сильнее в ней проявляются капиллярные свойства, тем выше может подниматься в ней влага. На этом основан агротехнический прием укатывания почв: при уплотнении почвы катком структурные агрегаты нарушаются, распыляются, количество капиллярных ходов увеличивается за счет уменьшения некапиллярных промежутков, а вместе с тем, следовательно, повышается и водоупорность почвы.

Испаряющая способность почвы

Значительная часть воды, тем или иным путем попавшей в почву, теряется через испарение. На величину испарения влияют как внутренние свойства самой почвы, так и некоторые внешние условия.

На скорость испарения воды из почвы влияет прежде всего механический и структурный состав почв. Почвы мелкоземистые, обладающие хорошей капиллярностью, испаряют воды больше, чем почвы крупнозернистые, например, песчаные.

Почвы структурные теряют меньше влаги, чем бесструктурные: наличие некапиллярных промежутков между отдельными комочками ослабляет водоупорную способность в структурных почвах. Наоборот, почвам бесструктурным, в которых капиллярные поры преобладают над некапиллярными, в силу чего создается хорошая подача влаги снизу кверху, свойственна большая потеря воды через испарение. Кроме того, почвы бесструктурные способны при каждом выпадении атмосферных осадков заплывать, образуя на поверхности корку. Почвенная корка, обладающая тонкопористым строением, еще больше усиливает испарение: почвенная влага, проходя по капиллярам корки, достигает самых поверхностных частиц почвы и здесь, на границе почвы с атмосферой, отрывается от почвы и улетает в воздух, освобождая место в капиллярах для новых порций почвенной влаги. Уничтожение корки нарушает капиллярность, а вместе с тем прекращает и потерю воды почвою. Вот почему разрушение почвенной корки немедленно после ее образования на наших пашнях составляет существенное мероприятие в борьбе за сохранение влаги в почве, а вместе с тем, следовательно, и за нормальное развитие культурных растений.

Огромное влияние на величину потери воды почвою через испарение оказывает степень уплотненности почвы: чем уплотненнее почва, тем сильнее она испаряет и, наоборот, чем рыхлее почва, тем меньше потеря влаги. Эту зависимость величины испарения от состояния рыхлости почвы легко проследить в любом пункте

на вспаханном и неспаханном поле. Вот какие данные, например, в этом отношении получены на Безенчукской опытной станции. Так, почва неразрыхляемая (на позднем пару) к моменту ее вспашки просохла на глубину 1 метра почти совершенно: верхний пахотный слой ее содержал всего 8,2% влаги, а глубже 1 метра — 7,1%, тогда как рядом лежащая почва, но вспаханная в апреле (ранний пар), содержала в это время в пахотном слое 20,4% и на глубине 1 метра 16,5% влаги. Эти цифры весьма красноречиво говорят о том, как экономно расходует влагу взрыхленная почва и каково огромное значение в деле сбережения влаги в почве имеют черные и ранние чистые пары.

Значительное влияние на испарение влаги почвою оказывают ветер, температура воздуха и степень влажности воздуха: чем суше воздух и выше температура, тем сильнее испарение. Увеличение влажности воздуха и отсутствие ветра уменьшают потерю влаги почвою. Этим объясняется тот факт, например, что в лесу, где почвенный покров несколько защищен от дующих ветров и где воздух более насыщен парами, испарение влаги верхними слоями почвы значительно ниже, чем в открытой местности.

Расход воды из почвы путем ее испарения зависит в известной мере и от формы поверхности; так, при волнистом или бугристом рельефе испарение будет сильнее, чем при равнинном. Большое влияние в сторону уменьшения величины испарения оказывает также наличие на поверхности почвы различного рода мертвого и живого покрова: опавшей листвы в лесу, травы в степи и т. д. На это основывается так называемое мульчирование в земледелии, особенно в культуре картофеля заключается в том, что междурядия той или иной культуры покрывают мульчей, т. е. материалом, задерживающим испарение влаги почвою.

Таковы в основном те важнейшие условия, от которых зависит величина потери влаги почвою путем испарения.

Гигроскопичность почвы, т. е. способность почвы поглощать из воздуха парообразную влагу.

Всякая сухая наощупь почва всегда содержит в себе определенное количество гигроскопической влаги. В этом легко убедиться, если взять навеску этой почвы и осторожно высушить ее при температуре 105°. Уменьшение веса почвы после ее высушивания и будет количественным выражением гигроскопической влаги в данной почве.

Гигроскопичность почвы целиком зависит от характера механического состава почвы и количества содержащегося в ней перегноя. Чем мелкоземистее почва, чем более богата она глинистыми и коллоидальными частицами и перегноем, тем выше гигроскопичность: тем большее количество парообразной влаги поглотит такая почва из воздуха. Наоборот, почвы грубого механического состава и бедные органическими веществами обладают малой гигроскопичностью.

Меняется гигроскопичность почвы и в зависимости от относительной влажности воздуха: при большой влажности воздуха одна

та же почва способна поглотить большее количество паров; при сухом воздухе та же почва содержит и меньшее количество гигроскопической влаги.

Виды влаги в почве

Вода в почве может находиться в различных состояниях, имеющих неодинаковое значение для питания и развития растений.

1. Влага в почве может находиться прежде всего в виде *парообразной влаги*, проникающей в почву вместе с воздухом, или же образующейся в почвенных промежутках в результате испарения капельно-жидкой влаги почвенными частицами и агрегатами.

Парообразная влага в почве свободно передвигается из мест более влажных в места менее увлажненные (при условии одной и той же температуры во всех слоях почвы) и из слоев с большей температурой в участки с меньшей температурой (при одной и той же влажности почвы).

Сгущение водяных паров в почве в условиях низкой температуры приводит к образованию так называемой „подземной росы“ или капельно-жидкой влаги. В этом смысле парообразную влагу воздуха можно считать одним из источников накопления влаги в почве, но источник, однако, чрезвычайно скудный и ненадежный. Парообразная влага в почве не может также служить источником питания растений. Поэтому практическое значение этого вида почвенной влаги ничтожно.

2. *Гигроскопическая влага*. Парообразная влага воздуха, поглощаясь или адсорбируясь поверхностью почвенных частиц, образует так называемую гигроскопическую влагу. Количество гигроскопической влаги в почве находится в прямой зависимости как от характера самой почвы, так и от состояния влажности воздуха. Чем мелкоземистее почва и чем богаче она перегнойными веществами, тем больше содержится в ней гигроскопической влаги, а также чем влажнее воздух, тем больше влаги адсорбируется почвой. При всех прочих равных условиях почва суглинистая и глинистая всегда будет больше содержать в себе гигроскопической влаги, чем почва песчаная или супесчаная.

Гигроскопическую влагу надо представлять себе в виде тончайшей пленки в один или несколько слоев молекул, облегающих собою отдельные частицы почвы.

Эта водная пленка удерживается на поверхности почвенных частиц с огромной силой, достигающей иногда 10 тысяч атмосфер и более. Отделить вследствие этого обстоятельства гигроскопическую влагу от почвы возможно лишь путем продолжительного нагревания почвы при температуре 105° С.

Находясь всецело под влиянием сил молекулярного притяжения со стороны отдельных почвенных частиц, гигроскопическая влага не подчинена силе тяжести, а потому и не способна к свободному передвижению в почве. Передвижение же гигроскопической влаги

в почве возможно лишь в случае перехода ее в парообразное состояние под воздействием температуры.

Будучи как бы припаянной и удерживаемой с огромной силой на поверхности почвенных частиц, гигроскопическая влага растений является совершенно недоступной. Гигроскопическая влага, таким образом, представляет из себя „мертвый запас“ влаги в почве.

3. *Пленочная вода.* Поверх водной пленки, образуемой гигроскопической влагой, в почве способны нарастать и новые тончайшие водные слои, также удерживаемые силами молекулярного притяжения почвенных частиц. Нарастание новых водных слоев имеет свой предел и длится до тех пор, пока сказывается действие молекулярных сил твердых почвенных частиц. Эта пленочная влага, расположенная одним или несколькими отдельными молекулярными слоями сверх гигроскопической влаги и удерживаемая силами молекулярного притяжения почвенных частиц, носит название *пленочной влаги*.

Пленочная влага, удерживаемая с огромной силой почвенными частицами, также практически не подвержена земному притяжению. Тем не менее, в отличие от гигроскопической влаги, она способна свободно передвигаться в почве. Эта влага переходит от частицы к частице или совсем их не имеющим. Такого рода передвижение пленочной влаги в почве продолжается до тех пор, пока толщина пленки на смежных почвенных частицах не уравнивается.

Пленочная влага также является практически недоступной для растений: сила, с которой удерживается эта влага на поверхности почвенных частиц, превышает всасывающую силу корней растений. Совершенно очевидно поэтому, что при влажности, характеризующейся наличием в почве лишь гигроскопической и пленочной влаги, растения развиваться не могут.

4. *Капиллярная влага.* Вода, заполняющая собою тончайшие почвенные поры и каналы, называется капиллярной влагой. Капиллярная влага находится в капельножидком виде и, подчиненная молекулярным силам почвенных частиц и силе тяжести, способна передвигаться в почве по самым различным направлениям. Однако, капиллярное поднятие воды вверх имеет свой предел и продолжается до тех пор, пока сила тяжести поднимающихся столбиков воды не уравновесится силами

Капиллярная влага, будучи вполне доступной всасывающей силе корней, является прямым и непосредственным источником питания растений.

5. *Гравитационная вода.* Если почву, в которой все капиллярные поры уже заполнены влагой, продолжать дальше увлажнять, то при этом будут заполняться водою некапиллярные промежутки. Эта влага, свободно передвигающаяся в почве и подчиненная в своем движении исключительно силе тяжести, носит название гравитационной воды.

Гравитационная влага, находясь под влиянием силы тяжести, может передвигаться в почвенной толще только из верхних слоев вниз. По этой причине означенный вид влаги может находиться в верхних слоях почвы, главным образом лишь в момент выпадения дождей, передвигаясь затем в нижние слои или рассыпаясь в почвенной толще, переходя в капиллярную влагу. Причиной длительного нахождения в верхних слоях почвы гравитационной влаги может быть либо плохая водопроницаемость нижних слоев почвы, либо близкое к поверхности стояние почвенно-грунтовых вод. Заполнение гравитационной влагой всех некапиллярных промежутков характеризует предельную степень увлажнения или наибольшую влагоемкость почвы.

Гравитационная влага является вполне доступной для растений и вместе с капиллярной водой составляет главный и непосредственный источник их питания.

ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ЖИЗНИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Как видно из сказанного выше, влажность почвы представляет из себя явление динамичное и зависящее как от внешних условий, так и внутренних свойств самой почвы, определяющих способность последней так или иначе быстро усваивать и расходовать поступающую влагу. Поэтому, в природе нередко бывают случаи, когда даже в обильных осадках районах растения могут страдать от засухи почвы вследствие плохих водных ее свойств, и, наоборот, когда при наличии незначительного количества атмосферных осадков растения будут обеспечены влагой.

на основании многочисленных опытов установлено, что растения уже завядают, когда влажность почвы не превышает величину равной двойной гигроскопической влажности. Это тот предел, которым почвенная влага является недоступной всасывающей силе корней растений. По этой причине запас влаги, равный двойной гигроскопической влажности той или иной почвы, и принято называть „мертвым запасом“ влаги или коэффициентом увядания растений. Само собой понятно, что коэффициент увядания у различных почв не одинаков и всецело зависит от гигроскопичности данной почвы.

Оптимальной влажностью для большинства наших культурных растений условно принято считать влажность, равную 50% влагоемкости данной почвы. А так как влагоемкость различных почв неодинакова, то и абсолютное количество воды, необходимое для создания оптимальной влажности той или иной почвы, в каждом конкретном случае будет различным. Для оптимального увлажнения, например, суглинистых почв потребуется значительно больше воды, чем для почв песчаных, обладающих малой влагоемкостью.

Кроме того, и сами растения по разному относятся к влажности почвы: одни из них могут лучше развиваться при более высокой влажности, другие же при более низкой. Для такой культуры, например, как ячмень, оптимальной является влажность, равная приблизительно 60% влагоемкости почвы, что наглядно видно следующих данных (Геллеригель).

	Величина урожая ячменя в зависимости от влажности почвы					
	80%	60%	40%	30%	20%	10%
При влажности почвы от полной влагоемкости .						
Всего урожая (сухого вещества)	19693	22763	21760	17194	14620	6303
Зерна	8767	9957	10507	9697	7748	3287

Поэтому условно принятая за оптимальную влажность почвы равная 1/2 полной влагоемкости, применительно к каждому конкретному виду растений должна несколько отклоняться то в сторону повышения, то в сторону ее понижения.

Различные растения неодинаково относятся и к количеству потребляемой ими воды за их вегетационный период. Это наглядно видно по их транспирационным коэффициентам, т. е. тем количествам влаги, которые затрачиваются растениями для образования одной единицы сухого вещества их органической массы. Так, например, для ряда нижеприводимых культур транспирационным коэффициентом являются следующие величины:

Пшеница белотурка	406,5
„полтавка	415,1
„рожь	724—377
Ячмень гигантский	430,5
„ячмень моравский	382,2
„просо красное	266,9
„речиха	646—371
„кукуруза чинквантино	238,7

Горох	1.658—235
Могар калифорнийский	240,3
Лен	1.093—787
Люцерна 1-го укоса	586,2
Костер	539,1
Житняк	467,2
Картофель	448—281

При сопоставлении этих цифр совершенно ясной и отчетливой становится разница в расходовании почвенной влаги различными культурами: такое растение, как кукуруза, например, испаряет всего лишь 238,7 единицы воды для образования единицы сухого вещества органической массы, тогда как люцерна требует для этого 586 единиц воды. Это значит, что при количестве почвенной влаги, вполне достаточной для нормального развития одного вида растений, другая культура будет чувствовать себя угнетенно, а иногда совсем даже может не дать урожая.

Следует, однако, заметить, что вышеприведенные транспирационные коэффициенты не являются стабильными и неизменными величинами. Они являются довольно изменчивыми и относительными величинами, зависящими как от климатических и почвенных условий, так и сорта самого растения. Один и тот же сорт пшеницы, например, высеянной где-нибудь на юге нашего Союза и в Ленинградской области, будет расходовать различные количества воды на образование одного и того же количества сухой органической массы. Точно также одна и та же культура, но различных сортов, будучи высеянной в одних и тех же почвенных и климатических условиях, дает различные коэффициенты транспирации воды.

Но тем не менее по транспирационному коэффициенту хотя и приближенно, все же можно судить о тех абсолютных количествах воды, которые расходуются с площади 1 га одним урожаем наших культурных растений.

Так, например, урожай пшеницы в 5 тонн (2 тонны зерна и 3 тонны соломы) при транспирационном коэффициенте 400 за весь свой вегетационный период извлечет из почвы площадью в 1 га: $5 \times 400 = 2.000$ тонн воды; урожай овса в 4 тонны сухой массы (1,5 т. зерна + 2,5 т. соломы) при коэффициенте 430. расходует с 1 га: $4 \times 430 = 1.720$ тонн воды и т. д.

Приведенные примеры весьма красноречиво говорят о том, какими громадными расходами воды сопровождается развитие культурных растений на полях, а также и о том, каким важнейшим и необходимым условием для создания высоких урожаев является влага в почве.

Так как основным источником снабжения почвы водою являются атмосферные осадки, то для практических целей представляется весьма существенным установить: в какой степени количество выпадающих за год атмосферных осадков соответствует тому количеству воды, которое расходуется нашими культурными растениями, или, другими словами, достаточно ли выпадающих атмосферных

осадков для получения удовлетворительного урожая той или иной культуры в определенных хозяйственных условиях.

В различных частях нашей страны выпадают различные количества атмосферных осадков: в Ленинградской области, например, за год выпадает 550—600 мм осадков, в черноземной полосе — 350—400 мм; на Средней Волге, примерно, около 300 мм.

Возьмем для примерного расчета Среднее Поволжье, характеризующееся незначительным количеством выпадающих осадков. Если 1 мм осадков соответствует 10 тоннам воды на 1 га, то 300 мм составляют 3000 тонн воды на 1 га. Три тысячи тонн воды, поступающей в течение одного года в виде атмосферных осадков в почву на площади 1 га, — это такое количество влаги, которое полностью обеспечивает получение удовлетворительных урожаев различных наших культур: урожай пшеницы в 5 т. (2 т. зерна + 3 т. соломы), как видно из вышеприведенных вычислений, требует всего лишь 2.000 тонн воды, а урожай ячменя в 4 т. (1,5 т. зерна + 2,5 т. соломы) расходует 1720 т. воды. Таким образом и в районах Среднего Поволжья, отличающегося сухостью климата, в почву ежегодно поступает такое количество влаги в виде атмосферных осадков, которое является достаточным для получения среднего урожая главнейших наших культур.

Между тем, Среднее Поволжье относится к числу тех районов, где культурные растения на полях почти ежегодно испытывают недостаток влаги, давая сравнительно низкие урожаи, а иногда и совсем погибая от засухи.

Это означает то, что не вся поступающая в почву с атмосферными осадками влага полностью используется растениями, значительная часть этой влаги, в силу неблагоприятных физических свойств почвы, не усваиваясь почвой, испаряется обратно в атмосферу или стекает по поверхности в овраги и ручьи, или же быстро проникая в почвенную толщу, уходит в глубокие горизонты, бесследно исчезая для растений.

Так как влажность почвы есть функция не только внешних условий, но и внутренних свойств самой почвы, т. е., что влажность почвы в каждом конкретном случае зависит не только от количества выпадающих атмосферных осадков, но и от характеристик самой почвы, от ее свойств и способности так или иначе поле ее усваивать и хорошо удерживать в себе, то прямое и непосредственное воздействие тем или иным путем на почву в отношении улучшения ее водного режима приобретает первостепенное хозяйственное значение.

Отсюда само собой разумеется, что вопрос о регулировании влаги в почве упирается прежде всего в комплекс таких мероприятий, которые наилучшим образом способны изменить в нужную сторону водные свойства почвы: влагоемкость, водопроницаемость и испаряющую способность.

Такого рода необходимыми мероприятиями являются следующие: создание хорошей почвенной структуры; применение черных и ра-

белых чистых паров; своевременное уничтожение образующейся корки и поддержание в рыхлом состоянии поверхностного слоя почвы; наконец, содержание полей в чистоте от сорняков, в сильной степени испаряющих почвенную влагу. В какой степени сказывается положительное влияние означенных мероприятий на влажность почвы, а следовательно, и на урожай культур, это нагляднее всего видно на конкретных примерах.

В качестве иллюстрации приведем средние данные урожайности на полях Безенчукской опытной станции (Средняя Волга), где вышеотмеченные мероприятия по сбережению влаги в почве проводились полностью, и сопоставим с данными урожайности у соседних крестьян, не применявших в своей практике этих мероприятий (1904—1907). Вот цифры этих урожаев в кг с 1 га.

	Озимая рожь	Яровая пшеница	Овес	Просо	Ячмень	Картофель
На опытной станции	1310	1146	1173	1225	900	13104
У соседних крестьян	377	408	408	327	—	5322

Но еще более разительной оказывается разница, если взять для сравнения такой исключительно засушливый год, как 1921 г. В то время, когда на полях у соседних крестьян посевы почти полностью погибли от засухи, на полях той же опытной станции, твердо проводившей мероприятия по сбережению влаги в почве, посевы не только не погибли, но дали вполне удовлетворительные для того лета урожаи: овес дал в среднем 580 кг на 1 га, яровая пшеница — 620 кг, озимая рожь — 892 кг и т. д.

К сказанному уместным будет еще добавить, что отмеченными выше мероприятиями, применяемыми для прямого и непосредственного воздействия на почву в целях регулирования ее водного режима, не исчерпывается весь тот арсенал средств, которые применяются в настоящее время в борьбе за влагу в южных и юго-восточных засушливых областях нашего Союза.

Здесь прежде всего необходимо отметить широко практикуемое в степных районах снегозадержание на полях, с целью насыщения почвы талыми водами; устройство целой сети различного рода водохранилищ на полях путем запруживания оврагов, ручьев, балок; применение кулисных паров; подбор засухоустойчивых сортов культур и т. д.

Но самым грандиозным по своему масштабу и значению мероприятием по борьбе с засухой является облесение наших юго-восточных степных пространств, наиболее сильно подверженных губительному влиянию суховея, ежегодно врывающихся в эти места из средне-азиатских пустынь. Насажением сплошных лесных полос, которые протянутся от Каспийского моря до Южных отрогов Уральского хребта, и имеется в виду прежде всего создание такого

естественного барьера, который будет служить препятствием этих ветров.

Уменьшение силы дующих ветров ослабит испарение влаги почвы; наличие лесных насаждений в степи будет способствовать лучшему накоплению снега на полях в зимние периоды, а следовательно, и усилению влажности почвы. Кроме того, благодаря задержанию, создаваемому лесными полосами, воздух близлежащих мест будет больше насыщен влагой, а это обстоятельство, уменьшая испарение влаги из почвы, в то же время ослабит возможность называемого „запала“, вызываемого действием сухого ветра на сельскохозяйственные растения. Таково в основном значение лесных культур в степи.

Не менее грандиозным по масштабу, но более решительным своей сущности мероприятием в борьбе за урожай в засушливых районах является орошение полей. Путем плотинирования таких больших рек, как Волга и Днепр, в ближайшие годы будут орошены миллионы гектар приволжских и приднепровских степных просторанств, и эти районы, урожаи которых всецело зависели от состояния погоды, районы весьма неустойчивых урожаев превращаются в районы самых устойчивых и высоких урожаев в нашей стране.

Говорить же о значении орошения в полупустынных условиях Средней Азии не приходится. Это совершенно очевидно: в районах, где атмосферные осадки не выпадают совсем или выпадают в столь ничтожных количествах, что не могут иметь никакого практического значения, орошение является решающим фактором в создании высоких урожаев тех или иных культур.

Почвенный воздух

Помимо влаги во всякой почве всегда содержится то или иное количество воздуха, заполняющего собою свободные от воды поровые поры. Значение воздуха в почве огромно: воздух (O_2 , CO_2) не только является важным фактором выветривания минеральной части почвы и необходимым условием развития биологических процессов, но и единственным источником, снабжающим корневую систему растений кислородом. Поэтому почвенный воздух в отношении плодородия почв имеет не меньшее значение, чем влага, и создание, следовательно, благоприятного воздушного режима почвы должно занимать в агротехнике не менее видное место, чем создание водного ее режима.

Так как почвенный воздух занимает только свободные, не заполненные водою промежутки, то общее количество содержащегося в той или иной почве воздуха всегда зависит от скважности и степени влажности почвы. При одной и той же влажности в почвах структурных, обладающих некапиллярной скважностью, всегда находится воздуха больше, чем в почвах бесструктурных, рапыленных со свойственной им капиллярной скважностью. И с другой

стороны, всякое добавочное насыщение почвы водою неизбежно влечет за собою вытеснение из почвы воздуха. Таким образом, воздушный режим почвы находится в самой тесной и непосредственной связи с водными свойствами почвы. А поскольку водный режим наиболее благоприятным образом создается при структурном строении почвы, то и оптимальные воздушные условия могут иметь место только в структурных почвах. Именно при структурном строении наилучшим образом достигается сочетание воды и воздуха в почве: заключенная в капиллярах структурных агрегатов влага ни в какой мере не препятствует воздуху находиться в скважинах между структурными комочками. Наоборот, в почвах бесструктурных при капиллярном их увлажнении исключается возможность воздуха проникать в почву.

Большое значение для развития растений имеет не только количество имеющегося в почве воздуха, но и скорость его обмена с атмосферой.

Дело в том, что почвенный воздух всегда несколько отличается по своему составу от атмосферного: благодаря дыханию корней и микроорганизмов почвенный воздух обычно немного богаче углекислотой и соответственно беднее кислородом атмосферного воздуха. При отсутствии же достаточного газообмена почвенный воздух может настолько ухудшиться в своем составе, что станет непригодным для дальнейшего развития растений. Поэтому чем быстрее и полнее обменивается почвенный воздух с атмосферным, тем благоприятнее создаются в почве условия для жизни культурных растений, а также и для биохимических почвенных процессов.

Естественный газообмен в почве совершается под воздействием изменений температуры почвы, вызывающих расширение и сжатие почвенного воздуха; под влиянием ветра, усиливающего этот процесс диффузии; под воздействием изменений барометрических давлений, и, наконец, под влиянием выпадающих осадков и их испарения. Следует заметить, что влияние атмосферных осадков в данном случае сказывается двояким образом: с одной стороны осадки, проникая в почву, чисто механически вытесняют воздух из почвенных скважин, и с другой, — будучи обогащенными кислородом, возобновляют запасы кислорода в почве; в том и другом случае значение атмосферных осадков в газообмене почвы очевидно.

Но важнейшим фактором, от которого зависит скорость газообмена или проветривания почвы, является скважность почвы: при наличии некапиллярной скважности, присущей структурным почвам, обмен почвенного воздуха с атмосферным совершается быстро; при капиллярной, свойственной бесструктурным почвам, процесс диффузии в сильной степени тормозится и проходит медленно. Особенно отрицательное значение в этом отношении имеет способность бесструктурных почв к заплыванию: — образующаяся на их поверхности корка весьма затрудняет газообмен, в результате чего растения нередко задыхаются от отсутствия кислорода в почве и погибают.

Большое значение для газообмена почвенного воздуха имеют также состояние уплотненности почвы: чем рыхлее почва, тем больше содержится в ней воздуха и быстрее совершается процесс диффузии; и, наоборот, в почвах уплотненных процесс аэрации почвы затруднен. Это хорошо видно из сопоставления вспаханного и неспаханного поля.

Так, например, по данным опытного поля Тимирязевской Академии количество и качество почвенного воздуха на раннем и позднем (не вспаханном) пару выражалось следующими величинами:

	В литре содержалось см ³	
	Воздуха	Кислорода
Ранний пар	420	84,0
Поздний „	220	41,6

В то же время почвенный воздух раннего пара (вспаханное поле) заключал в себе 20% кислорода, а позднего пара (поле неспаханное) — 19,3%. Таковы в основном те факторы, которыми обуславливается воздушный режим почвы.

Отсюда становится вполне очевидным, что важнейшими мероприятиями, направленными на улучшение аэрации почвы, должны являться: создание почвенной структуры, уничтожение корки полях и своевременная глубокая вспашка, с помощью которой можно придать почве рыхлое строение, а вместе с тем усилить и доступ воздуха в почву.

Если создание благоприятного воздушного режима, как необходимое условия плодородия, распространяется на все почвы, то в первую очередь это относится к нашим северным районам и вообще к областям с влажным климатом, где избыток влаги часто служит причиной плохой аэрации почв. Сопоставляя в этом отношении районы засушливых и влажных климатов, можно прямо сказать, что если для почв первых районов ведущим фактором развития культурных растений является влага, на сбережение которой должно быть направлены агротехнические мероприятия, то для почв северной зоны очень часто таковым фактором является почвенный воздух. Таким образом, к отмеченным уже мероприятиям по созданию оптимальной аэрации почв в отношении почв северных областей следует отнести еще и мелиорацию или осушку почв. Мелиорация тем или иным способом заболоченных или подверженных периодическому заболачиванию почв является необходимым и решительным мероприятием, способствующим внедрению воздуха в почву, аэрации.

Тепловые свойства почвы

Все физиологические процессы, которыми сопровождается нормальное развитие растений и почвенных микроорганизмов, совершаются лишь при определенных тепловых почвенных условиях. Поэтому наличие тепла в почве является столь же необходимым

моментом как для роста культурных растений, так и для биохимических почвенных процессов.

Основным источником тепла в почве является солнечная лучистая энергия и лишь в незначительной степени теплота, выделяющаяся при разложении органических веществ в самой почве, а также отчасти теплота, притекающая из более глубоких слоев земли.

Различные почвы, в зависимости от их состава и свойств, неодинаково относятся к источникам тепла: одни из них хорошо поглощают и удерживают тепло, другие, наоборот, обладают плохой способностью к поглощению и удержанию тепла. И как следствие, в практике нередко встречаются почвы и теплые и холодные, значительно отличающиеся между собой по своей агропроизводительности. Тепловыми свойствами, определяющими тепловой режим почв, являются следующие: лучепоглощение, лучеиспускание, теплоемкость и теплопроводность почв.

Лучепоглощение или способность почвы поглощать тепловые лучи солнца зависит, главным образом, от цвета или окраски почвы. Почвы темного цвета обладают этой способностью в большей степени, чем почвы светлой или белой окраски. А поскольку темный цвет обуславливается наличием в почве перегноя, то обогащение почвы органическими удобрениями является вместе с тем агромероприятием, улучшающим тепловые свойства почвы.

Известное влияние на поглощение почвою тепла оказывают также некоторые внешние условия, например, положение данной местности и наличие растительного покрова.

Так, почвы участков, имеющих наклон к югу, поглощают солнечного тепла больше, чем почвы северных склонов.

Наличие растительного покрова, наоборот, несколько уменьшает лучепоглощение; этим объясняется тот факт, что почвы лесных массивов в жаркий летний день всегда обычно менее нагреты, чем почвы открытой местности. С меньшим нагревом почвы под лесом, почвоведы открытой местности. С меньшим нагревом почвы под лесом, почвоведы открытой местности. С меньшим нагревом почвы под лесом, почвоведы открытой местности.

Лучеиспускание, т. е. отдача почвою тепла в атмосферу, зависит главным образом от степени влажности почвы: чем больше воды содержит в себе почва, тем сильнее она теряет тепло, и наоборот, почвы сухие, при прочих равных условиях, излучают тепло меньшей степени. Это объясняется тем обстоятельством, что из всех веществ, входящих в состав почвы, вода обладает наиболее значительной лучеиспускательной способностью.

Поэтому почвы, обладающие неблагоприятными водными свойствами, например, бесструктурные глинистые почвы, способные удерживать в себе много влаги, всегда будут более холодными по сравнению с другими почвами. Большое влияние оказывает на лучеиспускание наличие перегноя в почве: органические вещества обладают наименьшей лучеиспускающей способностью; по этой причине почвы, богатые гумусом, являются более теплыми, чем почвы, бедные им. Существенным фактором, ослабляющим потерю почвою

тепла, является живой и мертвый растительный покров, а в зимний период — и снежный покров. В силу этого обстоятельства наличие снежного покрова на полях является чрезвычайно важным фактором, предохраняющим наши озимые хлеба от вымерзания. Почему в районах, особенно степных, где снег на полях подвергается сдуванию ветрами, мероприятия по задержанию снега на полях приобретают актуальное значение.

Теплоемкость почв, т. е. количество тепла в калориях, необходимое для нагрева одной единицы (весовой или объемной) почвы на 1°.

Отдельные составные части почвы обладают различной теплоемкостью: наивысшей теплоемкостью обладает вода, менее теплоемкой является перегной, далее идет глина, и, наконец, наименьшей теплоемкостью из всех составных частей почвы отличается кварц. Это наглядно видно из следующих данных:

Теплоемкость (весовая)	кварца	0,198
"	" глины	0,233
"	" перегной	0,477
"	" воды	1,333

Таким образом, и теплоемкость почвы в значительной степени зависит от влажности: чем влажнее почва, тем больше требуется тепла для ее нагрева. Этим объясняется тот, например, общеизвестный факт, что почвы песчаные, обычно содержащие в себе мало воды, освобождаются от снега весной и становятся пригодными для обработки недели на 2—3 ранее, чем почвы суглинистые. Кроме того, обилие влаги в почвах способствует быстрому их охлаждению. Отсюда становится понятным, что мероприятия по улучшению теплоемкости почвы должны проводиться в направлении обогащения почв органическими удобрениями и создания хорошей водоудерживающей способности, способствующей понижению влажности. Само собой очевидно, что эти мероприятия относятся преимущественно к почвам тяжелым, с плохой структурой, и притом в областях с влажным климатом.

Теплопроводность почв, т. е. способность почв проводить тепло от нагретых слоев к более холодным, зависит от теплопроводности своих составных частей. Наименьшей теплопроводностью обладает воздух, несколько лучшей обладает вода; наиболее хорошо проводит тепло минеральная часть почвы, и, наконец, перегной характеризуется весьма плохой проводимостью тепла. Совершенно очевидно, что почвы, содержащие в себе мало перегноя, будут лучше проводить тепло, чем почвы, богатые перегноем. Почвы, сильно увлажненные, обладают лучшей теплопроводностью, чем почвы, менее влажные и содержащие в себе воздух. Чем больше перегноя и воздуха содержится в той или иной почве, тем худшей следовательно, проводником тепла она является, тем длительнее удерживается в такой почве аккумулированная солнечная теплота. Наоборот, почвы обедненные перегноем, бесструктурные, заключа-

ющие в себе мало воздуха и высоко увлажненные, обладая хорошей теплопроводностью, будут отличаться способностью быстро терять свое тепло.

Таким образом, тепловой режим почв зависит не только от внешних, метеорологических условий, но и от внутренних свойств самих почв. И в одних и тех же климатических условиях почвы темной окраски, богатые перегноем, структурные, содержащие в себе достаточное количество воздуха, обладающие оптимальными водными свойствами, будут в то же время отличаться и благоприятными тепловыми условиями, именно, это будут почвы теплые, почвы, хорошо поглощающие и удерживающие в себе тепло; почвы же светлой окраски, бедные органическим веществом, бесструктурные, способные к заплыванию, удерживающие в себе избыток влаги, лишенные воздуха, — являются почвами холодными, мало благоприятными для развития растений.

Отсюда становится вполне понятным, что агромероприятия, направленные на обогащение почвы органическими удобрениями, создание прочной почвенной структуры, улучшение водного и воздушного режима — являются в то же время мероприятиями, способствующими созданию в почве и благоприятных тепловых условий.

ХИМИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЧВЕ И ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ ПОЧВ

Питательные элементы, необходимые для культурных растений

Всякая почва, являясь средой для культурных растений, должна удовлетворять требованиям последних помимо почвенного воздуха, влаги и тепла еще и в отношении необходимых питательных веществ. Именно наличие в почве нужных для растений питательных веществ (при отсутствии вредных соединений) в сочетании с влагой, воздухом и теплом и обуславливает так называемый пищевой режим почв.

Какие же элементы, имеющиеся в почве, являются необходимыми для питания культурных растений?

Необходимыми для питания растений элементами являются следующие: *N, P, K, Ca, S, Mg* и *Fe*. Эти вещества, попадая в форму различного рода растворимых минеральных соединений через неживую систему в растения, и служат тем материалом, из которого создаются растительные органические ткани.

Перечисленные элементы являются равноценными с точки зрения питания растений и отсутствие одного какого-нибудь из них в почве неизбежно влечет за собой остановку роста, а затем и гибель растения. Кроме того, все эти элементы являются в равное время и незаменимыми питательными веществами для растений. Нельзя, например, отсутствие *N* в почве заменить избытком *P* или *Ca*, или же недостаток *K* восполнить *S* или *Fe* и т. д.

Отсюда становится совершенно очевидным, что наличие этих веществ в питательной среде является непременным условием нормального развития растений и что накопление их в достаточных количествах в почве для получения должной высоты и качества урожая составляет одну из важнейших задач агротехники.

Но, будучи безусловно необходимыми и незаменимыми с точки зрения питания растений, эти семь элементов усваиваются растениями далеко не в одинаковых количествах: одни из них потребляются в больших дозах, другие — в меньших; одни из них содержатся преимущественно в стеблях и листьях, благодаря чему эти элементы могут обратно возвращаться в почву в форме на-

омпоста и т. д.; другие же, наоборот, содержатся, главным образом, в продуктивных органах, т. е. таких частях растений, которые уже обычно в почву не возвращаются, вследствие чего может иметь место истощение почвы в отношении этих веществ; кроме того, в самой почве в большинстве случаев эти семь элементов содержатся не в одинаковых количествах: одни из них имеются в достаточных количествах, других же, наоборот, недостает, что и является одной из существенных причин низких урожаев тех или иных сельхоз. культур.

Само собою разумеется, что и производственное значение каждого из этих элементов будет неодинаковым: если в отношении одних из этих веществ является необходимым внесение в почву добавочных количеств в форме тех или иных удобрений, то по отношению к другим элементам это мероприятие представляется совершенно излишним и ненужным.

Из всех рассмотренных выше семи элементов, безусловно необходимых для питания культурных растений, только три чаще всего содержатся в почве в минимальных количествах: азот, фосфор и калий. А так как недостаток в почве того или иного из этих веществ неизбежно влечет за собой задержку в развитии растений, то систематическое пополнение этими элементами в той или другой форме наших почв является мероприятием весьма существенным и необходимым в практике земледелия.

Что же касается других из числа необходимых для питания растений элементов (*Fe, Mg*, затем *Ca*, а также и *S*), то естественные запасы их в почвах обычно столь значительны, что необходимость обогащения ими почв как в настоящем, так и отдаленном будущем, можно сказать, исключается.

Однако, для питания растений важна не только количественная, но и качественная сторона питательных веществ, т. е. форма их соединений, степень доступности усвоению растений.

В каком же виде все означенные питательные вещества являются наиболее удобоприемлемыми для растений?

Питательные вещества вместе с почвенной влагой усваиваются растениями в форме почвенного раствора. Следовательно, питательные элементы, чтобы быть доступными усвоению растений, должны находиться в форме легко растворимых в воде соединений. Тем не менее, растворимые в воде соединения не являются единственным источником питания растений. Наблюдения и опыт показывают, что растения способны в той или иной мере усваивать необходимые им элементы и из твердых, нерастворимых в воде соединений. Дело в том, что живые корни растений выделяют 1—2% раствора уксусной или лимонной кислоты. Эти кислые выделения корней и способствуют переводению в раствор веществ почв, находящихся там в нерастворимом состоянии. Способностью активного воздействия растений на почву в смысле превращения нерастворимых в воде веществ в растворимые объясняется общеизвестный

факт поселения различного рода лишайников и мхов на кристаллических горных породах, а также хорошее развитие сосны в крупнозернистых песчаных отложениях, обладающих весьма малым количеством легкорастворимых веществ. Таким образом, к удельному количеству необходимых для питания растений, следовательно, отнести как растворимые в воде, так и нерастворимые в воде, растворимые в слабых кислотах соединения.

Означенные удобоподвижные питательные вещества, измеряемые десятками и сотыми долями процента, непрерывно образуются в почве под воздействием химических и биологических почвообразовательных процессов, при этом источником накопления азотистых соединений являются, главным образом, органические вещества, а всех других (*P, K, Ca, S, Fe, Mg*) — минеральная, а затем и органическая часть почвы.

Следует заметить, что количество питательных веществ в почве является динамичным: во всякой почве оно заметным образом меняется на протяжении одного и того же года, то в сторону увеличения, то в сторону уменьшения. Динамика питательных веществ в почве обуславливается различными причинами, но, главным образом, здесь сказывается неравномерность потребления питательных веществ растениями на протяжении вегетационного периода, частая потеря их путем вымывания атмосферными осадками в глубокие горизонты и, наконец, степень интенсивности протекающих в почве многообразных физических, химических и биологических процессов.

Но интенсивность почвообразовательных процессов зависит, главным образом, от физических свойств почв, от их воздухопроницаемости, теплового и водного режима и др.; чем благоприятнее эти свойства, тем энергичнее протекают означенные процессы.

Отсюда становится понятным, что комплекс агромероприятий направленных на мобилизацию естественных питательных ресурсов почвы, должен сводиться к такого рода воздействиям на почву, которые наилучшим образом способны дать доступ воздуха в почву и создать благоприятные водные и тепловые условия и т. д. Таким образом, для воздействия на почву достигаются, главным образом, путем травосеяния, связанного с улучшением почвенной структуры, помощью системы механической обработки почв, путем обогащения почвы органическими удобрениями и др.

Что же касается таких элементов, как азот, фосфор и калий, которых часто недостает в почве для хорошего развития культурных растений, то они должны еще дополнительно вноситься в почву в виде различного рода удобрений, разумеется, сообразно с потребностью в них высеваемых культур и характером самих почв.

Вредные для растений вещества в почве

Весьма существенным моментом в питательном режиме почвы должно быть отсутствие вредных для растений веществ.

Между тем, кроме питательных веществ, которые безусловно необходимы для культурных растений, в почвах иногда могут образовываться и вредные соединения, губительно отражающиеся на развитии с.-х. культур.

Отсюда, знание природы этих веществ и условий их образования составляет необходимую предпосылку для их уничтожения.

Какие же вредные вещества и в каких условиях они могут образовываться в почвах?

Наиболее часто в почвенной среде встречаются следующие вредные вещества: кислоты, легко растворимые соли в высокой концентрации (*NaCl, Na₂SO₄, CaSO₄, MgCl₂, Na₂CO₃*), затем целый ряд неокисленных соединений, как, например, *H₂S, CH₄, PH₃* и, наконец, закисные формы соединений, как *FeO* и др.

Наличие кислот в почвах присуще большинству почв подзолистого типа. Возникновение кислой реакции в подзолистых почвах происходит, главным образом, в результате подзолообразовательных процессов, сущность которых будет разобрана несколько ниже, а затем отчасти в результате чрезмерного и частого применения на одних и тех же почвах так называемых физиологически кислых удобрений, как, например, *(NH₄)₂SO₄, NH₄Cl* и др. Растения, потребляя из этих солей катионную часть (*NH₄*), оставляют в почвенном растворе их анионы (*SO₄; Cl*); эти кислотные остатки, скопясь в том или ином количестве в почве, также служат одной из причин образования почвенной кислотности.

Образование высокой концентрации легкорастворимых солей свойственно почвам южных и юго-восточных районов с засушливым климатом.

Причиной засоления этих почв является с одной стороны засоленность самих материнских почвообразующих пород и с другой — сухость климата, способствующая через интенсивное испарение и капиллярное поднятие влаги передвижению легкорастворимых солей из глубоких горизонтов к поверхностным слоям почвы. Засоление почв может идти как в естественных условиях, так и в условиях культуры, особенно при проведении неумелого орошения почв. Но так или иначе накапливающиеся легкорастворимые соли в почве при известной степени их концентрации становятся ядом для растений и почва вследствие этого делается непригодной для возделывания на ней сельскохозяйственных культур.

Что же касается закисных и неокисленных соединений, как, например, *FeO, CH₄, H₂S, PH₃* и др., то эти вещества, как уже упоминалось выше, могут образовываться в почвах лишь при анаэробных условиях, т. е. в почвах уплотненных, с плохим газообменом, а главным образом, почвах заболоченных.

Таковы те главнейшие вредные для растений вещества, которые наиболее часто встречаются в почвах и борьба с которыми составляет одну из существенных задач агротехники в деле повышения плодородия почв.

Сообразно с характером и свойствами означенных вредных

веществ в почвах применяются и соответствующие приемы борьбы с ними.

Так, например, для уничтожения кислотности в подзолистых почвах в практике широко применяется известкование; вносимая в почву известь является нейтрализатором кислоты, которая либо иным путем образовалась в почве.

Удаление избытка легкорастворимых солей на засоленных почвах достигается при помощи приема, который носит название промывания почв. Означенное мероприятие заключается в том, что на участок или делянку засоленных почв напускается пресная вода. Через некоторое время эта вода, переведшая в раствор часть солей из почвы, сбрасывается в овраг или в особый канал, из которых не пользуются для полива полей, и отводится прочь. Этот прием промывания продолжается до тех пор, пока почва достаточно не опреснится и не станет пригодной для возделывания на ней тех или иных культур.

Уничтожение же вредных для растений веществ в виде закисненных и неокисленных соединений осуществляется путем усиления доступа воздуха в почву, т. е. при помощи мелиорации и механической обработки почв.

Усиление аэрации почв не только уничтожает накопившиеся в почвах означенные вредные соединения, но и является вместе с тем усиленным, парализующим самый процесс дальнейшего их образования. Вот почему вопрос о газообмене или аэрации почв приобретает столь важное значение особенно в областях с влажным климатом, где избыток влаги в почве является основной причиной развития раскислительных процессов и где наличие в почвах закисных и неокисленных веществ является широко распространенным явлением.

Биологические процессы в почве

В образовании и динамике питательных веществ в почве огромную роль играют биологические процессы.

Биологические процессы вызываются жизнедеятельностью населяющих почву разнообразнейших организмов как растительного, так и животного происхождения.

Все живое население почвы можно разделить на две категории: на макро- и микроорганизмы.

К группе макроорганизмов относятся различного рода растения и животные, как, например: земляные черви, личинки насекомых, муравьи, кроты, мыши, суслики и др.

К группе же микроорганизмов относятся живые существа, наличие которых в почве может быть обнаружено лишь с помощью вооруженного глаза.

Значение растений и животных в почвообразовании заключается прежде всего в том, что они, по отмирании, являются единственным источником накопления органического вещества в почве. Но этим не исчерпывается их роль в почвообразовательных процессах

растения помимо того способны в известной степени перекачивать из глубоких в верхние слои почвы питательные вещества и тем самым создавать так называемые аккумулятивные верхние горизонты почвы, значительно более богатые питательными элементами, чем нижние слои. Вместе с тем, выделяя своими корнями различного рода кислые вещества, растения способны активно воздействовать и на минеральную часть почвы, усиливая ее химическое выветривание, а, следовательно и ускоряя превращение нерастворимых соединений в более подвижные формы.

Не менее многообразным оказывается и влияние животных на почву. Так, например, из группы роющих животных — кроты, мыши, суслики и проч., проделывая в почве различные ходы и смешивая органические вещества с минеральными, заметным образом повышают водо- и воздухопроницаемость почвы, что, в свою очередь, облегчает процессы химических превращений как органических, так и минеральных составных ее частей.

Очень большую роль играют в этом отношении представители беспозвоночных животных — личинки различных насекомых, муравьи, а в особенности земляные черви, которые, измельчая органические остатки и пропуская их вместе с минеральными частицами почвы сквозь свой пищеварительный аппарат, производят часто весьма глубокие изменения в химических и физических свойствах почвы.

О значении в почвообразовательных процессах различного рода населяющих почву животных красноречиво говорит, например, тот факт, что одни лишь земляные черви при значительном их скоплении способны пропустить ежегодно через свой организм до 10 тонн земли на участке одного гектара. Таким образом, благодаря деятельности самых разнообразных роющих и копающих животных почва постоянно рыхлится, перемешивается и перемещается, что не может не отражаться самым заметным образом на интенсификации почвообразовательных процессов, а следовательно, и на образовании питательных веществ в почве.

Но наиболее глубокие химические изменения как органической, так и минеральной части почвы происходят под воздействием микроорганизмов.

Процессы превращения растительных и животных остатков в гумус, разложение сложных органических соединений на простые их составляющие минеральные вещества, т. е. процесс минерализации, обуславливаются, главным образом, жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов. Таким образом, не будь в природе микроорганизмов, земная поверхность в скором времени сплошь покрылась бы неразложившимися трупами растений и животных и дальнейшая жизнь на земле стала бы невозможной.

К микроорганизмам почвы относятся бактерии и грибы. Это одноклеточные, бесхлорофильные организмы, которые, будучи неспособными к непосредственному усвоению солнечной энергии, в подавляющем своем большинстве приспособились черпать необходимую им энергию за счет разложения уже готовых органических веществ,

созданных высшими растениями. Отсюда становится понятным, что деятельность микроорганизмов диаметрально противоположна деятельности зеленых растений: в то время как последние синтезируют органическое вещество из минеральных соединений, воды и углекислоты, переводя кинетическую энергию солнечного луча в потенциальную энергию сложного органического тела, бактерии и грибы разлагают это органическое вещество на его составные части, используя выделяющуюся при этом тепловую энергию для своей жизнедеятельности. Таким образом, наличие микроорганизмов в почве тесно связано с органическим веществом: чем богаче почва перегноем, тем больше содержится в ней микробов и наоборот. Обычно богаты микроорганизмами культурные, хорошо обрабатываемые и удобряемые навозом почвы.

Количественный и качественный состав микроскопического населения почв зависит, кроме того, и от климатических и погодных условий, от физико-химических и химических свойств почв, от глубины залегания того или иного почвенного горизонта и т. д. Это объясняется, например, тот факт, что в летний период в почве находится микробов больше, чем весной или поздней осенью; верхние горизонты почвы, более богатые перегноем и лучше аэрируемые, обычно содержат в себе и больше микроорганизмов, чем глубокие горизонты. В почвах, характеризующихся нейтральной или слабощелочной реакцией, преобладают бактерии, в почвах же с кислой реакцией — грибки.

Что же касается абсолютных величин, определяющих количество микробов в той или иной почве, то они выражаются огромными цифрами.

Так, например, в одном грамме подзолистых почв содержится около 300—400 миллионов бактерий; в 1 грамме черноземных почв количество бактерий достигает 2—3 миллиардов, а иногда и более.

Это огромное микроскопическое население в почве представлено множеством самых разнообразных типов и рас бактерий и грибов. Каждая раса микроорганизмов, будучи приспособленной жить только в определенных почвенных условиях, характеризуется специфичностью своей деятельности, резко отличающей данную расу от других типов бактерий. Совершенно очевидно, что многообразие населяющих почву микроорганизмов вызывает большое разнообразие и микробиологических явлений или процессов в почве.

На рассмотрении важнейших микробиологических процессов, имеющих большое практическое значение в земледелии, мы сейчас и остановимся.

Процесс связывания атмосферного азота

Как уже отмечалось выше, ни одна горная порода не содержит в себе азота. Колоссальными же запасами азота, находящегося в атмосфере, растения непосредственно питаться не могут. Естественно, возникает вопрос: откуда же берется азот в почве, необхо-

димый для питания растений? Накопление азота в почве в доступной для растений форме осуществляется благодаря жизнедеятельности определенных групп бактерий, обладающих удивительной способностью усваивать азот непосредственно из атмосферы и переводить его в сложные соединения своего тела.

В почве существуют две группы азот-фиксирующих микробов. Одни из них, так называемые клубеньковые бактерии (*Bacterium radicum*), способны развиваться только на корнях различных бобовых растений, другие же свободно произрастают в почвенной среде. Из свободно обитающих микробов — одни являются аэробными (*Azotobacter chroococcum*), другие анаэробными (*Clostridium Pasteurianum*).

Наибольшее значение в земледелии имеют клубеньковые бактерии и из свободно живущих *Azotobacter*. Что же касается бактерий другого вида *Clostridium Pasteurianum*, то они, будучи анаэробными, в культурных, хорошо обрабатываемых почвах, обычно угнетаются, вследствие чего и роль их в накоплении азота в почве сравнительно незначительна.

Усвоенный из атмосферы и превращенный в органическое вещество азот вместе с трупами бактерий остается в почве. Такого рода фиксация азота микроорганизмами может достигать при благоприятных условиях большого эффекта, выражаясь в среднем 30—35 кг на 1 га в течение одного года.

Отсюда становится понятным, что создание наиболее благоприятных условий, способствующих интенсивному развитию азот-усваивающих микробов в почве, составляет весьма существенную задачу агротехники.

Какие же условия наиболее благоприятствуют хорошему развитию этих бактерий? Главнейшие азот-фиксирующие микроорганизмы — клубеньковые и свободно живущие (*Azotobacter*), являясь аэробными бактериями, для своей жизнедеятельности требуют прежде всего свободного притока кислорода воздуха. Поэтому нормальное развитие означенных микробов может иметь место только в почвах с достаточной воздушной влажностью. Наибольшей, в почвах угнетенных, заболоченных, а, следовательно, и плохо проветриваемых, жизнедеятельность азот-усваивающих бактерий весьма угнетается и накопление азота здесь сводится к минимуму.

Весьма существенным условием для развития означенных микроорганизмов является также характер реакции почвенной среды. Как клубеньковые бактерии, так и *Azotobacter* могут жить только в нейтральной или слабо щелочной среде; следовательно, наличие извести в почве составляет важный момент для интенсивного развития азот-усваивающих микробов.

Само собою разумеется, что бактерии, будучи живыми организмами, для своего нормального развития должны предъявлять определенные требования и к влаге и к теплу. Наиболее благоприятной влажностью для данных микроорганизмов является та же, что и для большинства высших растений, т. е. влажность, равная прибли-

тельно половине влагоемкости почвы. Оптимальной же температурой для них является 20° — 25° С.

Клубеньковые бактерии, как уже отмечалось выше, могут успешно развиваться только на корнях бобовых растений. Что же касается *Azotobacter*, то необходимым условием его существования является наличие в почве перегнойных веществ, из которых данный организм почерпает себе нужную ему энергию.

Таким образом, обогащение почвы органическими веществами, введение травопольных севооборотов с высевом бобовых трав, тщательная механическая обработка почвы, наконец, известкование кислых подзолистых почв и составляют тот комплекс необходимых мероприятий, с помощью которых создаются наиболее благоприятные условия, в которых интенсивно могут развиваться азот-фиксирующие бактерии, а следовательно, и накапливаться азот в почвах.

Следует заметить, что в целях усиления развития некоторых азот-усвояющих бактерий (главным образом клубеньковых) в почве в последнее время найден способ еще так называемой „прививки“. Сущность этого способа заключается в том, что азот-фиксирующие бактерии размножаются искусственно в лабораторной обстановке и затем, в виде препаратов „нитрагина“, „нитро-культуры“, „нитробактерина“, „азотогена“ и др. смешиваются с семенами клевера или просто с почвой и рассеиваются на поле. Эффективность этого метода особенно заметна на почвах, где на протяжении многих лет не сеялись бобовые растения. Метод „прививки“, обещающий большие практические возможности, уже в настоящее время находит свое применение на полях совхозов и колхозов нашей страны. Так, в 1936 г. бактериально-удобрительные препараты — нитрагин и азотоген — применялись на площади более 210 тысяч гектаров нечерноземной полосы Союза. В 1937 году нитрагин и азотоген были применены на площади в 1 миллион гектаров. В настоящее время в Москве уже закончено строительство нитрагинного завода. Это — первое в Советском Союзе промышленное предприятие, изготавливающее бактериальные удобрения.

Процессы аммонизации и нитрификации

Азот, накопленный в телах микроорганизмов, а равно и азот, заключенный вообще во всяком органическом веществе растительного и животного происхождения, непосредственно недоступен для питания растений.

Переход азота из неусвояемой в усвояемую для растений форму осуществляется благодаря так называемому процессу аммонизации.

Сущность процесса аммонизации заключается в том, что определенная группа микроорганизмов, разлагая органические азотосодержащие вещества на их составные части, наравне с другими различного рода соединениями выделяет и аммиак.

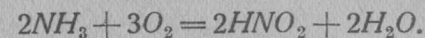
Выделяющийся в результате разложения органических веществ аммиак и является усвояемой для растений формой соединений азота.

Следует при этом заметить, что процесс аммонизации совершается как аэробными, так и анаэробными микробами, поэтому образование аммиачного азота может происходить и в почвах хорошо аэрируемых и почвах уплотненных, заболоченных, с затрудненным газообменом.

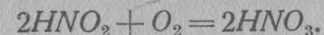
Таким образом, благодаря жизнедеятельности аммонификаторов, т. е. особого рода микроорганизмов, обладающих способностью выделять из органических веществ аммиак, культурные растения имеют возможность получать себе в пищу один из важнейших для них элементов — азот.

Помимо аммонизаторов в почве, однако, существуют и другие бактерии, которые обладают способностью переводить аммиак в нитратные соединения.

Процесс нитрификации, т. е. превращение аммиака в соли азотной кислоты, совершается под воздействием двоякого рода бактерий. Одни из них (*Nitrosomonas*) окисляют аммиак в нитриты по уравнению:



Другие же (*Nitrobacter*) дальше продолжают реакцию окисления аммиака и превращают образовавшиеся нитриты в нитраты:



Азотистая же и азотная кислота, встречаясь в почве с различными катионами, тотчас же дает целый ряд азотнокислых солей ($NaNO_3$, KNO_3 и $Ca(NO_3)_2$). Соли азотной кислоты являются наиболее удобной формой азотистого питания высших растений, поэтому процесс нитрификации имеет большое значение для производительности почвы.

Особенностью нитрифицирующих бактерий является то, что они могут жить и размножаться при полном отсутствии органического вещества в почве; они обладают способностью синтезировать белок из минеральных соединений; необходимую же им для синтеза тепловую энергию они получают при окислении аммиака в азотистую и азотную кислоту.

Поскольку же нитрификация является окислительным процессом, постольку, следовательно, аэрация почвы представляется необходимым условием для интенсивного образования азотистых солей в почве.

Таким образом, механическая обработка почвы, травосеяние, внесение удобрений, способствующих образованию и поддержанию структуры почвы, и являются теми важнейшими мероприятиями, с помощью которых можно создать наиболее благоприятные условия для процесса нитрификации.

Процесс денитрификации

Наряду с описанными выше биологическими процессами, имеющими большое положительное значение в земледелии, в почве могут

происходить и обратные, весьма нежелательные процессы, связанные с потерей азота, так называемые процессы денитрификации.

Сущностью денитрификации является восстановление особыми микробами солей азотной кислоты и образование целого ряда низших, более простых соединений: нитритов, аммиака и свободного азота. Совершенно очевидно, что выделяемый при этом свободный азот переходит в атмосферу и полностью теряется для почвы и растения. Процессы денитрификации происходят в условиях затрудненного доступа воздуха. Денитрифицирующие бактерии для своего дыхания отнимают кислород от нитратов и нитритов, а необходимую им энергию получают от окисления органических безазотистых веществ. Поэтому интенсивное развитие они получают главным образом, в почвах, обладающих плохой воздухопроницаемостью, в почвах уплотненных и заболоченных. Отсюда становится понятным, что приемом, способным парализовать развитие этого нежелательного процесса, должно быть создание аэрации, усиление газообмена в почве.

Процесс мобилизации фосфорной кислоты

Кроме азота микроорганизмы способны накапливать в почве в доступной для растений форме и другой весьма важный для питания элемент — фосфор. Разлагая органические фосфор-содержащие вещества на целый ряд более простых соединений, бактерии освобождают фосфорную кислоту. Последняя, соединяясь при этом с различными основаниями почвы, образует разнообразные фосфорнокислые соли, многие из которых однако могут быть в недоступной для растений форме. Но под влиянием различных бактерий, выделяющих в процессе жизнедеятельности всевозможные кислые вещества, труднорастворимые фосфорнокислые соли переходят в подвижные формы соединений и становятся доступными для усвоения растениями.

Таким образом, процесс мобилизации фосфорной кислоты, т. е. превращение ее из неусвояемой в усвояемую для растений форму играет чрезвычайно важную роль в питательном режиме почв.

Процесс сульфуризации

При распаде органических веществ, содержащих в своем составе белок, наряду с другими соединениями выделяется и сероводород, являющийся для высших растений ядовитым.

Однако, в почве существует целая группа серобактерий, обуславливающих так называемый процесс сульфуризации: обладая способностью окислять H_2S , они превращают названное соединение в соли серной кислоты, из которых и берут для своего питания высшие растения необходимый им элемент — серу.

Таким путем, благодаря биологическим процессам, вызываемым группой серобактерий, культурные растения получают возможность

питаться той серой, которая содержится в органическом веществе почвы.

Необходимо заметить, что процесс сульфуризации, т. е. превращение сероводорода в сульфаты, может протекать лишь в условиях свободного и неограниченного притока воздуха, именно лишь в почвах, обладающих достаточной воздухопроницаемостью.

В почвах же уплотненных, заболоченных, лишенных притока воздуха, процесс сульфуризации уступает место так называемому процессу десульфуризации, при котором особого рода анаэробными бактериями соли серной кислоты восстанавливаются обратно до H_2S . Вот почему, следовательно, в плохо проветриваемых почвах, особенно в почвах заболоченных и болотах, среди других различного рода вредных для растений соединений всегда содержится значительное количество и сероводорода.

Отсюда становится понятным, что в основе агромероприятий, способных направить в нужную нам сторону биологические процессы по накоплению серы в усвояемой для растений форме, должно лежать создание достаточной аэрации почвы.

Таковы те наиболее важные с точки зрения земледелия биологические процессы, которые вызываются жизнедеятельностью всевозможных населяющих почву микроорганизмов и с которыми неразрывно связана мобилизация необходимых для растений питательных веществ в почве.

Таким образом, значение и роль микроорганизмов в питательном режиме почв огромна.

И создание условий, наиболее благоприятствующих интенсивному развитию, и при том в желательном для нас направлении биологических процессов в почве, должно составлять весьма существенную задачу агротехники в деле повышения производительности полей.

К изложенному выше следует, однако, еще добавить, что биологические процессы имеют и свою отрицательную сторону. Дело в том, что почвенные микроорганизмы, ничем, можно сказать, не отличаясь по своему элементарному составу от других организованных существ, в процессе своего питания поглощают из почвенного раствора те же питательные вещества, которые нужны и для культурных растений, т. е. азот, фосфор, калий, кальций, серу и др. Другими словами, жизнедеятельность микроорганизмов сопровождается двумя диаметрально-противоположными процессами: с одной стороны накоплением в почве растворимых, а следовательно, и усвояемых культурными растениями веществ, и с другой — поглощением и закреплением в своем теле имеющихся в почве легко растворимых соединений.

Но это кажущееся на первый взгляд противоречие теряет свою остроту, если принять во внимание, с одной стороны, что жизнь бактерий весьма кратковременна, и, с другой, что большинство микроорганизмов на протяжении своей жизни способно накопить в почве питательных веществ значительно больше того количества,

которое потребляется самими бактериями для построения своего тела.

Питательные же вещества, заключенные в организмах бактерий после отмирания и минерализации последних очень скоро вновь становятся достоянием культурных растений.

Помимо того, растениям задерживание питательных веществ в теле микроорганизмов удерживает их от вымывания и способствует накоплению их в верхних горизонтах почвы, что несомненно имеет положительное значение, особенно в районах с избыточным увлажнением.

Многообразные физико-химические и биологические почвообразовательные процессы, а также динамика питательных веществ в почве, находятся в самой тесной и неразрывной связи с поглощательной способностью почв, играющей огромную роль в плодородии последних.

К рассмотрению этого весьма важного свойства почвы мы сейчас и переходим.

Глава V

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ЖИЗНИ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ

Под поглотительной способностью почвы понимается способность почвы поглощать и задерживать в себе различные растворенные и взмученные в воде вещества, а также и газы.

Это свойство почвы было известно людям уже давно и оно широко использовалось ими в своих практических целях.

Так, например, жители приморских местностей уже в давние времена опресняли морскую соленую воду путем пропускания ее через слой почвы.

При этом соли, содержащиеся в морской воде, задерживались в почве, а прошедшая сквозь почвенный слой вода становилась пресной и годной для питья.

Однако, сущность этого явления, его теоретическое обоснование и объяснение стало известно сравнительно лишь недавно благодаря научным работам в этом направлении целого ряда исследователей: Уея, Ван-Беммелена, Вигнера, Маттсона, Коссовича, и др. Особенно большая ясность внесена в эту область знания работами академика К. К. Гедройца.

Способность почвы поглощать и удерживать в себе растворенные в воде вещества имеет огромное значение в земледелии. Именно, благодаря этому свойству почва удерживает от вымывания легко растворимые соединения, образующиеся в результате физико-химических и биологических процессов, а тем самым, следовательно, и сберегает для растений необходимые им питательные элементы.

Поглотительная способность у различных почв выражена неодинаково: одни почвы обладают этим свойством в большей, другие — в меньшей степени.

Способность почвы поглощать вещества из растворов, а также и газы в значительной степени находится в прямой зависимости от содержания в ней мельчайших, главным образом, коллоидальных частиц: чем богаче та или иная почва коллоидальной частью, тем сильнее в данной почве будет выражена поглотительная ее способность.

Поэтому, прежде, чем приступить к рассмотрению самой сущности поглотительной способности почв, необходимо будет предва-

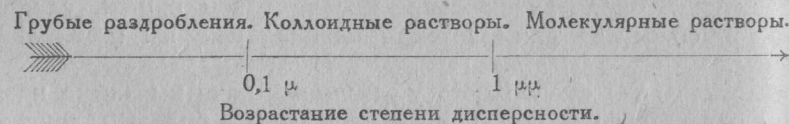
рительно ознакомиться в общих чертах с основными свойствами почвенных коллоидов.

Почвенные коллоиды

При рассмотрении механического состава почв мы уже говорили, что всякая почва состоит как из крупных песчаных, так и из мельчайших илстых и коллоидальных частиц. Что же из себя представляют коллоиды? Под коллоидами вообще разумеется любое вещество в состоянии высокой степени его раздробленности и дисперсности. Всякое твердое тело можно путем измельчения превратить в коллоиды. Сначала при этом получают грубые раздробления, дальнейшее же распыление вещества приведет в коллоидальное состояние. Если вещество в коллоидальном его состоянии смешать с водой, то получится так называемый коллоидальный раствор со свойствами, весьма напоминающими истинные или молекулярные растворы. Но молекулярный раствор представляет собой распад вещества на отдельные его молекулы или даже ионы. В коллоидном же растворе каждая частица вещества состоит из группы в несколько сот или тысяч молекул. Другими словами каждая коллоидальная частица представляет из себя агрегат совокупности отдельных молекул. К коллоидам условно принято относить все те измельченные вещества, отдельные части которых имеют размеры от 0,1 микрона до 1 микромикрона. Вещества с частицами, меньшими 1 μ , относятся уже к категории молекулярных или истинных растворов, так как величина большинства молекул измеряется долями микромикрона и обычно не превышает 1 μ .

Вещества, отдельные частицы которых больше 0,1 μ , относятся к группе грубых раздроблений, иначе называемых суспензиями или взвесями.

Постепенный переход от состояния грубого раздробления вещества вплоть до молекулярных растворов можно наглядно представить в виде следующей схемы:



Означенные границы, характеризующие состояние дисперсности вещества, являются условными и определяются они исключительно нашими методами физического исследования.

Так, частицы с диаметром больше 0,1 μ , образующие в водной или взвеси, видны в обыкновенный микроскоп и не проходят через бумажный фильтр вследствие того, что поры самой плотной фильтровальной бумаги имеют размеры, равные 0,2 μ .

Коллоидные же растворы, состоящие из частиц от 0,1 μ до 1 μ , невидимы в микроскоп, а видны лишь в ультрамикроскоп.

они проходят через бумажный фильтр, но не проходят через поры животной и растительной перепонки. Что же касается молекулярных растворов, то их частицы, в отличие от коллоидов, невидимы ни в микроскоп, ни в ультрамикроскоп и они проходят как через бумажный фильтр, так и через поры животной и растительной перепонки.

Таковы те характерные признаки, коими практически определяется коллоидальное состояние вещества.

Состав и происхождение почвенных коллоидов

Все почвенные коллоиды по их составу можно разделить на две большие группы: на 1) минеральные и 2) органические коллоиды.

Минеральные коллоиды являются составной частью глины или ила, органические коллоиды — составной частью гумуса или перегноя.

Минеральные коллоиды непрерывно образуются в почве в процессе физико-химического и биологического выветривания горной породы; сюда входят коллоидально раздробленные частички кварца, полевых шпатов, каолина и целого ряда других самых разнообразных пород и минералов.

Что же касается органических коллоидов, то они образуются в почве в процессе гумификации животных и растительных остатков.

Минеральные и органические коллоиды, вступая во взаимодействие между собою, могут давать коллоиды и более сложного состава, именно, органоминеральные коллоидальные соединения.

Таким образом, наличие коллоидов в почве всецело зависит от характера последней: чем больше содержится в той или иной почве глины и перегноя, тем данная почва будет богаче коллоидами. Наиболее богатыми коллоидами, следовательно, будут почвы глинистые и суглинистые с высоким содержанием гумуса; наоборот, почвы крупнозернистые песчаные и супесчаные, обедненные перегноем, будут отличаться ничтожным количеством коллоидальных частиц.

Увеличение энергии поверхности при раздроблении

Почвенные мелкоизмельченные частицы, как и любое вообще раздробленное вещество, обладают так называемой энергией поверхности.

Дело в том, что молекулы и атомы, расположенные на поверхности какого-либо вещества, находятся в несколько иных условиях, чем молекулы и атомы, находящиеся внутри этого тела.

Молекулы, заключенные внутри той или иной частицы вещества, испытывают одинаковое притяжение со всех сторон окружающими их такими же молекулами. Поверхностные же молекулы, непосредственно соприкасающиеся с окружающей жидкой или газообразной средой, имеют изнутри и снаружи различные притяжения.

Эти поверхностные молекулы обладают некоторым количеством свободной энергии, которая и является причиной так называемого поверхностного натяжения на границе соприкосновения коллоидных частиц с окружающей средой. Поверхностная энергия любого вещества измеряется произведением поверхностного натяжения на общую его поверхность. Очевидно, что чем большей поверхностью обладает то или иное вещество, тем большей будет и его поверхностная энергия.

Увеличение же поверхности связано с дроблением того или иного вещества: чем на более мелкие части будет разделено данное тело, тем большей удельной поверхностью оно будет обладать.

Это наглядно можно показать, если взять, например, один кубик какого-либо твердого вещества с величиной ребра в один сантиметр и начать его дробить, уменьшая последовательно величину ребра в 10 раз.

Какую колоссальную удельную поверхность приобретает так или иначе каждая коллоидальная частица в коллоидном растворе, видно из следующей таблицы:

Увеличение поверхности тела при его дроблении

Длина ребра куба	Число кубов	Общая поверхность	Удельная поверхность
1 см	1	6 кв. см	6
1 мм	10 ³	60 "	6.10
0,1 "	10 ⁶	600 "	6.10 ²
0,01 "	10 ⁹	6000 "	6.10 ³
1 мк	10 ¹²	6 кв. мт	6.10 ⁴
0,1 "	10 ¹⁵	60 "	6.10 ⁵
0,01 "	10 ¹⁸	600 "	6.10 ⁶
1 мкр	10 ²¹	6000 "	6.10 ⁷
0,1 "	10 ²⁴	60000 "	6.10 ⁸
0,01 "	10 ²⁷	600000 "	6.10 ⁹
0,001 "	10 ³⁰	6 кв. клм	6.10 ¹⁰

Значение поверхностной энергии заключается в том, что она, будучи свободной энергией, может производить определенную работу, вызывая разнообразные почвенные процессы. Именно эта энергия поверхности и является одной из важнейших причин, обуславливающих поглотительную способность почв.

Совершенно очевидно, что чем мелкоземистее та или иная почва, чем богаче она коллоидами, тем большей поверхностью она обладает и тем, следовательно, сильнее будет выражена поглотительная ее способность.

Броуновское движение и заряд коллоидных частиц

При рассмотрении коллоидального раствора в ультрамикроскоп можно заметить, что коллоидные частицы находятся в непрерывном беспорядочном или так называемом броуновском движении.

Вызывается оно тем, что коллоидные частицы, будучи весьма ничтожных размеров, непрерывно получают удары со стороны молекул растворителя, находящихся в тепловом движении. При этом, чем меньше по своему размеру коллоидные частицы, тем сильнее они движутся; частицы же, имеющие в диаметре больше 2 м, броуновскому движению не подвержены: будучи взвешенными в воде они в силу своей тяжести довольно быстро оседают на дно.

Причиной, препятствующей отдельным коллоидным частицам притягиваться и соединяться друг с другом в более крупные группы или агрегаты, является одноименность электрического их заряда. Следует здесь заметить, что целый ряд веществ при погружении их в жидкую среду получает определенный электрический заряд. Положительный или отрицательный заряд поэтому имеет каждая коллоидальная частица в коллоидном растворе.

Какой же заряд несут на себе частицы почвенных коллоидов? В почве могут быть как положительные, так и отрицательно заряженные коллоиды.

Большинство же почвенных коллоидов как минерального, так и органического происхождения имеет отрицательный заряд. В этом легко можно убедиться на следующем весьма наглядном опыте. Если через раствор коллоидов гумуса или глины, помещенный в U-образную трубку, пропускать постоянный электрический ток, то в непродолжительном времени обнаружится, что жидкость у катода осветляется, и все коллоидальные частицы гумуса и глины устремляются к положительному полюсу, аноду. Очевидно, что почвенные коллоиды потому перемещаются к положительному полюсу, что они несут на себе отрицательные заряды. Этот опыт убеждает нас в том, что почвенные коллоидные частицы гумуса и глины действительно заряжены отрицательно.

Коагуляция коллоидов. Золи и гели

Все коллоиды могут быть в двух различных состояниях:

1. В состоянии коллоидного раствора или золя.
2. В состоянии студенистого, хлопьевидного или аморфного осадка — геля.

В состоянии золя коллоиды находятся до тех пор, пока они имеют заряд. Но как только этот заряд тем или иным путем будет уничтожен или же будет понижен настолько, что сила притяжения станет больше силы отталкивания, отдельные коллоидные частицы начнут сцепляться друг с другом в крупные агрегаты и выпадут в осадок. Этот процесс и носит название свертывания коллоидов или коагуляции.

Процесс коагуляции коллоидов, т. е. переход золя в гель, может обуславливаться различными причинами, но главным образом он происходит при взаимодействии коллоидов с электролитами, т. е.

с растворами солей, кислот или щелочей. Сущность этого явления состоит в следующем.

Молекулы электролитов в растворе распадаются на ионы, которые приобретают при этом определенный электрический заряд: катионная часть (например Ca^{++} , Na^+ , H^+ и т. д.) — положительный и анионная (Cl^- , OH^- , CO_3^{--}) — отрицательный. Эти ионы диссоциированных молекул, встречаясь в растворе с коллоидными частицами и нейтрализуют заряды последних. Действующим началом при этой нейтрализации будут в каждом случае те ионы, которые имеют заряды, противоположные зарядам коллоидных частиц, т. е. коллоиды с отрицательным зарядом своих частиц будут коагулироваться катионами, коллоиды же с положительными зарядом — анионами.

А так как в почве преобладают отрицательно заряженные коллоиды, то коагуляция их может происходить лишь под воздействием положительно заряженных катионов почвенного раствора. Следует при этом заметить, что различные катионы, в зависимости от их валентности и атомного веса, обладают разной величиной заряда, а потому и коагулирующая способность их будет неодинакова. Одновалентные катионы коагулируют слабее двухвалентные, двухвалентные — слабее, чем трехвалентные. По степени возрастания коагулирующей способности наиболее часто встречающиеся в почвенном растворе катионы располагаются в следующем порядке: NH_4 , K , H , Mg , Ca , Al , Fe .

Коагуляция обратимая и необратимая

Коагуляция коллоидов может быть обратимой и необратимой, т. е. в одном случае золь, перешедший в гель, снова может перейти в раствор; в другом, — этот переход геля в золь будет затруднен или совсем невозможен. При этом обратимой является коагуляция, вызванная воздействием одновалентных катионов (Na , K , H), необратимой — двухвалентными (Ca , Mg), а также и трехвалентными катионами, как, например, Al и Fe .

Что же касается положительно заряженных почвенных коллоидов, то коагуляция их происходит под влиянием отрицательно заряженных анионов, коагулирующая способность которых, подобно катионам, также зависит от их валентности.

Свертывание почвенных коллоидов, помимо действия электролитов, может вызываться и другими причинами. Здесь прежде всего следует отметить взаимную коагуляцию противоположно заряженных коллоидов. Такого рода коагуляция происходит в почве, например, при смешении отрицательно заряженных золь гумуса и кремниевой кислоты с положительно заряженными золь гидратов окиси железа и алюминия. Коагуляция почвенных коллоидов может происходить также при высыхании и замерзании почв, благодаря повышающейся при этом концентрации электролитов в растворе.

И, наконец, свертывание коллоидов может происходить и под влиянием времени в результате так называемого процесса старения коллоидов.

Таким образом, с коллоидами связан целый ряд явлений чисто физического характера. Но, будучи высокодисперсным веществом, коллоиды обладают огромным относительным количеством молекул, находящихся на поверхности частиц, а, следовательно, и способных принимать участие в химических реакциях с почвенными растворами.

Вот почему, следовательно, коллоиды составляют наиболее активную и в то же время наиболее существенную часть почвы, в которой главным образом и сосредоточена способность почвы к всевозможным реакциям.

С коллоидальной частью почвы теснейшим образом связана и поглотительная ее способность, играющая, как увидим ниже, колоссальную роль во всех почвообразовательных процессах.

Явления поглощения

Поглощение почвою приходящих в соприкосновение с нею различного рода веществ представляет из себя весьма сложное явление, в котором могут принимать участие как химические, так и физические и физико-химические и биологические процессы.

В зависимости от того, что именно поглощает почва и какой совершается при этом процесс, различают следующие виды поглотительной способности: 1) механическую поглотительную способность почвы; 2) физическое поглощение или адсорбцию; 3) химическое поглощение; 4) физико-химическое поглощение или обменную адсорбцию и 5) биологическое поглощение.

Следует отметить, что каждый из этих видов поглощения, являясь лишь отдельной стороной поглотительной способности почв, протекает в почвенной среде в неразрывной связи с другими видами поглощения.

На рассмотрении характера поглощения каждого вида и его значения в почвообразовании мы сейчас и остановимся.

Механическое поглощение

Механическое поглощение почв представляет собою свойство почвы, как всякого пористого тела, не пропускать через себя и задерживать взмученные в воде частицы. Эта способность почвы находится в тесной зависимости от ее механического состава и структурных свойств.

Чем мелкозернистее по своему механическому составу почва и чем, следовательно, мельче пронизывающие ее во всех направлениях поры, тем лучшей задерживающей или фильтрующей способностью обладает данная почва.

Очевидно, что почвы суглинистые и глинистые обладают этой способностью в большей степени, чем почвы песчаные, а в особенности хрящеватые и каменистые. Если первые из них, имея тончайшие капилляры, способны механически задерживать в себе не только грубые суспензии, но и коллоидальные частицы, то вторые,

характеризуясь наличием крупных промежутков, будут легко пускаться с нисходящими токами воды из верхних горизонтов в нижние наиболее мелкие свои частицы.

В большой степени способствует механическому поглощению структурность почвы. Будучи сцепленными в отдельные комочки или агрегаты, мельчайшие почвенные частицы, само собою разумеется, способны удерживаться от вымывания лучше, чем в состоянии распыления, свойственного бесструктурным почвам.

Поскольку же процессу вымывания подвержены мельчайшие главным образом, коллоидальные частицы, то совершенно понятно становится та положительная роль, которую играет в почвообразовании механическая поглотительная способность почвы: именно благодаря этому поглощению в почве удерживаются от выноса в глубокие горизонты наиболее ценные с точки зрения плодородия элементы.

Само собою разумеется, что механическое поглощение так же, как и все другие виды поглотительной способности почв, имеет большое практическое значение преимущественно в областях, где в силу обилия выпадающих осадков или благодаря искусственному орошению почвы подвержены систематическому и частому промыванию водой.

Физическое поглощение или адсорбция

Сущность этого явления заключается в способности почвы, обладающей большой поверхностной энергией своих частиц, поглощать и удерживать как газообразные, так и растворенные в воде вещества. Явления поглощения почвою различного рода газов можно легко уяснить себе на примере взаимодействия твердых составных частей почвы с парообразной водой. Как известно, воздушно-сухая почва, какой бы сухой наощупь она ни казалась, всегда содержит в себе определенное количество гигроскопической влаги.

Это объясняется тем обстоятельством, что почвенные частицы благодаря силам молекулярного притяжения, способны притягивать и удерживать на своей поверхности молекулы паров воды. Молекулы парообразной влаги, облекая сплошным слоем твердые частицы почвы, удерживаются на поверхности последних с огромной силой. Для удаления гигроскопической влаги, как известно, требуется продолжительное нагревание почвы при 105°C . Такого рода прочная связь, в основе которой лежит сила молекулярного притяжения и носит название адсорбции.

Способность адсорбции присуща вообще всем телам природы. При этом, чем сильнее степень раздробления твердого вещества и чем, следовательно, больше его удельная поверхность, тем сильнее оно будет поглощать, тем выше будет его адсорбционная способность. Принцип адсорбции положен, например, в основу противогрибковых газовых масок: внутри каждого противогрибкового фильтра помещаются специальные сорта угля, который, обладая колоссальной поверхностью своих частиц, и служит поглотителем ядовитых газов

Способностью адсорбировать различного рода газы обладает и почва. Благодаря этому свойству почва в сухом состоянии всегда содержит в себе поглощенный воздух. В этом легко можно убедиться на таком весьма простом опыте. Если бросить на воду немного сухой пыли, то она не сразу потонет, несмотря на то, что удельный вес ее приблизительно в 2,5 раза больше удельного веса воды; причиной, удерживающей некоторое время сухую пыль на поверхности воды, и является в данном случае поглощенный или адсорбированный воздух.

Этим объясняется также и такой, например, факт, что сухая дорожная пыль не сразу смачивается первыми каплями дождя, а постепенно: адсорбированный частицами пыли воздух препятствует быстрому увлажнению пыли. Следовательно, почва в сухом состоянии всегда содержит в себе не только тот воздух, который заключен в порах между отдельными ее частицами, но также и воздух поглощенный, прочно связанный с наиболее мелкими, коллоидальными почвенными частицами.

В способности почвы поглощать различного рода газообразные соединения наглядно убеждает нас и такой общеизвестный факт: если какое-нибудь остропахнущее вещество, например, навоз, присыпать самым незначительным слоем почвы или торфа, то всякий запах его очень скоро совсем прекратится. Это значит, что выделяющиеся при этом газы целиком поглощаются и удерживаются в почве.

Способность почвы поглощать газообразные вещества имеет большое практическое значение: именно, благодаря этому свойству в почве могут удерживаться от потери в атмосферу такие в высшей степени важные для питания растений соединения, как аммиак, образующиеся в почве в результате разложения органических веществ.

Не меньшее значение в этом отношении имеет и способность почвы поглощать и удерживать в себе различного рода вещества из растворов.

Почвенная влага, приходя в соприкосновение с твердыми почвенными частицами, облекает их сплошной водной оболочкой. При этом, тонкий слой воды, непосредственно прилегающий к твердым частицам почвы, в силу явления адсорбции находится в весьма сжатом состоянии, отвечающем иногда давлению до 10000 атмосфер и более.

Это огромное давление, однако, проявляется только у самой поверхности почвенных частиц, и молекулы воды, расположенные на некотором расстоянии от поверхности твердых частиц, не испытывают этого давления совсем или испытывают, но в значительно меньшей степени. Необходимо здесь будет заметить, что растворимость многих веществ, в том числе и большинства минеральных солей, увеличивается с повышением давления. Вследствие этой причины наибольшая концентрация растворенных солей будет сосредоточена у самой поверхности почвенных частиц, т. е. в том слое воды, который непосредственно соприкасается с твердыми частицами и находится под большим давлением.

В силу этого явления почвенный раствор в различных своих частях будет неоднороден: чем ближе к поверхности твердых частиц концентрация его будет выше, по мере же удаления от частиц наличие солей в растворе будет резко уменьшаться, а подвижность их увеличиваться.

Таким образом, благодаря энергии поверхности почвенных частиц преобладающая часть растворимых соединений будет поглощена и закреплена почвою, а в результате этого, следовательно, и удерживаться будет от вымывания в глубокие горизонты. Такого рода поглощение, при котором молекулы того или иного вещества как бы притягиваются из раствора твердыми почвенными частицами, концентрируясь у самой их поверхности, и носит название положительной адсорбции.

Способность почвы поглощать из раствора различного рода вещества нагляднее всего может быть доказана путем пропускания через почвенный слой какого-либо ярко окрашенного раствора, например, разведенных чернил.

При этом окрашенная жидкость, пройдя сквозь почву, окажется частично или полностью обесцвеченной. Очевидно, следовательно, что молекулы красящего вещества поглотились или адсорбировались почвою.

Явлением положительной адсорбции объясняется также и отмеченное выше опреснение соленой морской воды при пропускании ее через почву.

Практическое значение способности почв поглощать вещества из растворов очевидно: с одной стороны благодаря этому свойству растворимые питательные вещества предохраняются от быстрого их вымывания из почвы, а, во-вторых, вследствие неоднородности почвенного раствора, для растений создаются возможности нахождения в почвенной среде те именно концентрации, которые наиболее соответствуют их потребностям.

Однако, в почве может иметь место и так называемая отрицательная адсорбция, т. е. такого рода явление, при котором растворимые в воде вещества не поглощаются или весьма слабо поглощаются почвою.

Отрицательная адсорбция свойственна таким соединениям, растворимость которых при повышении давления понижается, вследствие чего наибольшая концентрация их будет не в водных оболочках, окружающих твердые почвенные частицы, а в свободной наиболее подвижной части раствора.

К числу отрицательно адсорбируемых веществ в почве относятся нитраты, т. е. соли азотной кислоты. Вот почему, следовательно, применяя эти соединения в качестве удобрений, необходимо их вносить в почву незадолго до посева с. х. культур и при том в небольших количествах.

Таковы в основных чертах сущность и значение способности почвы поглощать газы и минеральные соли из раствора.

Поскольку же при этом поглощении не происходит никаких

химических реакций и качественных изменений поглощенных почвою веществ, то и само явление поэтому называется физическим поглощением или просто адсорбцией.

Химическое поглощение

Помимо физического поглощения легко растворимые соединения могут закрепляться в почве и иным путем.

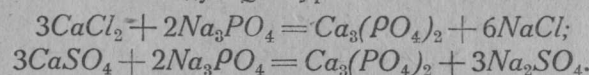
Дело в том, что многие находящиеся в растворе вещества при соприкосновении их друг с другом или с твердой частью почвы способны вступать в химическую реакцию, давая при этом нерастворимые или слабо растворимые соединения.

Образующиеся в результате такого взаимодействия нерастворимые твердые вещества и будут удерживаться в почве от вымывания.

Так, например, в почве может находиться фосфорная кислота в форме такой легко растворимой соли, как Na_3PO_4 .

Будучи легко подвижным соединением, означенная соль, естественно, может в известной степени передвигаться в почвенной среде в глубокие горизонты, а вместе с тем, следовательно, возможна и потеря для растений такого ценного питательного вещества, как фосфор.

Однако, в почвенном растворе, наряду с Na_3PO_4 , всегда могут быть в том или ином количестве и другие всевозможные соли, как, например, $CaCl_2$; $CaSO_4$ и т. д., которые, вступая в обменную реакцию с Na_3PO_4 , будут давать те или иные нерастворимые вещества. Химическое взаимодействие этих солей может быть представлено в виде следующих уравнений:

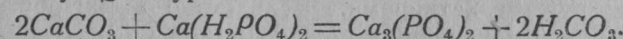


Как видим, в том и другом случае в результате химической реакции между двумя легко растворимыми солями образуется новая нерастворимая соль $Ca_3(PO_4)_2$.

Заключенная же в трехкальциевом фосфате фосфорная кислота и будет прочно удерживаться в почве.

Аналогичным путем могут поглощаться и закрепляться в почве также и искусственно вносимые удобрения.

Так, например, если в карбонатную почву внести суперфосфат, то значительная его часть может перейти в трифосфат кальция согласно следующего уравнения:



Так как рассмотренный нами сейчас вид поглотительной способности основан на чисто химической реакции взаимного обмена в растворе, то он и носит поэтому название химического поглощения или химической поглотительной способности почвы.

К сказанному здесь следует, однако, еще добавить, что не все растворимые минеральные соединения могут химически поглощаться почвами. Среди легкоподвижных питательных веществ в почве имеются и такие соединения, которые в силу своих особенностей и свойств не могут быть химически поглощаемы почвою.

К этой категории относятся те легкорастворимые вещества, которые при взаимодействии с другими соединениями не могут давать нерастворимых или труднорастворимых образований.

К числу химически непоглощаемых соединений относится и весьма ценное в сельскохозяйственном отношении вещество — азотная кислота. Последняя, как известно, со всеми катионами способна образовывать только легкорастворимые азотнокислые соли.

Этим и объясняется та легкая вымываемость из почвы, которая присуща всем нитратным солям, как образующимся в самой почве в результате био-химических процессов, так и вносимых в почву извне в виде тех или иных минеральных азотнокислых туков.

Физико-химическое поглощение или обменная адсорбция

Минеральные соли и кислоты в почвенном растворе, как уже отмечалось выше, частично диссоциированы на катионы и анионы; при этом каждый ион диссоциированных молекул несет на себе определенный электрический заряд: катион — положительный, а анион — отрицательный. Так, например, молекулы $NaCl$ распадаются в растворе на Na^+ и Cl^- ; $CaCO_3$ на ионы Ca^{++} и CO_3^{--} ; HCl на H^+ и Cl^- и т. д. Диссоциированной, хотя и в весьма незначительной степени, является также и вода, благодаря чему наряду с молекулами H_2O в ней всегда содержатся и ионы: H^+ и OH^- . Поэтому, при взаимодействии между почвенным раствором и твердой частью почвы, последней поглощаются из раствора не только целые молекулы растворенных веществ, но и их частицы, т. е. ионы.

Поскольку же мельчайшие почвенные частицы или коллоиды заряжены отрицательно, очевидно, что поглощаться почвою в растворе будут главным образом катионы.

Поглощенные катионы удерживаются на поверхности коллоидных частиц весьма прочно и могут быть вытеснены обратно в раствор лишь другими катионами. Вследствие этого обстоятельства и самый процесс поглощения почвою ионов из раствора является по существу процессом обмена катионов на поверхности мельчайших почвенных частиц.

Так, например, если навеску черноземной почвы взболтать с раствором хлористого аммония и отфильтрованную затем жидкость проанализировать, то в ней, кроме NH_4Cl окажутся еще и другие соединения, именно, $CaCl_2$ и $MgCl_2$.

При этом, количество хлористого аммония в фильтрате будет несколько меньше против первоначально взятого NH_4Cl .

Очевидно, что при соприкосновении хлористого аммония с почвою некоторая часть аммония поглотилась; вытесненные из почвы катионы Ca^{++} и Mg^{++} перешли в раствор и вместе с анионами Cl^- образовали соли $CaCl_2$ и $MgCl_2$.

Вместо хлористого аммония для опыта можно взять и другую любую нейтральную соль, например, KCl , $NaCl$ и т. д.

И, если навеску той же черноземной почвы обработать раствором KCl и затем проанализировать отфильтрованную жидкость, то и в этом случае будет обнаружено аналогичное явление, именно: часть KCl из раствора исчезает, а вместо него в жидкости появится $CaCl_2$ и $MgCl_2$. Очевидно, что и в данном случае имеет место обмен основаниями между раствором и твердой частью почвы.

На основании многочисленных опытов уже доказано, что процесс обмена катионов в почвенной среде происходит в эквивалентных количествах: вместо каждого двух катионов NH_4 или K , поглощенных почвою, в раствор переходит один двухвалентный ион Ca или Mg ; вместо каждого поглощенного катиона Na в раствор переходит один ион K , или H , или NH_4 и т. д.

Поэтому самый процесс обмена катионов при взаимодействии почвы с растворами NH_4Cl и KCl в самом общем виде можно представить такими уравнениями:

Почвенные соединения кальция и магния + $4 NH_4Cl \rightleftharpoons$ Почвенные соединения аммония + $CaCl_2 + MgCl_2$;

Почвенные соединения кальция и магния + $4 KCl \rightleftharpoons$ Почвенные соединения калия + $CaCl_2 + MgCl_2$.

Каждого рода явление, при котором катионы растворенных солей поглощаются почвою, а взамен их в раствор вытесняются другие катионы, и носит название физико-химического поглощения почвою. Двойное название этого процесса обусловлено тем, что в основе его лежит с одной стороны физическое явление адсорбции, а с другой — химическая реакция взаимного обмена. По причине данного вида поглощения почвой называется обменной адсорбцией.

Следует заметить, что не вся почвенная масса обладает способностью к обменной адсорбции, а лишь та ее часть, которая состоит из мельчайших, главным образом коллоидальных частиц. Эта часть почвы, которая способна содержать в ней катионы, вытесняемые на другие катионы из раствора, называется почвенно-поглощающим комплексом. Комплексом эта часть почвы называется потому, что она состоит из различных химических соединений, как минерального, так и органического происхождения, объединяющим потому, что благодаря энергии поверхности своих частиц способна к поглощению из раствора.

Важная причина поглощающего комплекса у различных почв неодинакова: у одних она может достигать до 75% от общего веса почвы, у других же поглощающий комплекс едва может составлять лишь

несколько процентов или даже долей процента. Почвы мелкоземистые, как, например, суглинистые и глинистые, обогащенные к тому же значительным количеством перегноя, будут характеризоваться большим поглощающим комплексом; наоборот, у почв песчаных, обедненных гумусом, величина поглощающего комплекса будет ничтожной.

С поглощающим комплексом тесно связана емкость поглощения почвы, т. е. то максимальное количество катионов, которые данная почва способна поглотить из раствора: чем больше поглощающим комплексом обладает та или иная почва, тем большей емкостью поглощения она будет отличаться и тем, следовательно, большее количество поглощенных катионов она будет в себе содержать.

Необходимо здесь же отметить, что различные катионы обладают разной энергией поглощения, одни из них поглощаются сильнее, другие — слабее. Большей энергией поглощения отличаются двухвалентные (Ca^{++} , Mg^{++}), меньшей — одновалентные катионы (Na^+ , NH_4^+ , K^+). Исключением из этого общего правила является лишь водородный ион, энергия поглощения которого во много раз превосходит энергию поглощения как одновалентных, так и двухвалентных катионов. Поэтому, если представить себе раствор, содержащий в равных концентрациях различные катионы, например H^+ , Ca , Mg , Na , K и NH_4 , то поглощенными почвой кажутся прежде всего те из них, которые характеризуются наибольшей энергией

Поглощающий комплекс всякой почвы, благодаря адсорбционной способности своих частиц, всегда будет насыщен катионами.

Но качественный состав поглощенных катионов в зависимости от условий почвообразования у различных почв будет неодинаков. У одних почв поглощающий комплекс будет насыщен главным образом Ca^{++} и Mg^{++} ; у других — Na^+ ; у третьих — среди поглощенных катионов будет находиться H^+ и т. д.

Почвы насыщенные и ненасыщенные основаниями

В зависимости от состава поглощенных катионов все почвы подразделяются на почвы насыщенные и ненасыщенные основаниями.

К первым относятся те почвы, поглощающий комплекс которых содержит в себе одни лишь металлические катионы, например: Ca , Mg , Na ; ко вторым — те почвы, в поглощающем комплексе которых наряду с другими катионами содержится также и поглощенный H^+ . Примером почв, насыщенных основаниями, могут служить черноземные почвы, а также солончаки и солонцы, имеющие широкое распространение в засушливых районах нашего юго-востока.

Представителями же почв, ненасыщенных основаниями, являются подзолистые почвы.

Черноземные почвы характеризуются насыщенностью главным образом катионами Ca и Mg , причем преобладающее место в поглощающем комплексе занимает Ca , относительно содержание кото-

действием этих катионов гели весьма непрочны и в соприкосновении с водой легко разрушаются, распадаясь на первоначальные составные части. При этом самым слабым коагулятором из всех одновалентных катионов является Na .

Само собою разумеется, что различие в составе поглощенных катионов будет самым непосредственным образом сказываться на свойствах самих почв.

Так, почвы, насыщенные Ca , будут отличаться хорошей пористой структурой, а в связи с этим и благоприятными физическими водными и воздушными свойствами, имеющими огромное агрономическое значение.

Почвы, поглощающий комплекс которых насыщен H , характеризуются слабой структурой, менее благоприятными водными и воздушными свойствами, способностью к заплыванию и образованию корки. Наглядной иллюстрацией к сказанному могут служить наши подзолистые почвы.

Наименее же благоприятными физическими свойствами отличаются почвы, насыщенные катионами Na : они обладают весьма непрочной структурой, легко расплываются при увлажнении в непропускаемую для воды и воздуха вязкую массу, а при высыхании резко сокращаются в объеме, образуют трещины и превращаются в монолитные, очень крепкие глыбы, не поддающиеся воздействию сельскохозяйственных орудий.

Типичными представителями такого рода почв являются солонцы. Помимо физических свойств поглощенные катионы оказывают сильное влияние и на химические свойства почвенного раствора.

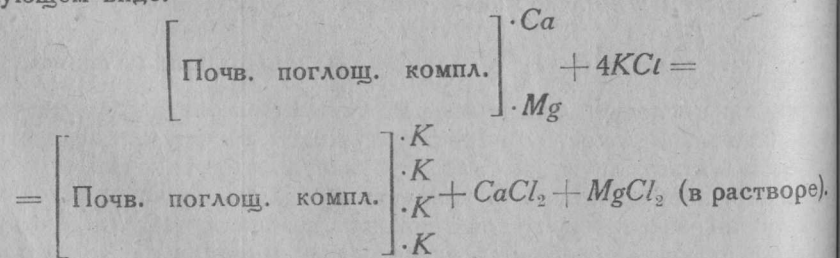
Почвы, насыщенные основаниями, характеризуются нейтральной или щелочной реакцией, почвы же, ненасыщенные основаниями, обладают кислой реакцией.

Зависимость характера реакции почвенной среды от состава поглощенных катионов может быть лучше всего понята на ряде конкретных примеров.

Рассмотрим для этой цели взаимодействие почвы, насыщенной Ca и Mg , с раствором какой-либо нейтральной соли, например, KCl .

При взаимодействии с почвою катион K из KCl вытеснит из поглощающего комплекса катионы Ca и Mg , которые, перейдя в раствор, образуют некоторое количество $CaCl_2$ и $MgCl_2$.

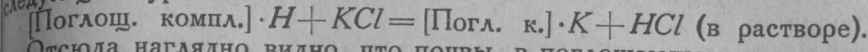
Схематически данную реакцию обмена можно представить в следующем виде:



Образующиеся при этом соли $CaCl_2$ и $MgCl_2$ и придадут почвенному раствору характер нейтральной реакции.

Рассмотрим теперь взаимодействие почвы, ненасыщенной основаниями, с той же нейтральной солью KCl .

Реакция обмена в данном случае может быть выражена в виде следующего уравнения:

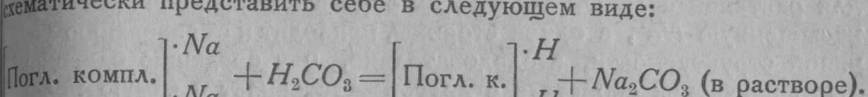


Отсюда наглядно видно, что почвы, в поглощающем комплексе которых содержится поглощенный водород, неизбежно должны иметь кислую реакцию.

Если почвы, ненасыщенные основаниями, отличаются кислой реакцией, то почвы, в поглощающем комплексе которых находится Na^+ , имеют щелочную реакцию.

Щелочность реакции почвы, насыщенной Na , обуславливается главным образом наличием соды, которая образуется в результате взаимодействия почвы с почвенным раствором, всегда содержащим себе то или иное количество растворенной углекислоты.

Процесс образования соды в почве, насыщенной Na , можно схематически представить себе в следующем виде:



Характер реакции почвенной среды в свою очередь самым непосредственным образом влияет на биологические свойства почвы. Наиболее благоприятными биологическими свойствами обладают почвы с нейтральной реакцией; менее благоприятными — почвы кислые и щелочные, ибо как кислотность, так и щелочность среды угнетающе действуют на культурные растения и микроорганизмы и тормозят их деятельность и развитие; кислотность почвы, кроме того, способствует развитию преимущественно грибов в отличие от почв нейтральных, где микробиологические процессы обязаны главным образом жизнедеятельности бактерий.

Таким образом, с составом поглощенных катионов в самой тесной связи находятся физические, химические и биологические свойства почвы. И в агрономическом отношении поэтому небезразлично, чем насыщена почва.

При наличии в поглощающем комплексе катионов H^+ почва, как мы видели выше, имеет кислую реакцию, слабую структуру, легко распадается в соприкосновении с водой, а вследствие этого и неблагоприятные физические свойства, отрицательно влияющие на развитие культурных растений.

Еще более неблагоприятными свойствами характеризуется почва, насыщенная катионами Na^+ ; щелочность реакции, угнетающе действующей на растения, сильное заплывание при увлажнении, чрезвычайное затвердевание при высыхании — таковы отличительные черты почвы, в поглощающем комплексе которой содержится Na^+ .

Лишь поглощенный Са сообщает почве те наиболее благоприятные физические, химические и биологические свойства, которыми определяется питательный режим, а в конечном счете и агропроизводительная ценность почвы.

Отсюда становится понятной та исключительная роль, которую играет кальций в почвообразовательных процессах и плодородии почв.

Поэтому обогащение подзолистых почв кальцием, путем известкования, составляет одно из коренных мероприятий по повышению их производительности. Внесенная известь нейтрализует кислотность подзолистых почв, улучшает их структуру, а вместе с тем и их физические свойства, создает благоприятные условия для интенсивного развития биологических процессов, другими словами, известкование решительным образом изменяет в лучшую сторону все основные свойства подзолистых почв.

Улучшение же почв, насыщенных Na^+ , достигается при помощи гипсования. При этом, поглощенный Na^+ будет замещаться Ca^{2+} , а вытесненный в растворе Na^+ образует нейтральную, безвредную для растений соль Na_2SO_4 . Таким образом, внесение гипса в почву насыщенной Na^+ , с одной стороны, приводит к образованию устойчивой структурности, а следовательно, и к созданию благоприятных физических свойств, а с другой — устраняет и самую причину порождающую щелочность почвы.

Следовательно, химическая мелиорация почв, основанная на явлении обменной адсорбции, имеет большое производственное значение в практике земледелия.

Таковы в основных чертах теоретическая сущность и практическое значение физико-химической поглотительной способности или обменной адсорбции почв.

Биологическая поглотительная способность почв

В поглощении и закреплении от вымывания питательных веществ в почве большую роль играет также биологическая поглотительная способность почв. Биологическое поглощение вызывается жизнедеятельностью населяющих почву микроорганизмов и растений, которые, усваивая из почвы легко подвижные соединения, переводят их в ткани собственного тела.

Наибольшее значение имеет биологическое поглощение в отношении закрепления в почве нитратов.

Нитратные соединения, как уже отмечалось выше, являются теми веществами, которые чрезвычайно слабо удерживаются почвой от вымывания: нитраты не поглощаются ни физико-химическими, ни химическими.

Поэтому биологическое поглощение нитратов есть важнейший путь закрепления и накопления азота в почве.

Существенную роль играют при этом растения, которые, в отличие от микроорганизмов, способны не только закреплять питательные

вещества в своем теле, но и перекачивать их своими корнями в глубоких слоев в верхние горизонты почвы.

О значении биологического поглощения азота в почвах дают наглядное представление следующие данные опытов, проведенных в Московкой на подзолистых почвах:

Количества нитратов, вымытые из почв с середины мая до середины октября с гектара:

Из почвы без растений	43,2 кг
„ под викой	5,2 „
Из почвы под овсом	0,2 „
„ под ячменем	0,3 „

Из этих данных видно, что потеря нитратного азота в почвах, свободных от растительности, достигает значительной величины; в почвах же, покрытых растительностью, эти потери сводятся почти к нулю.

Само собою разумеется, что биологическое поглощение имеет практическое значение преимущественно в областях с влажным климатом и при том на почвах, главным образом, легких, песчаных, супесчаных, где в силу чрезмерной промываемости биологическое поглощение является единственным надежным способом удерживания и накопления необходимых для растений питательных веществ.

Глава VI

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ В СВЯЗИ С ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ ПРОЦЕССАМИ

Всякая почва в своем развитии в результате непрерывно идущих в ней весьма сложных и многообразных физико-химических и биологических процессов приобретает целый ряд наружных или морфологических признаков, которыми она заметно отличается от материнской породы, еще не затронутых почвообразовательными процессами.

Почвообразовательные процессы, как уже отмечалось выше, в зависимости от почвенного возраста страны и природных условий, в которых развивается почва, могут быть самой различной интенсивности и протекать в самых разнообразных направлениях.

Совершенно очевидно, что и морфологические признаки бурно характеризуют эти разнообразные отклонения и самую различную степень выраженности.

Являясь результатом протекающих в почве почвообразовательных процессов, а следовательно, и отражением внутренних химических ее свойств, морфологические особенности почвы заслуживают большого внимания как признаки, при помощи которых можно изучать почву как в отношении ее происхождения, так и агрономического ее качества.

Исходя из этого, морфологические признаки и положение в настоящее время в основу так называемого полевого метода исследования почв, при помощи которого почва изучается непосредственно в полевой обстановке и сущность которого более рассмотрена несколько ниже.

Следует, однако, заметить, что для всестороннего глубокого изучения почв одного полевого метода совершенно недостаточно; для этой цели применяется целый комплекс методов, и почва, наряду с полевым ее изучением, исследуется также химическими и биологическими способами; но в этом комплексе полевой метод занимает свое определенное место и, будучи весьма простым, требующим никакого сложного оборудования, представляет большой практический интерес как метод, могущий быть применен в любой обстановке всякого колхоза и совхоза.

Для ознакомления с почвой по ее морфологическим признакам на том или ином участке поля, которое подлежит исследованию

сделается почвенный разрез, т. е. выкапывается яма обычно глубиной 1—1,5 метра и по отвесным ее стенкам тщательно изучается профиль почвы.

Чрезвычайно существенным моментом при полевом изучении почвы является умение правильно „читать“ профиль почвы, другими словами, умение связывать морфологические особенности почвы с ее внутренними химическими и био-химическими свойствами, умение по наружным признакам определять агрономическую ценность, плодородие почвы.

Важнейшими морфологическими признаками, которые должны привлекать во внимание при полевом исследовании почв, являются следующие: строение почвы, мощность почвенных и отдельных ее горизонтов, цвет и окраска почвы, сложение, включения и новообразования, затем структурность и механический состав почвы.

Строение почвы

Если мы сделаем почвенный разрез в поле, например, в условиях Ленинградской области, то первое, что нам бросится в глаза при рассмотрении почвенного профиля, это определенная расчлененность почвенной толщи на несколько слоев или горизонтов. Сверху будет замечен темно окрашенный горизонт мощностью 15—20 см. (1), ниже — светлосерый или белесый горизонт различной мощности (2) и, наконец, еще ниже — третий горизонт красно-бурой окраски (3), постепенно переходящий книзу в однообразно-окрашенную, не затронутую почвообразовательными процессами, материнскую породу (рис. 2).

Такого рода расчленение почвы на отдельные ее горизонты составляет содержание понятия „строение почвы“.

Формирование почвенных горизонтов связано с передвижением, следовательно, и с перераспределением различных веществ по почвенной толще, которыми сопровождается процесс образования всякой почвы. Процессы передвижения органических и минеральных веществ в почве можно свести к двум категориям: к явлениям выноса или вымывания и к явлениям отложения или накопле-

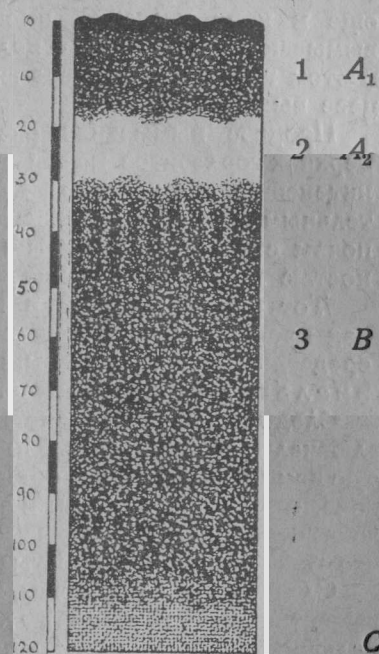


Рис. 2. Схема строения подзолистой почвы

ния. Так, в верхних слоях почвы, благодаря растительности всегда обычно имеет место накопление органических веществ. Поэтому верхний горизонт почвы и называется перегнойно-аккумулятивным (аккумуляция — накопление) или просто перегнойным или гумусным горизонтом. Но наряду с аккумуляцией перегноя в верхних слоях почвы под влиянием просачивающейся атмосферной влаги имеет место и противоположный процесс, именно, процесс выноса в нижние горизонты минеральных и органических соединений как в виде растворов, так и в коллоидном состоянии.

Учитывая это обстоятельство, верхнему горизонту почвы дают еще и иное название, именно, перегнойно-элювиального (элювируемый) горизонта, с целью подчеркнуть ту особенность, что в этом горизонте одновременно с накоплением гумуса идет и процесс вымывания.

Процесс вымывания растворимых и коллоидных веществ в верхних горизонтах почвы в нижние может протекать иногда весьма интенсивно и в условиях подзолистого слоя, отличающегося значительным количеством выпадающих осадков, мы нередко встречаем почвы с резко выраженным выщелочным горизонтом, почти полностью лишенным органического вещества.

Тот почвенный слой, в котором процессы выноса преобладают над процессами накопления и который обычно формируется непосредственно под гумусным горизонтом, носит название элювиального горизонта.

Следует, однако, заметить, что развитие резко выраженного элювиального горизонта присуще исключительно почвам, формирующимся в условиях обильного увлажнения, поэтому в профиле почв, например, степных и засушливых районов означенный горизонт отсутствует совершенно или же настолько слабо выражен, что обнаружить его простым наблюдением почти невозможно.

Следующий слой почвы, в котором откладываются и скопляются вынесенные из верхних горизонтов вещества, носит название иллювиального (illuo — вмываю) горизонта. Иллювиальный слой иначе еще называемый переходный горизонт книзу сменяется измененной заметным образом почвообразовательными процессами материнской породой.

Перечисленные горизонты, составляющие и характеризующие профиль почвы и ее строение, при описании почв получают сокращенные условные обозначения из заглавных букв алфавита.

Так перегнойно-аккумулятивный горизонт обозначают буквой *B*; материнскую породу — буквой *C*.

При наличии в профиле почвы заметно выраженного элювиального горизонта последний обозначается буквой *A₂*, а гумусный слой тогда обозначают *A₁*.

Наряду с процессами передвижения различного рода веществ обуславливающими дифференциацию почвенной толщи на отдельные горизонты, в почвах нередко имеют место раскислительные или глеевые процессы, находящие свое отражение в появ-

лении в почвенном профиле сизоватых или грязно-синеватых пятен. Глеевые пятна являются весьма существенными морфологическими признаками, указывающими на длительный или временный избыток влаги в почве, поэтому при исследовании почв весьма важно не упустить из виду и этот момент. Глеевые процессы обозначаются латинской буквой *g*, которая пишется рядом с буквенным обозначением горизонта.

Так, например, если раскислительные процессы обнаружены материнской породе, то тогда этот горизонт обозначается знаком *Cg*; если в иллювиальном, то буквой *Bg*; в элювиальном — *A_{1g}* и т. д.

Все эти почвенные горизонты неразрывно связаны между собой общностью происхождения, и поэтому их называют генетическими почвенными горизонтами.

Мощность почвы и отдельных ее горизонтов

Из рассмотрения строения почвы мы приходим, таким образом, к убеждению, что под понятием почва надо разуметь не только тонкий или гумусный ее слой, а всю ту толщу поверхностной части земной коры, которая коренным образом изменена почвообразовательными процессами и заметным образом отличается своею морфологией от материнской горной породы. Отсюда становится совершенно очевидным, что при изучении почв нельзя ограничиваться только верхними ее слоями, обогащенными перегнойными веществами, а необходимо охватывать всю мощность почвенного слоя до материнской породы включительно.

Глубина проникновения в горную породу почвообразовательных процессов всецело зависит от природных факторов почвообразования, поэтому и мощность почвенного слоя в различных случаях сильно варьирует. Очень часто мощность почв различных типов колеблется от 40 до 150 см, но нередко, как, например, в черноземной зоне, мощность почв достигает 200 см и более.

При установлении характера почвообразовательных процессов агрономической оценки почв по морфологическим признакам важно учитывать всю совокупность свойств генетических горизонтов. Здесь заслуживает внимания прежде всего мощность отдельных горизонтов. По мощности отдельных горизонтов можно в известной степени судить о количественном содержании в них тех или иных веществ, которые, в результате накопления, создали эти горизонты. Так, например, наличие мощного перегнойного горизонта красноречиво говорит о слабом процессе вымывания, а следовательно, и о богатстве почвы питательными веществами, поскольку перегной содержит в себе все элементы, необходимые для развития растений. С другой стороны, наличие в профиле почвы резко выраженного элювиального горизонта свидетельствует об интенсивном процессе выщелачивания; поэтому тем мощнее развит горизонт *A₂*, тем беднее почва, тем ниже ее

производственная ценность. Развитие элювиального горизонта обычно идет за счет уменьшения перегнойного (A_1): чем сильнее развит горизонт A_2 , тем меньшую мощность имеет горизонт A_1 . И, действительно, среди почв подзолистой зоны, о которой подробнее речь будет несколько ниже, нередко встречаются так называемые сильно подзолистые почвы, у которых горизонт A_2 достигает 20—30 см, в то время как перегнойный слой имеет всего лишь 3—5 см, а иногда и совсем почти отсутствует.

Окраска почвы и отдельных ее горизонтов

Большое значение при морфологическом изучении почв при-

или оглеенных почв или горизонтов. Что же касается окраски глубоких горизонтов, или вернее, материнских пород, то она также в зависимости от состава и происхождения пород значительно варьирует. Отметим здесь окраску лишь наиболее распространенных почвообразующих пород. Так, валунные и безвалунные суглинки и глины характеризуются чаще всего красно-бурой окраской; пески и супеси имеют обычно желтоватый и реже желтый цвет; для лессовых пород характерна палевая окраска.

К сказанному об окраске почв следует еще добавить, что цвет почвы в значительной степени зависит от ее влажности; одна и та же почва во влажном состоянии всегда обычно имеет несколько более темную окраску, чем сухая. Поэтому, при суждении

в окраске
е влажн
ни влажн
образован

Следует
тически
о та
проан
действи
почва, в
ялов
прир
литом

Расши
ым по
верши
сваив
аспаде
дуют см

Ры
почва
оторой
супес
може
тмвани
астиц

Пл
тых и
де вел
Соев.
При пл
тенный
за отде
Вес

характерным свойством связных глинистых бесструктурных почв, главным образом, нижних их горизонтов, отдельные частицы которых чрезвычайно плотно прилегают друг к другу, почти совершенно не образуя скважин или пор. Слитое сложение свойственно также иллювиальным горизонтам некоторых солондовых почв. При весьма плотном сложении почвы почти не поддаются действию лопаты и сделать разрез в такого рода почвах можно лишь с помощью лома и кирки.

Таким образом, сложение почв представляет собою весьма важный момент, по которому мы можем судить об аэрации, о водопроницаемости той или иной почвы, а также о легкости ее обработки земледельческими орудиями.

При установлении степени трудности обработки почвы пользуются терминами: легкая почва, тяжелая, средняя.

Включения и новообразования

Из морфологических признаков, резко бросающихся в глаза при полевом исследовании почв, следует отметить включения и новообразования.

Под словом включения нужно подразумевать различного рода обломки горных пород, остатки животных и растений, которые механически вовлечены в однородную массу почвы и присутствие которых в почве не связано с почвообразовательными процессами. Сюда относятся гранитные и известняковые валуны и гальки самой различной величины и формы, раковины, кости, кусочки угля, остатки древесных пород и т. д.

Под новообразованиями же принято понимать те выделения и скопления различных веществ, которые получились в почвенной толще при самом процессе почвообразования. Таковы, например, соединения углекислой извести, соединения железа, марганца или же легкорастворимых солей, скопляющиеся в самых различных видах чаще всего в иллювиальном горизонте (B) в результате вымывания их из верхних горизонтов почв в нижние.

Значение включений при изучении почв состоит в том, что по ним мы можем до некоторой степени ориентироваться в вопросе о возрасте почв, о происхождении материнских пород и, что очень важно, о их химических свойствах. Так, например, по наличию валунов в почве мы судим о ледниковом происхождении материнской породы; по включениям в виде обломков известняка мы устанавливаем карбонатность породы и почвы. Что же касается новообразований, то при полевом изучении почвы они имеют очень большое значение как признаки, по которым мы часто можем определить характер и направление почвообразовательных процессов, а также судить и об условиях происхождения почвы.

Так, например, нахождение в иллювиальном горизонте (B) черноземных почв углекислой извести в виде так называемых „белоглазки“, „лжегрибницы“ или „журавчиков“ сви-

детельствует о вымывании карбонатов кальция и магния из верхних горизонтов и скоплении их в более глубоких. В то же время по глубине залегания означенных новообразований мы можем судить и об интенсивности процесса выноса из верхних горизонтов в нижние; чем ближе к поверхности почвы обнаружены скопления углекислой извести, тем меньше, очевидно, данная почва подвержена промыванию и, наоборот: глубокое скопление карбонатов говорит о значительном количестве выпадающих осадков, о более глубоком промывании почвы.

Выделения окисных соединений железа (и марганца) встречаются чаще, главным образом, в подзолистых почвах. Упомянутые соединения скопляются в почвенной толще самым различным образом: то в виде „бобовин“, то в виде охристо-ржавых пятен или полос, то в виде „ортштейнов“, образующих иногда сплошные, непроницаемые для воды весьма прочные прослойки большой мощности.

Значительные скопления окисных соединений железа в иллювиальном горизонте свидетельствуют о сильном промывании и выщелачивании верхних горизонтов почвы.

Скопления закисных соединений железа (FeO), придающие почве сизоватое окрашивание, присущи исключительно оглееным болотным и заболоченным почвам. Наличие глеевых пятен, как уже отмечалось выше, обнаруживает протекающие в почве раскислительные процессы.

Выделения аморфной кремнекислоты (SiO_2) наблюдается чаще в иллювиальном горизонте подзолистых почв. Большое скопление SiO_2 в виде сильно развитого гор. A_2 свидетельствует о глубоко зашедшем подзолообразовательном процессе, сущность которого будет рассмотрена несколько ниже.

Целый ряд различного рода новообразований является характерным для почв степных, засушливых районов. Так, скопления легкорастворимых солей ($NaCl$, $MgCl_2$, $CaCl_2$, Na_2SO_4) в виде белых выцветов и налетов в почвенной массе и на ее поверхности свойственны засоленным почвам, солончакам.

В почвах засушливых областей нередко встречаются и выделения гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) белого цвета в виде кристаллов или друз, достигающих иногда значительной величины.

Скопления в почве и на ее поверхности означенных соединений красноречиво говорят об отсутствии процессов вымывания в этих почвах, о сухом климате, о сильном испарении, которое и является одной из важнейших причин поднятия по капиллярам растворов солей из глубоких горизонтов и накопления их в верхних слоях почвы. Само собою разумеется, что для значительных скоплений легкорастворимых солей на поверхности почвы, помимо сухости климата, требуется налицо еще одно благоприятное условие, именно, близость к поверхности почвенно-грунтовых вод. Этим и объясняется тот факт, что засоленные почвы среди засушливых районов не залегают сплошными массивами сколько-нибудь значительных размеров, а встречаются чаще всего лишь небольшими сравни-

тельно островками, главным образом, по пониженным участкам, где имеются благоприятные условия для капиллярного поднятия почвенных растворов.

К числу новообразований, встречающихся в почвах, следует также отнести различного рода кротовины, корневины, червоточины и пр. следы растительного и животного происхождения, по которым иногда можно судить о прежних условиях почвообразования, о растительном покрове в данной местности и т. д.

Так, например, обнаружение корневи на той или иной глубине в степных почвах служит некоторым доказательством о наличии здесь леса в прошедшие века; нахождение в почвах лесных районов следов крупных землероев, например, „байбачин“ и „сусликовин“, обязанных своим происхождением деятельности степных животных, указывает на то, что данная местность была некогда степью, что эти почвы, следовательно, в недавнем прошлом находились в иных природных условиях, чем в настоящее время, и т. д.

Таким образом, внимательное изучение почвенных новообразований дает нам в руки возможность судить о самых разнообразных свойствах почвы, имеющих как научное, так и практическое значение.

Структурность и механический состав почвы и отдельных ее горизонтов

К числу важнейших морфологических признаков, отражающих внутренние физические и химические свойства почвы и ее агропроизводительную ценность, следует отнести механический состав и структурность почвы.

Но поскольку эти свойства почвы и их агрономическое значение уже рассмотрены в одной из предыдущих глав, то здесь мы на них и не будем останавливаться.

* * *

Познакомившись с главнейшими свойствами и процессами, присущими почвам как природному телу и одновременно как одному из основных средств сельскохозяйственного производства, мы перейдем теперь к изучению отдельных типов почв и их различий, останавливаясь обстоятельным образом преимущественно на тех из них, которые в силу своего большого удельного веса в почвенном покрове или благодаря своему высокому плодородию имеют наибольшее значение в народнохозяйственном плане нашей страны.

Глава VII

ПОЧВЕННЫЕ ТИПЫ И ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Понятие о типах почв и почвенной классификации

Из рассмотрения вышеизложенного, мы приходим к тому выводу, что всякая почва представляет собой весьма сложное природное тело, в котором непрерывно совершаются многообразные процессы; что эти процессы, являясь функцией почвообразовательных факторов (климата, растительности, свойств материнской породы, рельефа местности, возраста страны и производственной деятельности человека), в зависимости от того или иного сочетания этих последних, а также в зависимости от внутренних особенностей и свойств самих почв, могут идти в самых различных направлениях, создавая то многообразие почв на земной поверхности, которое мы в действительности и наблюдаем.

Не подлежит никакому сомнению, что познание всего этого многообразия почв без определенной их группировки или классификации было бы в высшей степени затруднительным и неудобным.

Поэтому, приступая к изучению почвенного покрова на территории СССР, мы предварительно вкратце остановимся на тех главнейших группировках, на которые в настоящее время подразделяются вообще все почвы земного шара.

Существенным будет здесь отметить, что „для группировки почв наиболее естественною основой является генезис почв, т. е. совокупность ближайших почвообразовательных процессов, приводящих к образованию отдельных почвенных представителей“ (П. Коссович). Поэтому основное подразделение всех почв на группы в настоящее время и производится на основе условий их происхождения и развития; иначе говоря, в основу современной классификации почв положены, так называемые, типы почвообразования, или способы образования почв, от которых зависят как внешние, так и внутренние важнейшие свойства почв.

Поскольку в основу подразделения почв на группы положены условия их происхождения и развития, т. е. генезис почв, то и почвенная классификация, построенная на этом принципе, носит название генетической классификации.

В настоящее время различают следующие типы почвообразования:

1. Почвы подзолистого типа почвообразования.
2. Почвы (черноземного) степного типа почвообразования.
3. Почвы пустынно-степного типа почвообразования.
4. Почвы солонцового типа почвообразования.
5. Почвы латеритного типа почвообразования.
6. Почвы болотного типа почвообразования.

Каждый тип в свою очередь подразделяется на более мелкие классификационные единицы: на подтипы и разновидности, которые мы приведем ниже, при характеристике каждого в отдельности типа почвообразования.

Из сказанного не трудно понять, что каждый тип почвообразования охватывает большие группы почв, отдельные представители или варианты которых могут некоторыми своими чертами заметно отличаться друг от друга, например: степенью выраженности почвообразовательного процесса, механическим составом и др. признаками. Но, связанные общностью условий происхождения и развития, все эти почвы будут характеризоваться одними и теми же основными своими свойствами и будут принадлежать, следовательно, к одному и тому же типу почвообразования.

Распространение означенных типов почвообразования на земном шаре обусловлено определенной закономерностью.

Эта закономерность распространения почв на земном шаре впервые была установлена и доказана основоположником научного почвоведения русским ученым В. В. Докучаевым.

Академик К. Д. Глинка следующим образом описывает распространение типов почв. „Каждый из этих типов имеет свою область распространения, свою зону, но может встречаться отдельными пятнами и островками в других зонах.

Почвенные зоны закономерно сменяют друг друга от экватора к полюсам, не образуя, однако, сплошных полос, опоясывающих земной шар. Этого не может быть потому, что любая полоса земной поверхности, лежащая в одной и той же географической широте, изменяет свой климат, переходя от внутренних частей материка к берегам морей и океанов. Кроме того, горные кряжи и высокие плоскогорья, находящиеся в какой-либо климатической зоне, меняют климат не только в пределах самих возвышенностей, но и на прилегающих равнинах.

Таким образом, большинство почвенных зон дают ленты неодинаковой ширины в различных частях зоны, при чем местами эти ленты прерываются, распадаются на отдельные островки, полоски, а иногда обрываются совершенно, не захватывая, например, приморских частей материка. Все эти кажущиеся неправильности на самом деле вполне закономерны и всегда могут быть объяснены.

Почвенные зоны, сменяющие друг друга в направлении от экватора к полюсам, называются горизонтальными зонами. Кроме них существуют еще вертикальные зоны. Под последним понимаются те закономерные смены почв, которые наблюдаются в горных странах, начиная от предгорий, до вершин горных

кряжей. Эти смены обуславливаются теми постепенными изменениями климата, которые наблюдаются в горных странах по мере поднятия в высоту.

Изучая какую-либо горизонтальную почвенную зону, мы убеждаемся прежде всего в том, что один и тот же тип почвообразования в различных местах зоны выражен не вполне одинаково. Такие изменения одного и того же типа почвы наблюдаются как в меридианальном, так и в широтном направлениях. Поэтому почвенная зона может быть разбита на подзоны, сменяющие друг друга в том же направлении, в каком сменяются и почвенные зоны, а также иногда и на провинции, устанавливаемые в направлении с запада на восток.

В любой почвенной зоне, кроме преобладающего типа почвы, можно встретить и ряд других типов и разновидностей, так как кроме общих условий, определяющих почвенный лик страны, всегда имеется и ряд местных условий, которые способны изменить характер почвенного процесса. Такими условиями являются: рельеф местности, характер растительности, свойства материнских пород, а иногда и предшествовавшая история почвообразовательных процессов.

Из всего сказанного ясно, что не может быть такой зоны, которая имела бы даже в небольших своих площадях однородный почвенный покров. Везде он более или менее пестр, но это пестрота не случайная, а закономерная. Иногда пестрота настолько велика, что трудно бывает выделить господствующую почву; при этом нередко смена почвенных типов и разновидностей происходит быстро, т. е. на очень коротких расстояниях. В таких случаях говорят о „почвенных комплексах“.

Почвенные зоны, следовательно, неразрывно связаны с географическими областями или зонами. С этой точки зрения становится понятной та закономерность, которая наблюдается в смене основных почвенных типов на земной поверхности в направлении от экватора к полюсам.

Так, латеритный тип почвообразования формируется, главным образом, в условиях тропического и субтропического климата, при высоких температурах, избыточном увлажнении и под древесной растительностью.

Почвы пустынно-степного типа развиваются в условиях сухого климата, при высокой температуре и под скудной травяной растительностью. В этих же условиях формируются, главным образом, и солонцовые почвы, переходящие отчасти и в степную зону.

Почвы степного типа почвообразования развиваются в континентальных областях умеренного климата под богатой травяной растительностью.

Развитие почв подзолистого типа имеет место в холоднотемперенных областях, главным образом, под лесами.

Формирование почв болотного типа имеет место в усло-

виях холодного и умеренно-холодного климата. В зоне холодного климата почвы болотного типа почвообразования являются обычно господствующим типом почв; в условиях умеренно-холодного климата означенный тип почв чаще всего занимает подчиненное положение.

После этих кратких предварительных замечаний об основных типах почвообразования и закономерности их распространения на поверхности земного шара, перейдем к характеристике почвенного покрова на территории СССР.

Географическое размещение основных почвенных типов в пределах СССР

На обширной территории Советского Союза имеются все представители почв, за исключением лишь типичных латеритов, образование которых, как уже отмечалось выше, имеет место, главным образом, в условиях тропического климата.

На основании длительных почвенных исследований весь почвенный покров СССР может быть разбит по преобладающему типу почвообразования на ряд компактных полос или зон, последовательно и постепенно сменяющих друг друга в направлении с северо-запада на юго-восток и в общем соответствующих основным физико-географическим зонам.

В каждой из этих зон, постепенно сменяющих друг друга, всегда обычно преобладает один какой-либо тип почв; но наряду с господствующим типом почвообразования в каждой зоне неизбежно имеются и другие, сопутствующие типы почв.

Главнейшие зоны, на которые может быть разбита вся равнинная территория СССР, будут следующие:

1. Тундровая (или торфяно-лишайниковая) зона.
2. Лесная (или подзолистая) зона.
3. Лесо-степная зона.
4. Степная или черноземная зона.
5. Пустынно-степная зона с подзонами:
 - а) каштановой,
 - б) бурой,
 - в) серой.
6. Черноземная зона.

В тундровой зоне господствующим типом почвообразования является болотный тип. В качестве сопутствующих почв здесь значительно распространены подзолистые почвы.

Тундровая зона занимает обширную площадь. В Европе она захватывает собой северную половину Кольского полуострова и далее на восток все побережье Ледовитого океана, несколько севернее Полярного круга.

В Сибири южная граница тундровой зоны приходит по Полярному кругу до реки Енисей, где она поднимается на север и переходит далее на восток по 70-й параллели до реки Колымы; далее

она спускается на юго-восток, примерно, к основанию полуострова Камчатка.

Тундровая зона постепенно переходит к подзолистой зоне через так называемую лесотундру. Характерной особенностью почвенного покрова лесотундры или южной части тундры является то, что подзолистые почвы здесь имеют несколько большее распространение по сравнению с северной частью тундры. Преобладающим типом почв и в лесотундре также является болотный тип.

В подзолистой или лесной зоне господствующим типом почвообразования является подзолистый тип. В качестве сопутствующих здесь часто встречаются почвы болотного типа.

Подзолистая зона занимает собой более половины площади Европейской части СССР и более $\frac{3}{4}$ площади Сибири.

С севера подзолистая зона граничит с тундровой зоной, а южная граница проходит по следующим приблизительно пунктам: Углич, Владимир, Киев, Чернигов, Тула, Рязань, Казань, захватывая далее северную часть Уральской области, в Европейской части СССР, в Сибири районы Тюмени, Ново-Сибирска, Томска, Нижнеудинска, Байкаля, захватывая собой значительную часть Якутской республики и целиком Дальневосточный Край.

Между подзолистой и степной (или черноземной) зонами неширокой полосой залегает переходная, так называемая, лесостепная зона. Почвенный покров лесостепи представлен многочисленными почвенными разностями, но главным образом, он состоит из так называемых деградированных черноземов, т. е. черноземных почв, затронутых в той или иной степени подзолообразовательными процессами.

В степной или черноземной зоне господствующим типом почвообразования является черноземный тип.

Черноземная зона весьма обширна: захватывая собой почти всю южную половину Европейской части нашего Союза, она переходит далее за Уральский хребет; в Сибири черноземная зона несколько прерывается и, прерываясь течением р. Оби и горным Байкальским массивом, доходит отдельными островами до верхнего бассейна Амура.

Северная граница черноземной зоны проходит в Европейской части СССР приблизительно несколько южнее Киева, Чернигова, Тула, Тулы, Горького и Свердловска; в Сибири она проходит, примерно, по 56-й и 57-й параллели почти вплоть до Байкала, где она несколько опускается и далее к востоку идет по 52-й и 53-й параллели северной широты.

Южная граница означенной зоны проходит вблизи берегов Черного и Азовского морей и доходит до р. Дона, пересекает Волгу в районах Камышина и Саратова; далее в Заволжье она проходит через районы Пугачева и Оренбурга и в Западной Сибири поднимается приблизительно до 54-й параллели. Далее к востоку, ввиду незначительности черноземной зоны, южная ее граница нередко перекрывается и сливается с северной границей.

Кроме того, черноземная полоса захватывает собою также часть Крыма и значительную площадь Северного Кавказа. К югу и юго-востоку черноземная зона постепенно сменяется пустынно-степной зоной.

В пустынно-степной зоне преобладающими почвами являются каштановые почвы, бурые почвы и сероземы. В отдельных частях пустынно-степной зоны каждая из означенных почв занимает господствующее положение, в соответствии с чем и вся зона в целом может быть подразделена на три подзоны — каштановую, бурую и серую.

Пустынно-степная зона на территории СССР занимает огромные пространства, захватывая Нижневолжский Край, Казахстан, Туркменистан, а также восточную часть Азербайджана и отчасти Предкавказье и Крым.

Далее к юго-востоку пустынно-степная зона переходит за пределы нашей страны и широкой полосой тянется из Туркестана в Переднюю и Центральную Азию.

Пустынно-степная зона, следовательно, занимает самую южную часть территории нашего Союза.

Что же касается латеритного типа почв, то в пределах нашей страны он имеет весьма ограниченное распространение. Незначительные клочки латеритных почв встречаются у нас лишь в одной точке, именно, в Западной Грузии, в окрестностях Батума.

О степени распространения каждой из отмеченных выше почвенных зон и почвенных типов в пределах СССР наглядное представление может дать следующая сводная таблица (данные академика Л. И. Прасолова):

З о н ы	Площадь в кв. км.	%
Тундра и лесотундра	3.116.500	14,7
Подзолистые и болотные	11.158.250	52,5
Черноземы (и серые лесные)	2.507.500	11,8
Каштановые и бурые	1.861.500	8,8
Светлобурые и сероземы	1.212.250	5,7
Высокогорные	672.000	3,2
Пески	682.500	3,3
Всего	21.210.500	100

Из приведенной таблицы видно, что наибольшую площадь в почвенном покрове СССР занимает подзолистая зона и зона почвы тундры; далее идет зона пустынно-степных почв и, наконец, зона степного или черноземного типа почвообразования.

ЕДИНЫЙ ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС И ТИПЫ ПОЧВ, КАК СТАДИИ ЕГО РАЗВИТИЯ

Итак, следовательно, почвенный покров нашей страны представлен целым рядом различных почвенных типов, закономерно залегающих в пространстве в виде обширных зон или областей.

Переходя непосредственно к изучению и производственной характеристике главнейших почвенных образований, залегающих на территории СССР, необходимо предварительно четко и твердо установить, что же представляют собою в современном, научном понимании все так называемые типы почв и почвенные зоны.

Уместным будет здесь отметить, что в почвоведении очень долгое время поддерживалось механистическое представление о неизменности почв, о застывших почвенных типах и об извечных неизменных почвенных зонах, приуроченных к определенным, также неизменным, климатическим областям. Согласно этой концепции исключалась возможность развития и изменения почв во времени, перехода одного типа почвы в другой, а следовательно, и изменения почвенных зон. Утвердилось представление, что в природе имеется столько процессов почвообразования, сколько существует почв; что эти процессы — подзолистый, болотный, черноземный, солонцовый и латеритный — извечно протекали и будут протекать, никуда не развиваясь, рядом с другим, изолированно, каждый на определенных территориях, всегда в одном и том же неизменном направлении. Таким образом, выходило, что все существующие на земле современные почвенные типы почв всегда были и всегда будут неизменно развиваться на той именно территории, где они залегают в настоящее время.

Против этой неправильной метафизической концепции в науке о почве впервые решительно выступил академ. В. Р. Вильямс.

Всей силой фактов, собранных им самим и накопленных наукой, он доказал, что нет в природе постоянных и неизменных почвенных зон, в которых извечно и неизменно развиваются одни и те же типы почв. Ничего нет в природе вечного и извечного. Всякая почва, как и почвообразовательный процесс, обуславливающий ее свойства и особенности, находится в постоянном развитии. Непрерывно развиваясь во времени, всякое почвенное образование постепенно приобретает новые свойства и качества, эволюционирует, изменяется, переходя в силу внутренней необходимости из одной разновидности в другую, из одного типа почвообразования в другой. В результате длительного изучения процессов образования почв в природе, их эволюции и превращения из одних в другие В. Р. Вильямс создал стройное учение об едином почвообразовательном процессе, согласно которому все разнообразие природных почв есть существо лишь отдельные моменты развития одного общего, существующего во всем мире, процесса образования почв. То, что признается нами за отдельные процессы почвообразования, — под-

золистый, болотный, черноземный, солонцовый и латеритный, — в настоящее время на территории нашей страны, не является засты-

В свете этого учения становится понятным, что все отмеченные выше почвенные зоны не являются постоянными и неизменными зонами, в которых извечно и неизменно развивались и развиваются одни и те же типы почв. Современная нам степная полоса, например, вовсе не была всегда одной и той же почвенной зоной, а почвообразовательные процессы с самого их начала протекали в направлении формирования черноземных почв. В черноземной зоне, равно как и во всех других почвенных зонах, в историческом прошлом одни почвенные типы неоднократно сменялись другими почвенными типами.

В самом деле: в начале четвертичного периода почти вся наша территория как в Европе, так и в Азии, была, как известно, покрыта льдами. Постепенное таяние льдов и отступление их с юга на север неизбежно влекло за собой последовательную смену климатических условий, растительного покрова, а в связи с этим, очевидно, и сменения одних почв другими.

Раньше всего, конечно, освободились из-под льдов наши южные районы. И когда льды, отступая, занимали, примерно, теперешнюю нашу лесную (подзолистую) зону, то, очевидно, что современная степная или черноземная зона представляла тогда из себя тунду со всеми характерными, присущими этой зоне особенностями: холодным климатом, убогой лишайниковой и моховой растительностью и болотными почвами. Дальнейшее освобождение материка из-под ледяного покрова вызывало новые изменения в естественном облике нашей страны. И когда льды переместились далее к северу в современную нам тундру, то значительная часть теперешней нашей подзолистой зоны представляла из себя, по всей вероятности, тундровую область; наша степная или черноземная зона в тот период была покрыта лесами, под которыми формировались дерново-подзолистые почвы, а в наших пустынно-степных областях шло, очевидно, развитие черноземных почв.

В такой, примерно, последовательности происходили изменения в почвенном покрове нашей страны в историческом прошлом.

Но изменение почв, процесс превращения одних почвенных типов в другие непрерывно, хотя и чрезвычайно медленно, совершается и в настоящее время.

На основании многочисленных наблюдений и экспериментальных данных теперь уже окончательно установлены факты перехода, например, дерново-подзолистых почв в черноземные; солончаков в солонцы; солонцов в солоды; факты постепенного продвижения тундры на север, черноземной зоны в подзолистую и т. д.

Таким образом, всякая почва, возникая и развиваясь во времени непрерывно изменяется в своем развитии и, приобретая новые свойства и качества, постепенно превращается из одной почвы в другую из одного типа почвообразования в другой.

Отсюда становится понятным, что и та зональная закономер-

ность в распространении почвенных типов, которая наблюдается в настоящее время на территории нашей страны, не является засты-

Или, говоря словами академ. В. Р. Вильямса, „диалектически выведен следующий вывод. В природе существует только один почвообразовательный процесс, направление которого определяется абсолютным почвенным возрастом страны. Почвенные зоны и типы почв, которые различаются в почвоведении, лишь статические моменты единого колоссального по длительности и протяженности динамического процесса. Они представляют те диалектические скачки“, которые в этом случае зависят от невозможности для нас повторить эти медленные и незначительные изменения, пока они накапливаются до степени скачка, определяемого качественными комбинациями условий, получившимися в результате накопления количественных изменений. В них протекает тот же процесс качественно несравнимых условиях. Различие темпа наступления скачков определяется относительным почвенным возрастом страны“.

В таком понимании типов почвообразования, как отдельных фаз стадий развития единого почвообразовательного процесса, мы будем рассматривать почвенный покров на территории СССР.

ПОЧВЫ СССР

ПОЧВЕННЫЕ ТИПЫ, РАЗНОСТИ И ИХ ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

ПОЧВЫ ПОДЗОЛИСТОГО ТИПА
ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

В почвенном покрове на территории Советского Союза наибольшую площадь занимают почвы подзолистого типа.

Подзолистые почвы распространены в подзолистой и тундровой зонах. Причем в подзолистой зоне они занимают господствующее положение среди других почв; что же касается тундры, то здесь удельный их вес незначительный.

Современные природные условия подзолистой зоны, характеризующейся широким развитием подзолистых почв, отличаются следующими особенностями.

Климат. Климат подзолистой зоны может быть охарактеризован как умеренно-холодный и достаточно влажный. Количество атмосферных осадков, выпадающих в течение года, достигает здесь 500—600 мм. Последние выпадают на протяжении года довольно равномерно и сравнительно небольшими порциями. Средняя годовая температура колеблется в различных пунктах описываемой зоны в пределах 2—3°. Умеренная температура исключает возможность интенсивного испарения влаги в воздух, и значительно большая часть атмосферных осадков, следовательно, проникает в почву. Таким образом, формирование подзолистых почв происходит в условиях систематического их увлажнения и промывания влагой. Последнее обстоятельство является весьма существенным и характерным для развития в почвах подзолистого типа почвообразовательного процесса, которое согласно учению В. Р. Вильямса, надо рассматривать как первый период единого почвообразовательного процесса.

Растительность. Отмеченные выше климатические особенности — обилие осадков, сравнительно продолжительное и прохладное лето — в высокой степени благоприятствуют развитию лесной растительности. И, действительно, подзолистая зона является областью наибольшего распространения лесов.

Леса состоят здесь из хвойных, лиственных и смешанных пород. В различных частях подзолистой зоны характер лесной растительности имеет свои особенности. В северной ее части преобладающее место занимают хвойные леса; южнее — распространены смешанные леса; в лесостепной зоне среди древесных насаждений доминируют лиственные породы.

Следует, однако, отметить, что среди лесных массивов, занимающих огромные пространства в подзолистой зоне, в настоящее время имеются значительные участки и свободные от леса: это современные наши пашни, сенокосы, выгоны и т. д. Но и эти участки до их освоения в недалеком прошлом также были в основном заняты лесами.

Таким образом, лесная растительность является вторым после климата весьма существенным условием, при котором идет развитие почв подзолистого типа.

Материнские породы, на которых формируются подзолистые почвы, довольно разнообразны. Наиболее распространены породами являются здесь, главным образом, отложения ледникового периода, представленные валунными и безвалунными глинами, песками, супесями и глинами.

В Азиатской части СССР, в особенности в гористых ее районах, в качестве почвообразующих пород на большом пространстве встречаются продукты выветривания местных кристаллических горных пород. Кроме того, материнскими породами для подзолистых почв служат также отложения морского типа, обязанные своим происхождением трансгрессии Балтийского и Северного морей. Распространение этого рода пород, однако, незначительное. И, наконец, совсем сравнительно ограниченное место среди материнских пород подзолистой зоны занимают различного механического состава аллювиальные наносы по долинам рек.

Чрезвычайно важно отметить здесь, что существенной особенностью, свойственной большинству почвообразующих пород подзолистой зоны, является обедненность их карбонатами кальция и магния. Эта особенность материнских пород, как увидим ниже, имеет огромное значение в формировании подзолистых почв.

Наряду с бескарбонатными породами в различных местах подзолистой зоны нередко встречаются и карбонатные наносы. Карбонатные отложения в условиях подзолистой зоны относятся к группе лучших в агрономическом смысле пород: развитые на них почвы обладают целым рядом положительных свойств, весьма благоприятствующих росту культурных растений. Однако, степень распространения карбонатных пород в подзолистой зоне сравнительно невелика, и общий облик почвенного покрова всей зоны, таким образом, определяется почвами, сформировавшимися, главным образом, на бескарбонатных отложениях.

Рельеф подзолистой зоны весьма разнообразный и сложный. Здесь равнинные участки на небольших сравнительно протяжениях быстро сменяются холмистыми участками, пересеченными долинами

и понижениями самой различной величины и формы. Неровность рельефа данной зоны в значительной степени усугубляется еще наличием целой системы речных долин, пересекающих местность в самых различных направлениях. Такого рода рельеф местности самым непосредственным образом влияя на перераспределение химических факторов, обуславливая сложное явление смыва и вымыва, создает тем самым ту большую пестроту в почвенном покрове, которая так характерна для всей подзолистой зоны.

Сущность подзолообразовательного процесса

Рассмотренные нами выше особенности природных условий подзолистой зоны определяют собой и самый характер и направление протекающего в почвах почвообразовательного процесса, сущность которого в основном заключается в следующем.

Развиваясь под покровом леса в условиях сравнительно большого количества атмосферных осадков, довольно равномерно выпадающих на протяжении всего года, и слабой их испаряемости, почва вымываемой зоны большую часть года находится во влажном состоянии и систематически промываются водой. Этим самым создаются весьма благоприятные условия с одной стороны для интенсивного и полного разложения органических веществ, а с другой — для вымывания из почвы различного рода соединений как в виде растворов, так и в коллоидальном состоянии. Первыми вымываются из почвы легкорастворимые минеральные соли, а затем — и труднорастворимые, в том числе и такие, как $CaCO_3$ и $MgCO_3$, играющие огромную роль в почвообразовании.

Большое значение приобретает при этом лесная подстилка из хвои, листьев, веток и прочих остатков древесной растительности, которая, будучи сравнительно бедной зольными элементами, является основным источником перегнойных веществ кислотного характера. Кислотные соединения из лесной подстилки, проникая вместе с атмосферными осадками в почву, еще более усиливают процесс растворения и выноса из почвы карбонатов кальция и магния. С течением времени, по мере выщелачивания из почвы легко- и труднорастворимых солей, а следовательно и обеднения почвенного раствора основаниями, все более и более заметно начинает сказываться влияние водородного иона. Катион H^+ , не встречая более препятствия со стороны металлических катионов, вынесенных нисходящими токами воды в глубокие горизонты почвы, свободно внедряется в почвенный поглощающий комплекс и почва в результате этого явления превращается постепенно в почву ненасыщенную основаниями со всеми проистекающими отсюда последствиями. Почвенная среда получает кислую реакцию. Поглощающий почвенный комплекс, будучи насыщенным водородным ионом, в силу своей коагуляционной способности последнего, теряет свою устойчивость против разрушающего и растворяющего действия воды. Почва теряет свои структурные свойства, распыляется. Органические

и минеральные коллоиды из геля переходят в золь, приобретают большую подвижность и вместе с просачивающейся почвенной влагой выносятся из верхних горизонтов почвы вниз. Минеральная часть комплекса претерпевает при этом и более глубокие изменения: алюмо- и ферросиликаты под действием кислотной среды распадаются на составляющие их гидроокиси ($Fe_2O_3 \cdot nH_2O$; $Al_2O_3 \cdot nH_2O$; $SiO_2 \cdot H_2O$), которые в коллоидальной форме или в виде тонких суспензий вместе с почвенными растворами также выносятся в нижние горизонты почвы. Кроме того, гидраты окиси железа, алюминия, а также целый ряд некоторых труднорастворимых солей под влиянием органических кислот, получающихся при распаде растительных остатков лесной подстилки, могут отчасти переходить и в раствор, и в молекулярном состоянии вымываться из почвы. По мере выноса из верхних горизонтов почвы органических и минеральных коллоидов, а также молекулярно-растворенных Ca , Mg , Fe , Al , K и отчасти Mn , в почве все более и более возрастает относительное содержание нерастворимого кремнезема в виде тончайшего кварцевого песка (SiO_2), который и придает почве своеобразную светло-серую или белесую окраску, весьма напоминающую цвет золь. (Отсюда и происходит название подзол, подзолистая почва, подзолистый горизонт, подзолообразование.)

Вымываемые же сверху вниз коллоидально растворимые гидраты окиси железа, алюминия, гумусовые вещества, а также и глинистые суспензии, встречая на некоторой глубине почвенной толщи различного рода основания, коагулируют под воздействием этих последних и частично или полностью закрепляются в почве, образуя так называемый иллювиальный горизонт. Частичное закрепление вымываемых из верхних слоев почвы веществ происходит в этом горизонте и в результате взаимного свертывания противоположно заряженных коллоидов.

Некоторая же часть означенных веществ выносятся непосредственно в грунтовые воды, а затем в ручьи и реки и безвозвратно теряется для почвы. Наглядной иллюстрацией к сказанному могут служить наши лесные ручьи и речки, вода в которых в летнее время бывает большею частью окрашена в буроватый цвет. Это окрашивание воды зависит от присутствия в ней органических и минеральных коллоидов, вынесенных из почвы. Значительное содержание коллоидов в ручьевои воде может служить до некоторой степени косвенным признаком, указывающим на большую выщелоченность и ненасыщенность в данном месте почв основаниями.

Таковы в главнейших чертах те явления, которые в своей совокупности составляют понятие подзолообразовательного процесса.

Дерновый процесс в развитии дерново-подзолистых почв

Развитие подзолистого процесса связано с наличием древесной растительности. Но древесная растительность всегда сопровождается распространением в той или иной степени травянистой раститель-

ности, под воздействием которой развивается дерновый процесс, т. е. процесс накопления в верхних слоях почвы перегноя и зольных веществ и, как следствие этого, образование структурности.

Поэтому „подзолистых почв в чистом виде в природе не встречается. В ней широко распространены дерново-подзолистые почвы, образующиеся под попеременным воздействием преобладания то подзолистого, то дернового периодов почвообразовательного процесса“. (Академ. В. Р. Вильямс).

Развитие дернового процесса в зависимости от природных условий протекает самым различным образом. При этом в наиболее ярко выраженном виде означенный процесс получает развитие на заливных лугах под злаковой луговой растительностью. Несколько слабее протекает он на суходольных луговых пространствах и затем в изреженном лесу. Наконец, под сомкнутым пологом густого леса дерновый процесс почти совсем затухает, уступая место преобладающему здесь подзолистому процессу.

Таким образом, развитие почв подзолистого типа идет в условиях совместного действия двух противоположных процессов — дернового и подзолистого.

Преобладание дернового процесса над подзолистым сопровождается обычно прогрессивным накоплением органических и зольных веществ, а, следовательно, и улучшением производственных свойств почв. Но это улучшение идет только до известного предела.

Значительное накопление перегноя под луговой растительностью увеличивает влагоемкость почв и служит одной из причин длительной задержки в них влаги. Наличие избыточной влаги в верхних слоях почвы замедляет разложение растительных остатков и способствует дальнейшему их накоплению на поверхности почвы все в большем и большем количестве.

Ухудшается водный и пищевой режим почв. Злаковая луговая растительность постепенно сменяется мхами и другой болотной растительностью и дерновый процесс переходит в болотный. Так, в результате постепенного изменения внутренних свойств, дерново-подзолистые почвы переходят в болотную стадию развития.

Само собою разумеется, что все эти изменения, которые претерпевают дерново-подзолистые почвы при своем развитии, должно находить свое отражение как в морфологических, так и химических их свойствах.

Морфология и химизм дерново-подзолистых почв

Для ознакомления с внутренними и внешними свойствами описываемых почв мы воспользуемся типичными почвенными образцами, в которых характерные свойства, присущие дерново-подзолистым почвам, выражены наиболее выпукло и ярко.

Остановимся сперва на морфологической характеристике дерново-подзолистых почв. Приведем для этой цели следующее описание

почвенного разреза, сделанного в смешанном лесу Ленинградской области.

Горизонт A_0 . Лесная подстилка из листьев, мха и трав, толщиной в 2—3 см.

Горизонт A_1 (дерновый или перегнойно-элювиальный). Светло-серой окраски слой мощностью в 8 см; суглинистый, уплотненный, заметно выщелочен и обеднен перегноем; обладает слабой, легко распадающейся структурой. Переход к горизонту A_2 ясно выражен.

Горизонт A_2 (элювиальный или подзолистый). Резко выражен; имеет белесую окраску; сильно выщелочен и почти полностью лишен органического вещества. Во влажном состоянии представляет более или менее уплотненную, слегка листоватую массу, которая при высыхании легко распадается и рассыпается в тончайший мучнистый порошок. Мощность — 22 см. Переход к гор. В заметный.

Горизонт В (иллювиальный). Красно-бурой окраски, весьма плотный суглинистый слой, мощностью 60 см. Разламывается на острогранные отдельности самой различной величины и формы. В средней своей части изобилует новообразованиями — железистыми стяжениями в виде бурых пятен и ортштейнов. Книзу количество ортштейновых бобовин заметно убывает, окраска становится более однородной и гор. В постепенно переходит в гор. С.

Горизонт С (материнская порода). Красно-бурый, плотный, бескарбонатный суглинок.

Из приведенного описания почвенного профиля видно, что характерной морфологической особенностью, присущей подзолистой почве, является резкая дифференциация почвенной толщи на составляющие ее генетические горизонты.

Явно выраженных генетических горизонтов в профиле подзолистой почвы обнаруживается три: дерновый или перегнойно-элювиальный (A_1), элювиальный или подзолистый (A_2) и иллювиальный (В).

Каждый из этих горизонтов, являясь результатом совершающихся в почве подзолообразовательных процессов, имеет свои отличительные особенности.

Верхний дерновый или перегнойно-элювиальный горизонт (A_1) имеет малую мощность. Светло-серая его окраска говорит об обедненности его гумусом. Будучи значительно выщелоченным, а, следовательно, и обедненным основаниями, а также органическими и минеральными коллоидами, этот горизонт имеет слабую структуру, легко распадающуюся при воздействии воды, а в связи с этим и целый ряд неблагоприятных физических свойств: способность к заплыванию и образованию корки при увлажнении, затрудненность газообмена и т. д.

Следующий, элювиальный горизонт (A_2) является тем почвенным слоем, в котором наиболее резко сказалось влияние подзолообразовательного процесса. Он сильно выщелочен, почти полностью лишен перегноя и вследствие этого содержит в себе несколько повышенное количество кремнезема в виде тончайшей

кварцевой пыли. Эта кварцевая пыль, с поверхности частиц которой отмыты в процессе подзолообразования обволакивающие их соединения красящих гумусовых веществ, соединений железа, марганца и др., и придает означенному горизонту белую окраску. Будучи сильно выщелоченным и обедненным наиболее ценной своей частью — коллоидами, иллювиальный горизонт является самым бесплодным слоем подзолистой почвы. Поэтому по степени выраженности подзолистого горизонта нередко можно судить о качестве подзолистой почвы: чем светлее окраска гор. A_2 и чем большую он имеет мощность, тем сильнее выщелочена и обеднена питательными веществами почва, тем ниже ее плодородие, и, наоборот: слабое развитие подзолистого горизонта указывает на сравнительное богатство почвы.

Иллювиальный горизонт (B), в отличие от первых двух, является тем почвенным слоем, в котором частично или полностью закрепляются все выносимые из верхних горизонтов вещества. Под воздействием имеющихся в этом горизонте электролитов здесь коагулируют и задерживаются вынесенные из верхних горизонтов коллоидально растворимые гидраты окиси железа, алюминия, гумусовые вещества, а также и глинистые суспензии. Вследствие обогащенности железом и гумусом иллювиальный горизонт всегда обычно имеет красно-бурую окраску, и, будучи пропитан и сцементирован коллоидальными частицами, отличается большой плотностью и твердостью. Скопление железистых и гумусных веществ часто сопровождается образованием ржавых пятен и ортштейнов. Наличие ортштейновых конкреций придает иллювиальному горизонту весьма пеструю окраску. Иногда образование ортштейна в этом слое бывает столь значительным, что весь горизонт превращается в твердую, как камень, массу, сквозь которую не могут проникать ни корни растений, ни вода. В таких случаях развитие ортштейнового горизонта может способствовать задерживанию влаги и служить одной из причин заболачивания почв, т. е. перехода дерново-подзолистой почвы в стадию болотного развития.

Книзу количество новообразований заметно убывает, иллювиальный горизонт приобретает более однородную окраску и постепенно переходит в материнскую породу, еще не измененную явным образом почвообразовательными процессами.

Для ознакомления с характерными особенностями химического состава дерново-подзолистых почв, приведем следующие данные валового анализа (стр. 125).

Приведенные данные весьма наглядно показывают прежде всего большую обедненность подзолистой почвы органическим веществом: количество перегной в гумусовом слое составляет всего лишь 3,64%.

Бросается при этом в глаза резкий скачок в содержании органического вещества при переходе от перегнойного горизонта к подзолистому: если в первом слое количество гумуса достигает 3—4%, то во втором это количество измеряется десятками долями

Валовой состав сильно оподзоленной суглинистой почвы окрестностей
Бологды (П. Коссович) (в процентах)

Горизонт и глубина взятия образца в см	Пере- гной	SiO_2	P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
A_1 (2—12) . . .	3,64	77,37	0,180	7,92	2,76	0,124	1,60	0,92	2,07	1,70
A_2 (20—30) . . .	0,37	80,11	0,095	8,87	2,99	0,065	1,38	0,94	2,12	2,12
B (45—60) . . .	0,10	74,21	0,151	11,67	4,69	0,059	1,34	1,41	2,26	1,71
B (85—100) . . .	0,22	72,99	0,111	10,45	4,97	0,029	1,30	1,79	2,26	1,86
C (125—130) . . .	0,29	69,23	0,096	10,75	4,82	0,026	3,27	2,51	2,10	1,75

процента. Таким образом, органическое вещество в дерново-подзолистых почвах сосредоточено в основном лишь в самом поверхностном их слое, а поскольку этот слой отличается маломощностью, не превышающей часто 10—12 см, то и абсолютное содержание перегной в описываемых почвах весьма ограничено.

При сопоставлении валовых количеств минеральных соединений по горизонтам обращает на себя внимание относительная обогащенность верхних горизонтов почвы кремнеземом (SiO_2). Так, в гор. A_1 количество SiO_2 составляет 77,37%, в гор. A_2 —80,11%, в то время как в материнской породе количество кремнезема выражается лишь 69,23%. Очевидно, что это обогащение верхних горизонтов кремнеземом есть результат выщелачивания из этих же горизонтов других различного рода веществ. И, действительно, явная выщелоченность обнаруживается, как это видно из таблицы, в отношении целого ряда соединений: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO и MgO , валовые количества которых в верхних горизонтах значительно меньше, чем в глубоких горизонтах почвы. Наиболее резко процесс выщелачивания нашел свое отражение в валовых количествах Fe_2O_3 , CaO и MgO ; так, например, наличие полтораокиси железа в гор. A_1 равно 2,76%, а в гор. C —4,82%; количества CaO в тех же горизонтах составляют соответственно 1,60% и 3,27%, т. е. в материнской породе окиси кальция содержится вдвое больше, чем в верхних слоях почвы. Помимо минеральных соединений процесс передвижения по профилю почвы подтверждены и органические вещества. Это наглядно подтверждается наличием гумуса в глубоких горизонтах почвы, где перегной мог появиться несомненно лишь в результате вымывания его из верхних слоев почвы. Некоторая равномерность валовых количеств в почвенном профиле наблюдается лишь в отношении окиси K и Na ; но это объясняется тем, что означенные элементы содержатся в почве в виде труднорастворимых соединений, главным образом, в форме полевых шпатов и вследствие этого мало подвержены вымыванию. Существенным будет здесь отметить, что подзолообразовательный процесс, отражаясь заметным образом на химическом составе

почвы, вносит определенные изменения и в ее механический состав.

Сказанное может быть наглядно проиллюстрировано следующими данными механического анализа:

Механический состав сильноподзоленной суглинистой почвы окрестностей Вологды (А. Красюк)

Горизонт и глубина взятия образца	Диаметр частиц в миллиметрах:								
	> 3	3—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,0015	< 0,0015
A ₁ (2— 12)	—	1,14	0,47	1,37	39,07	36,05	17,80	0,50	3,60
A ₂ (20— 30)	—	0,18	0,29	0,87	42,56	36,64	15,30	0,73	3,43
B (45— 60)	—	—	—	0,08	30,10	35,26	13,05	2,04	19,47
B (85—100)	1,02	1,16	0,77	7,00	27,92	18,45	19,71	4,45	19,52
C (125—135)	2,87	2,88	1,76	13,26	22,27	18,23	21,39	4,25	13,09

Сравнивая данные анализа по отдельным горизонтам, мы обнаруживаем значительное скопление илстых частиц (< 0,0015 мм) в иллювиальном горизонте при одновременном обеднении ими верхних слоев почвы. Это красноречиво говорит о том, что при подзолообразовании имеет место вынос из верхних горизонтов почвы вниз не только молекулярно-растворенных и коллоидальных веществ, но также и иловатых и тонко-пылеватых частиц. Само собою понятно, что такого рода перераспределение веществ по почвенной толще неизбежно сказывается и на физических свойствах почвы: верхние горизонты опесчаниваются, теряют связность, делаются более рыхлыми и бесструктурными, нижние же слои, наоборот, уплотняются, становятся связными и труднопроницаемыми как для воздуха, так и для воды.

Остановимся теперь на ознакомлении с составом поглощенных катионов дерново-подзолистой почвы. Для этой цели рассмотрим следующие аналитические данные.

Состав поглощенных катионов подзолистой суглинистой почвы (А. А. Роде)

Горизонт и глубина в см	Поглощенные катионы в м.—в.				
	H	Ca	Mg	Емкость поглощения	pH
A ₁ (5 — 10)	18,40	0,32	0,35	19,07	4,01
A ₂ (20— 25)	1,60	0,29	0,35	2,24	4,96
B (30— 35)	2,30	0,71	0,30	3,31	5,13
B (40— 45)	3,30	3,22	1,90	8,62	5,15
B (60— 65)	1,90	6,39	3,30	11,59	5,37
C (95— 100)	0,50	5,32	2,55	8,37	6,91

Приведенные данные наглядно показывают ненасыщенность почвы основаниями: среди поглощенных катионов в поглощающем почвенном комплексе значительное место занимает поглощенный водород. Наибольшая ненасыщенность обнаруживается в самых верхних, сильно выщелоченных горизонтах; здесь поглощенный катион H⁺ явно преобладает над поглощенными Ca⁺⁺ и Mg⁺⁺. По мере же углубления в почву соотношение поглощенных катионов заметно меняется: количество водородных ионов прогрессивно убывает, а Ca⁺⁺ и Mg⁺⁺ возрастает, и уже в горизонте С, например, не затронутым еще явным образом подзолообразовательными процессами, поглощенный H⁺ сходит почти на-нет, и в поглощающем комплексе оказываются поглощенными одни лишь металлические катионы.

Наличие поглощенных катионов придает почве кислотные свойства. Кислотность почвы наглядно выражена в этой же таблице показателями pH. При этом, что весьма характерно, степень кислотности каждого горизонта находится в полном соответствии с его насыщенностью основаниями; так, в самых верхних горизонтах, сильно выщелоченных и насыщенных водородными ионами, обнаруживается повышенная кислотность: здесь показатель pH равен 4,01. При переходе же к нижним горизонтам, менее выщелоченным, почвенная кислотность постепенно падает, и в материнской породе она сменяется реакцией, близкой к нейтральной (pH = 6,91).

В тесной и непосредственной связи с выщелоченностью и обедненностью описываемых почв коллоидами стоит и малая их емкость поглощения. Наименьшая величина емкости поглощения, как это видно из таблицы, имеет место в подзолистом, наиболее выщелоченном горизонте. Книзу емкость поглощения заметно увеличивается, достигая максимума в иллювиальном, обогащенном коллоидами, горизонте. Но наиболее высокая емкость поглощения наблюдается все же в самом верхнем перегнойном слое.

Очевидно, что повышенная емкость поглощения в этом горизонте обусловлена наличием здесь гумуса. Отсюда становится понятным значение органического вещества и как фактора, повышающего поглощательную способность почв, играющую огромную роль в почвообразовании.

Характерные свойства дерново-подзолистых почв

Из всего вышесказанного мы приходим, таким образом, к выводу, что характерными свойствами, присущими дерново-подзолистым почвам, являются следующие:

- 1) Дерново-подзолистые почвы являются почвами ненасыщенными основаниями, т. е. в поглощающем комплексе они содержат в том или ином количестве поглощенный водород.
- 2) В связи с ненасыщенностью основаниями дерново-подзолистые почвы обладают кислыми свойствами.
- 3) Благодаря процессам выщелачивания дерново-подзолистые почвы обеднены гумусом и минеральными легкоподвижными соединениями.

4) Содержат в себе небольшие сравнительно количества необходимых для растений питательных веществ.

5) Обладают слабо выраженной, непрочной структурой, вследствие чего способны легко расплываться, заплывать при увлажнении, образовывать корку и уплотняться.

Однако, в виду большого разнообразия условий почвообразования в подзолистой зоне, развитие почвообразовательного процесса в почвах может протекать и проявляться самым различным образом, в связи с чем и отмеченные выше свойства, как характерные для дерново-подзолистых почв, в действительности сильно варьируют.

Здесь можно встретить и почвы кислые и почвы с нейтральной реакцией, и сильно выщелоченные, и почвы, в которых подзолообразовательный процесс совсем почти не выражен, и т. д.

В этом отношении почвенный покров подзолистой зоны представляет собой сочетание множества почвенных разностей, отличающихся между собою как морфологическими и химическими свойствами, так, следовательно, и своими агрономическими качествами.

На рассмотрении главнейших почвенных разностей подзолистого типа почвообразования мы здесь и остановимся.

Главнейшие почвенные разности и их характеристика

Почвы подзолистого типа почвообразования подразделяются на почвенные разности, главным образом, по следующим признакам:

- 1) по степени оподзоленности,
- 2) по механическому составу и
- 3) по характеру материнских пород.

По степени оподзоленности описываемые почвы могут быть подразделены на:

- 1) слабоподзолистые почвы,
- 2) среднеподзолистые почвы и
- 3) сильноподзолистые почвы.

К дерново-слабоподзолистым почвам относятся те почвы, в которых подзолообразовательный процесс находится в начальной стадии своего развития. Эта почвенная разность может встречаться как среди пахотных, так и среди целинных угодий.

Среди пахотных угодий слабоподзолистые почвы залегают, главным образом, на наиболее окультуренных участках, где хорошей обработкой почвы и систематическим применением удобрений подзолообразовательный процесс в значительной степени заторможен.

На целинных угодьях означенные почвы встречаются на карбонатных породах, на аллювиальных наносах по поймам рек, затем отчасти под травянистой растительностью на суходельных сенокосных участках и иногда под покровом леса по склонам холмов.

В морфологическом отношении слабоподзолистые почвы характеризуются слабой выраженностью подзолистого горизонта, а иногда полным отсутствием его, и наряду с этим хорошо развитым гумусовым слоем, достигающим нередко значительной мощности. Наличие значительно развитого перегнойного горизонта служит наглядным доказательством того, что здесь дерновый процесс доминирует над подзолистым. Со стороны химических свойств данные почвы отличаются высокой насыщенностью основаниями, слабой кислотностью, заметной обогащенностью перегноем, а в связи с этим и важнейшими питательными веществами, которые необходимы для жизни культурных растений.

Означенные свойства, присущие слабоподзолистым почвам, нагляднее всего могут быть видны на конкретном материале.

Приведем для этой цели следующее описание типичного профиля слабоподзолистой суглинистой почвы (рис. 3).

Пашня. Равнина. Ленинградская область; Поддорский район; дер. Горушка.

Пахотный горизонт: 0—20 см; темно-серой окраски, суглинистый, плотный, заметно обогащен перегноем, обладает ясно выраженной, прочной и непрочной комковато-зернистой структурой. Включения — мелкие валуны. Переходит в гор. A_2 постепенно.

Горизонт A_2 : 20—25 см; слабо выражен; на буровато-палевом фоне лишь изредка обнаруживаются отдельные, едва заметные на-глаз, сероватые пятна. Горизонт слабо выщелочен; переходит в гор. B постепенно.

Горизонт B : 25—90 см; суглинистый, плотный, красно-бурой окраски. В средней части наблюдаются изредка стяжения в виде ленточных бобовин. Разламывается на острогранные отдельные различной формы. Переход в гор. C незаметный.

Горизонт C с 90 см; красно-бурый, бескарбонатный валунный суглинок.

Отмеченные морфологические особенности слабоподзолистой почвы находят свое выражение в следующих данных химического анализа:

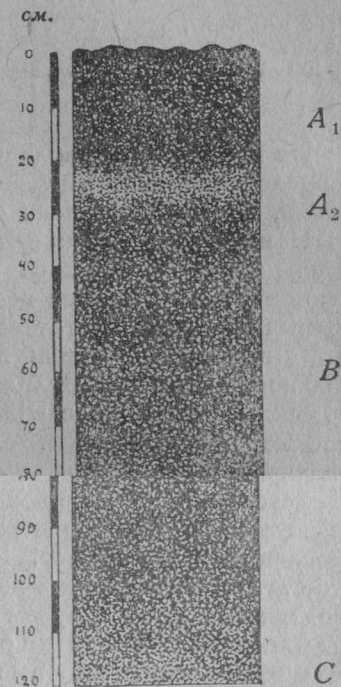


Рис. 3. Схема строения слабоподзолистой почвы

Горизонт и глубина	ρH (Обменная кислотность)	Г.К. (Гидролитич. кислотн. в м.-экв.)	S (Сумма поглощенных оснований в м.-экв.)	V (Степень насыщенности оснований в %/о/о)
A ₁ : 2—15 см	6,0	2,65	9,17	77
A ₂ : 20—25	5,5	0,53	4,11	88
B: 60—70	6,0	0,88	18,38	95
C: 100—110	6,5	0,88	15,35	94

Из приведенной таблицы ясно видны: слабая кислотность, малая выщелоченность и высокая степень насыщенности почвы основаниями, т. е. все признаки слабой оподзоленности почвы.

Помимо пашен, как уже отмечалось выше, слабоподзолистые почвы могут встречаться и на целинных угодьях. Здесь заслуживают внимания, прежде всего, почвы, сформировавшиеся на карбонатных породах. Богатство материнских пород карбонатами Ca и Mg в сильной степени препятствует развитию подзолообразовательного процесса. Вследствие этого карбонатные почвы всегда обычно отличаются слабой выщелоченностью, высокой насыщенностью основаниями и слабо-кислой, а нередко и нейтральной реакцией.

Насыщенность карбонатных почв основаниями весьма благоприятствует развитию дернового процесса, а в связи с этим и накоплению в них гумуса. Количество гумуса в карбонатных почвах достигает значительной величины — 5—6%, а иногда и выше. Благодаря богатству гумусом и карбонатами означенные почвы получили особое название *перегноино-карбонатных почв*. Будучи маловыщелоченными, высоконасыщенными основаниями, обладая значительным количеством органического вещества и хорошей структурой, перегноино-карбонатные почвы отличаются высокой производительностью и относятся к группе лучших почв подзолистой зоны.

Весьма близкими по своим агрономическим качествам к перегноино-карбонатным почвам являются аллювиально-луговые почвы, образовавшиеся по поймам рек и речек.

Огромное значение в развитии аллювиально-луговых почв имеет периодическое отложение на их поверхности ила во время половодья. Благодаря наносам ила означенные почвы из года в год обогащаются всеми необходимыми для питания растений веществами. В этих условиях под травянистой луговой растительностью особенно сильно развивается дерновый процесс, сопровождающийся прогрессивным накоплением перегноя, а вместе с ним и зольных элементов в верхних слоях почвы. В результате этих

процессов аллювиально-луговые почвы приобретают целый ряд особенностей и свойств, заметно отличающих их от других почвенных разновидностей; этими особенностями являются следующие моменты: наличие мощного гумусового слоя до 20—25 см, отсутствие явно выраженного подзолистого горизонта, высокая насыщенность основаниями, пониженная кислотность, нередко сменяющаяся нейтральной реакцией, и значительная обогащенность питательными веществами. Перечисленными свойствами объясняется то высокое плодородие, которое присуще в большинстве случаев аллювиально-луговым почвам.

Сравнительно редко дерново-слабоподзолистые почвы могут встречаться и на суходольных сенокосных участках; здесь так же, как и в аллювиально-луговых почвах, благодаря травянистой растительности, имеет место дерновый процесс. Однако, в отличие от речных пойм, на суходольных участках развитие дернового процесса идет значительно слабее и аккумуляция перегноя здесь совершается в более ограниченных размерах. Дерновые слабоподзолистые почвы имеют менее развитый перегнойный горизонт, часто не превышающий 14—15 см, более выщелочены и обеднены питательными веществами. Отсюда само собой понятно, что и хозяйственная ценность этих почв будет на много ниже по сравнению с аллювиально-луговыми почвами.

Что же касается лесных угодий, то здесь слабоподзолистые почвы встречаются, главным образом, по склонам холмов, где по условиям рельефа значительная часть атмосферической влаги стекает прочь, не проникая в почву, и где в силу этого обстоятельства развитие подзолообразовательного процесса протекает весьма слабо. Будучи слабооподзоленными, почвы лесных склонов тем не менее отличаются маломощностью гумусового горизонта (3—5 см), под которым очень часто непосредственно залегает материнская порода, и весьма малым содержанием питательных элементов. Отсюда и хозяйственная ценность этих почв сравнительно невысокая. Таким образом и слабоподзолистые почвы, в зависимости от конкретных условий их залегания, могут иметь различные свойства, а в связи с этим и различное производственное значение.

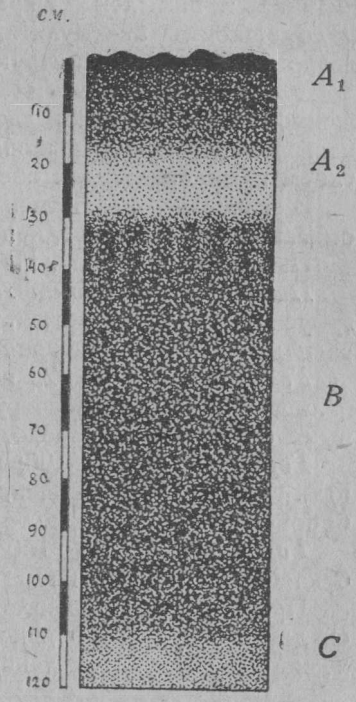


Рис. 4. Схема строения среднеподзолистой почвы

К дерново-среднеподзолистым почвам относятся те почвы, в которых подзолообразовательный процесс достиг более высокой стадии своего развития.

Эти почвы, подобно вышеописанной разности, могут встречаться как на пахотных, так и на целинных угодьях.

Среди пахотных угодий среднеподзолистые почвы встречаются в основном на малокультуренных участках; среди же целинных угодий означенные почвы залегают под лесами и отчасти под травянистой растительностью.

Морфологической особенностью среднеподзолистых почв является наличие в них ясно выраженного подзолистого горизонта (A_2), маломощности аккумулятивно-перегнойного горизонта, и слабая легко распадающаяся структура (рис. 4).

В отношении химизма данные почвы характеризуются повышенной кислотностью, значительной выщелоченностью и малой насыщенностью основаниями, а в связи с этим обедненностью перегноем и минеральными соединениями.

В качестве иллюстрации к сказанному приведем следующее описание профиля среднеподзолистой почвы:

Пашня, д. Коломна, Поддорский р-н, Лен. обл.

Пахотный горизонт A_1 : 0—16 см; светло-серой окраски, мало гумусирован, суглинистый, уплотненный. Обладает комковатой легко распадающейся структурой. Переход в гор. A_2 ясно выражен.

Горизонт A_2 : 16—26 см; белесой окраски, заметно выщелочен и лишен перегноя; бесструктурный, местами испещрен ортштейновыми бобовинами. Переход в гор. B заметен.

Горизонт B : 26—100; красно-бурый, суглинистый, весьма плотный. Содержит включения — валуны. Изобилует ортштейновыми бобовинами. Переход в гор. C постепенный.

Горизонт C : со 100 см; красно-бурый, плотный, валунный, бикарбонатный суглинок.

Приведенные морфологические особенности профиля почвы, свидетельствующие о явной оподзоленности, находят свое подтверждение в следующих данных химического анализа:

Горизонт и глубина в см	pH	Г.К.	S	V
A_1 : 2—15	5,0	7,61	8,15	51,71
A_2 : 16—26	4,5	5,56	5,48	49,63
B : 50—60	5,5	—	—	—
C : 100—110	6,0	—	—	—

Эти данные отчетливо показывают повышенную кислотность, большую выщелоченность и слабую насыщенность почвы основаниями.

Помимо пашен среднеподзолистые почвы широко распространены среди лесных массивов, главным образом, на пологих склонах, а также отчасти и на участках, свободных от древесных насаждений.

Под древесной растительностью означенные почвы имеют обычно маломощный гумусовый горизонт, не превышающий 10 см, и явно выраженный подзолистый горизонт (A_2). В условиях же травянистой растительности, где имеет место дерновый процесс, эти почвы отличаются более развитым перегнойным слоем, до 12—14 см, и несколько замаскированным, а потому и менее ясно выраженным элювиальным горизонтом (A_2). В данном случае в профиле почвы получают свое отражение два противоположных одинаково развитых процесса: дерновый и подзолистый.

Среднеподзолистые почвы, будучи значительно выщелоченными и обедненными органическими и минеральными соединениями и обладая наряду с этим повышенной кислотностью, имеют меньшую хозяйственную ценность по сравнению с слабоподзолистыми почвами.

К сильноподзолистым почвам относятся те почвы, в которых подзолообразовательный процесс достиг высшей стадии своего развития. В отличие от рассмотренных выше почвенных разностей, сильноподзолистые почвы встречаются, главным образом, на равнинных водораздельных лесных пространствах под сомкнутой древесной растительностью, где имеются налицо все условия, затрудняющие проявление дернового процесса и в то же время весьма благоприятствующие интенсивному развитию подзолообразовательного процесса.

Сильноподзолистые почвы характеризуются резкой выраженностью подзолистого горизонта, нередко достигающего 15—20 см мощности, маломощностью перегнойного слоя, сильной выщелоченностью и обедненностью органическими и минеральными соединениями, бесструктурностью и высокой кислотностью (рис. 5).

Означенные свойства сильноподзолистых почв могут быть наглядно проиллюстрированы следующими конкретными данными. Профиль сильноподзолистой почвы.

Лес лиственный. Равнина. Залучский р-н. Лен. обл.

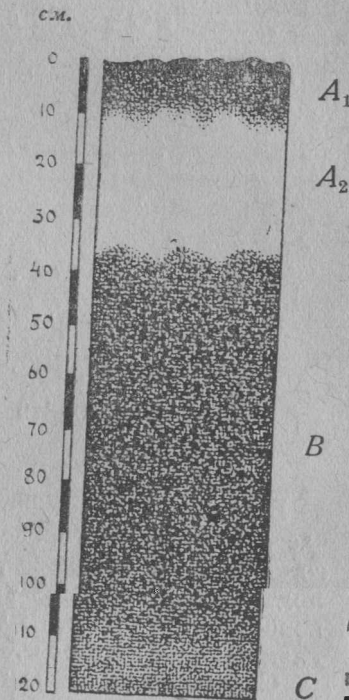


Рис. 5. Схема строения сильноподзолистой почвы

Горизонт A_0 : 3 см; лесная подстилка из листьев и травы.

Горизонт A_1 : 3—9 см; светло-серой окраски, суглинистый, уплотненный. Слабо обогащен перегноем. Бесструктурный. Переход к гор. A_2 ясно выражен.

Горизонт A_2 : 9—30 см; сильно развитый и резко выражен; белесый; сильно выщелочен; часто испещрен ортштейновыми бобовинами. Переходит в гор. B рядом длинных затеков.

Горизонт B : 30—100 см; красно-бурый, суглинистый, весьма плотный, изобилует мелкими ортштейнами. Переходит в гор. C незаметно.

Горизонт C со 100 см; красно-бурый, слабо валунный бескарбонатный суглинок.

Со стороны химических свойств эта же почва характеризуется такими показателями:

Горизонт и глубина	pH	Г. К.	S	V
A_1 : 3—9 см	4,0	8,85	5,43	38
A_2 : 20—30	4,0	3,89	2,01	34
B — 60—70	4,7			
C — 100—110	5,5			

Вследствие ничтожного проявления дернового процесса очень часто гумусовый горизонт у сильноподзолистых почв не превышает 2—3 см мощности, а иногда и совсем отсутствует, при чем подзолистый гор. (A_2) нередко выходит непосредственно к самой поверхности почвы. В таких случаях сильноподзолистую почву называют подзолом.

Сильноподзолистые почвы отличаются чрезвычайной обедненностью питательными веществами, а отсюда и производительная способность их является весьма низкой.

В отношении механического состава дерново-подзолистые почвы подразделяются на глинистые, тяжелосуглинистые, суглинистые, легкосуглинистые, супесчаные и песчаные разновидности. О значении механического состава в почвообразовании уже было сказано в одной из предыдущих глав, поэтому мы здесь и не будем останавливаться на этом вопросе. Отметим лишь, что характер подзолообразовательного процесса в значительной степени зависит от механического состава почвы. Чем тяжелее почва, чем богаче она глинистыми частицами, тем медленнее и на меньшую глубину идет оподзоливание и, наоборот, чем легче по механическому составу почва, тем быстрее и на большую глубину она оподзоливается.

Неодинаково протекает подзолообразовательный процесс и в зависимости от характера материнских пород. Большое значение приобретает в условиях подзолистой зоны карбонатность почвообразующих пород. Наличие карбонатов в породе является сильным противодействием интенсивному развитию подзолообразовательного процесса. Этим и объясняется тот факт, что на карбонатных породах в описываемой зоне чаще всего встречаются слабоподзолистые почвы, с значительным содержанием перегноя, с ясно выраженной структурой и с слабокислой, а иногда и с нейтральной реакцией. На породах же бескарбонатных при прочих равных условиях встречаются обычно почвенные разности с более высокой степенью подзоленности. Поэтому, помимо прочих признаков, подзолистые почвы подразделяют еще на группу почв, образовавшихся на карбонатных породах, и на группу почв, материнской породой которых служат бескарбонатные отложения.

Формирование подзолистых почв в условиях равнинного рельефа, а также по пониженным участкам, нередко сопровождается развитием в них раскислительных процессов, выражающихся в появлении в том или ином горизонте почвы глеевых пятен или сплошных полос. В таких случаях почвы получают название подзолисто-глеевых или дерново-подзолисто-глеевых почв.

Подзолисто-глеевые почвы знаменуют собой начальную стадию заболачивания и занимают переходное положение между подзолистыми и болотными почвами, речь о которых будет впереди.

Оглеенные почвы отличаются целым рядом весьма отрицательных свойств: отсутствием газообмена, плохой водопроницаемостью, и, что особенно важно, наличием в них неокисленных, ядовитых для культурных растений веществ: FeO , CH_4 , H_2S , PH_3 и др. Процессы оглеения, в зависимости от конкретных условий залегания почвы, получают различное морфологическое выражение. От узких, едва заметных на-глаз, сизоватых прожилок до сплошных мощных синеватых полос. При этом, чем сильнее оглеена почва, тем ниже ее производственное значение.

Таковы в основных чертах те главнейшие почвенные разности, на которые обычно подразделяются почвы подзолистого типа почвообразования.

Важнейшие мероприятия по улучшению дерново-подзолистых почв

Совокупностью свойств, присущих дерново-подзолистым почвам, а именно, обедненностью органическими и минеральными соединениями, кислотной реакцией, очень слабой их структурностью и недостаточной аэрацией, определяется и комплекс тех агромероприятий, с помощью которых должно проводиться поднятие производительности описываемых почв.

Важнейшими мероприятиями в этом комплексе являются следующие: систематическое обогащение почв органическими удобрениями, применение минеральных туков, изменение реакции почвенной среды путем известкования и, наконец, борьба за воздушный режим, за надлежащее проветривание почв при помощи мелиорации.

Огромная роль в деле поднятия производительности подзолистых почв должна быть отведена, прежде всего, навозу и вообще органическим удобрениям, являющимся не только источником питательных веществ, но и косвенно-действующим фактором, способным решительным образом улучшать физико-химические и биологические свойства почвы. Большое внимание должно быть обращено при этом на повсеместное внедрение в практику полеводства травопольных севооборотов с посевами травосмесей из злаковых и бобовых трав: клевера, тимофеевки, люцерны и др. Травосеяние в создании плодородия почв имеет колоссальное значение: это есть биологический путь обогащения почвы азотом и перегноем, путь улучшения почвенной структуры и вместе с тем путь простой, дешевой и наиболее доступный любому колхозу и совхозу. На окультуренных и улучшенных таким образом почвах высокую эффективность способны проявлять и минеральные удобрения. В первую очередь все дерново-подзолистые почвы в большинстве случаев нуждаются в азотистых и фосфорно-кислых, а затем и калийных удобрениях.

Весьма существенным агромероприятием, необходимым для улучшения качества дерново-подзолистых почв как пахотных, так и вновь освоенных угодий, является известкование. Однако, известкование, основная цель которого заключается в нейтрализации почвенной кислотности и улучшении структурных свойств почв, не должно применяться без разбора на всех без исключения почвах, а лишь на почвах, действительно нуждающихся в известковании.

Такого рода нуждающимися в известковании почвами являются сильно- и среднеподзолистые почвы. Что же касается группы слабоподзолистых почв, то потребность их в известковании весьма малая; внесение извести на таких почвах обычно не дает сколько-нибудь заметного положительного результата.

Наконец, на участках, где в силу тех или иных причин имеет место периодическое заболачивание почв, необходимым мероприятием является мелиорация, борьба с избыточной влагой.

В заключение следует подчеркнуть, что весь этот комплекс воздействий, направленных на улучшение и поднятие производительности дерново-подзолистых почв, должен осуществляться в неразрывной связи с другими, не менее важными агромероприятиями: в борьбе с сорной растительностью, при наличии рационального травопольного севооборота и при систематическом, постепенном углублении пахотного слоя, большая мощность которого является необходимым условием для свободного развития корневой системы растений, а, следовательно, и для получения высоких урожаев тех или иных возделываемых культур.

ПОЧВЫ БОЛОТНОГО ТИПА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

В комплексе подзолистых почв как в подзолистой, так и тундровой зонах широкое распространение имеют почвы болотного типа почвообразования. Так, в европейской части СССР на долю болот приходится около 22 млн. га, а в азиатской — под болотами занято более 100 млн. га. При этом в подзолистой зоне означенные почвы занимают подчиненное положение, в области же тундры болотные почвы являются господствующим типом почв. Что же касается лесных, степных областей, то здесь болотные почвы встречаются редко и удельный вес их в почвенном покрове этих областей в общем ничтожен.

Возникновение и развитие болотных почв неразрывно связано с избыточным увлажнением.

Избыточное увлажнение почв в означенных зонах может возникнуть вследствие различных причин. В одних случаях оно обязано выходам почвенно-грунтовых вод; в других — скоплению на поверхности почвы атмосферных осадков. Пересыщение почвы влагой благодаря близости грунтовых вод в природе встречается в ограниченных сравнительно пределах: выходы грунтовых вод имеют место обычно лишь по низинам и поймам рек. Гораздо чаще избыточное увлажнение возникает под влиянием атмосферных осадков.

При этом существенной причиной заболачивания, как уже отмечалось выше, является большое накопление в почве органических веществ в результате длительного и интенсивного развития дернового процесса под злаковой луговой растительностью.

Скоплению атмосферной влаги на поверхности почвы в высокой степени благоприятствуют также равнинные условия рельефа, исключая возможность стока воды, затем водонепроницаемость почвообразующих пород и слабое испарение. Заболачивание огромных подзональных пространств в подзолистой и тундровой зонах связано в большинстве случаев именно атмосферному увлажнению. Некоторое значение может иметь при этом наличие в почвах сильно развитого орштейнового горизонта, затрудняющего прохождение воды вглубь почвы, а также отсутствие леса, как сильного испарителя почвенной влаги. Стихийное уничтожение лесов при пожарах, также при бессистемной сплошной рубке, согласно многим наблюдениям, нередко приводило к заболачиванию почв. Что же касается тундры, то здесь, помимо прочих причин, сильнейшим фактором заболачивания почв является с одной стороны низкая температура, с другой — наличие в почве вечной мерзлоты; при этих условиях почти все выпадающие атмосферные осадки целиком задерживаются почве.

Возникшее в силу тех или иных причин избыточное увлажнение почвы определяет собою и весь дальнейший ход почвообразовательного процесса. Здесь появляется и быстро развивается спелая болотная растительность или вообще растительность, спо-

собная мириться с обилием влаги. Обилие влаги в почве, затрудняя доступ кислорода воздуха, сказывается далее на темпах и характере разложения органических веществ. Органические остатки в анаэробных условиях разрушаются чрезвычайно медленно и, что весьма важно отметить, никогда это разрушение в данных условиях не идет до конца, т. е. до стадии полной минерализации. Образующиеся же при этом различного рода органические кислоты еще более замедляют этот процесс, парализуя жизнедеятельность основных разрушителей органического вещества бактерий. В результате этого рода явлений описываемые почвы все более и более обогащаются полуразложившейся органической массой в виде торфа, которая и составляет неотъемлемую и существенную часть всякой болотной почвы.

Таким образом, образование и накопление торфянистой массы на поверхности почвы есть первая существенная сторона болотного процесса.

Помимо накопления торфа весьма характерным для болотных почв является наличие в них восстановительных процессов, приводящих к образованию различных закисных и неокисленных соединений. Здесь в условиях анаэробного разложения органических остатков образуется в значительных количествах метан, сероводород, обычным спутником анаэробных процессов является также выделение свободного азота, водорода и фосфористого водорода, — продукта восстановления фосфорной кислоты. Среди других продуктов восстановительных реакций в болотных почвах следует отметить закисные соединения железа; последние, скопясь в значительных количествах, и придают минеральной части почвы характерную для оглеенных горизонтов сизоватую или зеленоватую окраску.

Таким образом типичная болотная почва состоит в основном из двух слоев: 1) из торфянистого и 2) залегающего непосредственно под ним глеевого горизонта.

В зависимости от природных условий и стадии развития болотного процесса, мощность торфянистого слоя может достигать значительной величины. И, действительно, большинство наших обширных болот имеет слой торфа в среднем 2—3 метра, а иногда, правда в более редких случаях, встречаются участки болот, где мощность торфа достигает 10, а иногда и 15 метров.

Основные типы болот и их характеристика

Все болотные почвы, в зависимости от характера их увлажнения могут быть подразделены на три основных типа болот:

- I. Низинные болота.
- II. Верховые болота.
- III. Переходные болота.

К группе низинных относятся те болота, в развитии которых принимает участие, главным образом, грунтовая влага. К группе

верховых болот относятся болота атмосферного питания. И, наконец, переходным относятся те болота, в питании которых принимает участие как атмосферная, так и грунтовая влага.

От характера увлажнения зависит, прежде всего, состав болотной растительности. Так, например, на болотах при грунтовом питании всегда обычно поселяется растительность, требовательная к минеральным питательным веществам. Это объясняется тем, что грунтовая вода, в отличие от атмосферной, всегда содержит в себе некоторое количество растворенных солей. Наоборот, в болотах при атмосферном увлажнении основной растительный фон состоит преимущественно из растений неприхотливых, могущих развиваться на самом бедном субстрате. Поэтому при установлении типа того или иного болота и руководствуются, в первую очередь, составом его растительности, как наглядным и весьма существенным признаком, отражающим внутренние свойства болота.

Для низинных болот характерной растительностью являются различного рода злаково-осоковые травы, в силу чего эти болота часто называют еще травяными или луговыми болотами. Кроме того, в растительности низинных болот значительное участие принимают еще так называемые гипновые мхи, а из древесных пород — ива, ольха, береза и др. В случае зарастания и заторфовывания мелких озер, речных стариц и заводей в качестве господствующей растительности могут являться тростник и камыш.

Резко отличной от растительности низинных болот является растительность, свойственная верховым болотам. Растительный фон состоит здесь, главным образом, из сфагновых мхов, благодаря чему название „верховые болота“ часто заменяют понятием сфагновые или моховые болота. Обычными спутниками сфагновых мхов на верховых болотах являются пушица, клюква, морошка, из кустарников — багульник и др. Из древесных пород здесь могут встречаться карликовая ель и сосна.

Что же касается переходных болот, то здесь имеет место смешанная растительность, в составе которой могут быть и травы сфагновые мхи.

Помимо растительности все три основных типа болот отличаются между собой и своим составом и химическими свойствами.

Так, для торфа верховых болот, в питании которых принимает участие, главным образом, атмосферная влага, характерным является резко выраженная кислотность. Показатель кислотности pH здесь обычно бывает равен 3,5—4, а нередко опускается и до 3.

Наоборот, торф низинных болот отличается слабой кислотностью, иногда и нейтральной реакцией. Образующиеся здесь органические кислоты при разложении растительных остатков постоянно нейтрализуются солями, содержащимися в грунтовой воде.

Характерными показателями реакции для травяных болот являются показатели pH , равные 6—6,5 и реже — 7.

Переходные болота, в образовании которых принимает участие как грунтовая, так и атмосферная влага, характеризуются кислотной

реакцией, но кислотность в них значительно ниже, чем в верховых болотах, и колеблется чаще всего в пределах $pH = 4,5-5,5$.

От характера болотной растительности зависит и химический состав и качество торфа. В этом отношении весьма наглядными показателями, характеризующими свойства торфа различных типов болот, могут служить следующие данные:

Химический состав торфа в процентах на сухое вещество
(Д. Н. Прянишников)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Всей золь	Органич. вещества
Верхового (мохового) болота	1,0	0,1	0,02	0,4	4,9	95,1
Низинного (травяного) болота	2,8	0,4	0,2	2,0	12,9	87,1

Из приведенной таблицы ясно видна существенная разница в химическом составе торфа различного происхождения. Различия здесь обнаруживаются, прежде всего, в отношении содержания зольности. Количество зольности в низинном торфе почти втрое превышает зольность торфа верховых болот. Помимо зольности, значительная разница имеется и в отношении целого ряда других элементов: травяные болота несравненно богаче моховых болот и известью, и азотом и фосфором, и калием. В отношении азота следует заметить, что абсолютные его количества вообще велики как в низинном, так и в верховом торфе. Количество же калия и фосфора, наоборот, как в том, так и в другом торфе очень ограничены.

Приведенные данные характеризуют химический состав торфа только двух наиболее резко отличающихся между собой типов болот. Что же касается состава органической массы переходных болот, то по зольности, а также по содержанию в них других элементов, они занимают промежуточное положение, приближаясь в одном случае к верховым, а в другом — к низинным болотам.

Таким образом, вследствие существенных различий в условиях и обстановке возникновения и развития, встречающиеся в природе болота отличаются большим разнообразием как по характеру растительности, так и по своему химическому составу.

Само собою понятно, что в связи с этим и хозяйственная ценность и пути использования этих болот будут также различны.

К сказанному следует еще добавить, что среди заболоченных пространств как в подзолистой, так и тундровой зоне наибольшее место занимают верховые и затем переходные болота; что касается низинных или травяных болот, то степень распространения их в общей сложности сравнительно незначительна.

Сельскохозяйственное значение болот и пути их использования

Огромные практически неисчерпаемые запасы органической массы, сосредоточенной в болотах, представляют большую ценность для сельскохозяйственного производства.

В условиях подзолистой, а также и тундровой зоны, почвы которых отличаются крайней обедненностью перегноем, торфяные болота заслуживают особого внимания, прежде всего, как широкий источник органической массы для удобрительных целей.

Способы использования торфа в качестве удобрительных средств в сельском хозяйстве очень разнообразны: торф может вноситься в почву и непосредственно, как удобрение, может использоваться в качестве материала для получения торфяного навоза или различных компостированных удобрений и т. д.

Для непосредственного удобрения почв вполне пригодным является торф низинных болот: он имеет слабо-кислую или нейтральную реакцию, содержит в себе много зольных веществ и, что весьма важно, отличается значительным богатством в отношении азота. Перед внесением в почву травяной торф обычно некоторое время выдерживается в кучах с целью усиления в нем микробиологических процессов, а также удаления из него различного рода ядовитых веществ, свойственных всем вообще болотным образованиям, затем вывозится на поле, разбрасывается и запахивается.

Многолетними исследованиями опытных учреждений, а также практикой многих совхозов и колхозов установлена высокая эффективность низинного торфа, как непосредственного удобрения. В качестве иллюстрации к сказанному приведем здесь следующие данные опытной станции (Зап. обл.), применявшей в качестве удобрения травяной торф на песчаных почвах:

Нормы торфа	Озимая рожь 1-й год действия		Картофель 2-й год действия	
	Урожай в ц/га	В проц.	Урожай в ц/га	В проц.
без удобрения	5,5	100	48	100
травяной торф: 36 т/га . .	11,1	202	62,3	129
„ „ 72 „ . .	13,6	242	86,8	180
„ „ 108 „ . .	17,1	311	95,4	198

Менее пригодным для непосредственного внесения в почву является торф верховых болот. Верховой торф обладает кислыми свойствами и, будучи внесенным в почву, чрезвычайно медленно разлагается, не оказывая почти никакого действия на урожай.

Поэтому применение торфа верховых болот в качестве непосредственного удобрения обычно и не практикуется. Верховой торф перед внесением в почву должен быть предварительно соответствующим способом переработан и подготовлен. В этом отношении практикой земледелия выработаны два пути: 1) применение торфа в качестве подстилки на скотных дворах и 2) использование торфа в качестве материала для приготовления компоста.

Для подстилки употребляется мало разложившийся моховой торф или так называемый „очес“. Обладая огромной поглотительной способностью, моховой торф хорошо впитывает и удерживает жидкие выделения и газы, устраняя тем самым возможную потерю самых ценных частей навоза. Получающийся при этом торфяной навоз обладает очень высокими удобрительными свойствами по сравнению с соломенным навозом. О высоком качестве торфяного навоза можно судить по следующим данным опытной станции, применявшей означенный навоз под картофель на песчаных почвах в Московской области:

Виды навоза	Внесено в почвы в т/га	Урожай клубней в ц/га
Соломенный	18	178
Торфяной	18	220
Соломенный	36	208,5
Торфяной	36	262

Для приготовления же компоста может быть использован и верховой и низинный торф. При компостировании верхового торфа обязательно применяется известь или зола с целью уничтожения кислотности. Усиление же бактериальных процессов достигается в компостных кучах путем добавления к ним навоза или навозной жижи. По своим удобрительным свойствам хорошо приготовленный торфяной компост не уступает обыкновенному соломенному навозу.

Таков один путь использования торфяной массы болот в сельском хозяйстве.

Но помимо того, болотные массивы после их осушки могут быть с успехом превращены и непосредственно в пашни. Наиболее пригодными для освоения под пашню являются низинные болота. Торф низинных болот отличается высоким содержанием зольных элементов и азота и вся задача здесь заключается, следовательно, в том, чтобы превратить этот запас питательных веществ из неусвояемой формы в усвояемую для растений форму соединений.

Мобилизация питательных элементов, заключенных в форме органического вещества, и достигается здесь, главным образом, путем мелиорации.

При осушке болот коренным образом изменяется направление почвообразовательного процесса: создается аэрация, усиливается

минерализация органических веществ, происходит окисление различного рода закисных соединений и бесплодная болотная масса постепенно превращается в почву, вполне пригодную для возделывания на ней всевозможных с-х культур.

Однако, торфяная масса большинства болот отличается бедностью калием и фосфором. Поэтому при культуре болот необходимым мероприятием явится также систематическое удобрение их калийными и фосфорнокислыми удобрениями. В некоторых случаях, в особенности на первых порах культуры, торфяные почвы очень сильно отзываются на азотные удобрения в форме минеральных солей. В таких случаях необходимо вносить в почву полное удобрение, т. е. К, Р и N.

Низинные болота после их осушки могут быть использованы самым различным образом: в качестве сенокоса, пастбища, пашни и т. д. Во всех случаях, как показал опыт многих опытных станций, озданные таким способом угодья отличаются высокой и устойчивой производительностью.

Значительно менее ценными в качестве объекта для освоения под с-х культуру являются верховые и переходные болота. Они беднее питательными веществами по сравнению с низинными болотами и, что весьма существенно, обладают повышенной кислотностью. Но, тем не менее, опыт показывает, что и верховые, главным образом, переходные болота при соответствующей затрате средств с успехом могут быть превращены в высококультурные угодья. При освоении моховых болот потребуются помимо вышеотмеченных мероприятий также известкование в целях нейтрализации кислотности и создания благоприятной среды для микроорганизмов и растений. Благодаря наличию в них кислотности здесь могут находить себе применение такие труднорастворимые соли, как апатит, томасшлак, фосфоритная мука и др.

Для усиления процессов нитрификации, аммонизации и др., в верховых болотах чрезвычайно важным мероприятием, особенно на начале освоения болот, является также применение фекалий и навозной жижи.

Таким образом, торфяная масса как низинных, так и верховых болот самыми различными способами может быть использована в сельскохозяйственном производстве. В этом отношении колоссальные количества органического вещества, на протяжении тысячелетий скопившегося в многочисленных болотах, представляет собою огромной важности резерв, рациональное использование которого открывает социалистическому земледелию неограниченные возможности в деле улучшения производительности почв и создания высоких и устойчивых урожаев.

ПОЧВЫ ЧЕРНОЗЕМНОГО (СТЕПНОГО) ТИПА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Современная область распространения черноземных почв, в своем историческом прошлом прошедшая длинный путь развития от тундры до луговой степи, располагается южнее подзолисто-таежной зоны и занимает площадь, равную в общей сложности 2.500.000 км². Таким образом, в почвенном покрове нашего Союза почвы черноземного типа почвообразования занимают наибольший удельный вес после почв подзолистого типа.

Распространение черноземных почв приурочено к степной полосе, современные естественно-исторические условия которой характеризуются следующими чертами.

Климат степной полосы может быть охарактеризован как континентальный, отличающийся более значительной сухостью, по сравнению с подзолисто-лесной зоной, особенно в восточной части. При этом сухость климата обусловлена не столько малым количеством атмосферных осадков, сколько характером их выпадения, высокой температурой довольно продолжительного лета и сильными сухими ветрами, способствующими большому испарению влаги. Среднее количество атмосферных осадков, выпадающих в течение года на большей части черноземной полосы, составляет около 400—500 мм. Но главная масса осадков выпадает здесь в виде ливней и притом в летние, наиболее жаркие месяцы, вследствие чего лишь незначительная часть атмосферной влаги проникает в почву, остальное же ее количество через испарение и поверхностный сток теряется для почвы бесследно. Большое влияние на водный режим почв степной полосы оказывает низкая относительная влажность воздуха, высокая температура летних месяцев и иссушающее действие обычных для этой зоны суховеев. Все это вместе взятое создает такие условия, при которых почвы степных районов большую часть летнего периода находятся в сухом состоянии.

Достаточный запас влаги почвы степной зоны имеют, главным образом, лишь в весенний период и первую часть лета. Этой влаги вполне хватает для хорошего развития степной растительности, отличающейся, кстати заметить, коротким вегетационным периодом. Но в середине лета почвенная влага истощается и травяная растительность начинает выгорать. Отсутствие влаги исключает возможность интенсивного развития микробиологических процессов в почве. Поэтому остатки отмершей растительности, не успевая, за отсутствием влаги, полностью минерализоваться, все больше и больше накапливаются в почве. Такова одна сторона влияния климатических условий на формирование черноземных почв. С другой стороны, ограниченное количество поступающей в почву влаги не производит здесь того выпелачивающего и разрушающего действия, какое наблюдается в условиях подзолистой зоны. В условиях степи из почвенной толщи выносятся на значительную глубину лишь наиболее легко растворимые соли, как, например, $NaCl$,

KCl , Na_2SO_4 и др.; что же касается карбонатов кальция и магния, то они задерживаются уже в пределах гумусового горизонта или непосредственно под ним. Это скопление углекислой извести на небольшой глубине в виде „журавчиков“, „белоглазки“ и „псевдомицелия“ является весьма характерным морфологическим признаком для черноземных почв.

Материнские породы, на которых формируются черноземные почвы, очень разнообразны. В европейской части СССР черноземная область характеризуется широким развитием лесса и лессовидных пород; в Сибири в качестве почвообразующих пород черноземных почв выступают различного происхождения суглинки и глины, лишь в верхних своих горизонтах приобретающие признаки лессовидности.

Наконец, нередко можно встретить в качестве материнских пород горные породы и более древнего происхождения, например, мергелистые глины, известняки, песчаники и др. Но, как бы ни были разнообразны по своему происхождению и свойствам почвообразующие породы черноземных почв, все они могут быть объединены в одну общую группу по наличию в них карбонатов кальция. Именно, карбонатность материнских пород является вторым, после климата, существенным фактором, обуславливающим формирование почв черноземного типа.

Но наиболее, однако, яркую выраженность получают черноземные почвы, образовавшиеся на лессах, широко распространенных в европейской части нашей страны и отличающихся значительной пористостью, отсутствием слоистости, способностью давать отвесные обрывы в местах промоин и оврагов и, наконец, что наиболее важно, высокой карбонатностью.

Рельеф. Преобладающей формой рельефа на большей части черноземно-степной полосы является равнина. Здесь нет тех частых и резких переходов от ровных мест к всхолмленным участкам, которые наблюдаются в области подзолисто-лесной зоны. Сравнительным единообразием условий рельефа в степной полосе объясняется и отсутствие той сильной пестроты в почвенном покрове, которая имеет место в подзолистой зоне. Следует здесь же, однако, отметить, что для значительной территории черноземной полосы, особенно для европейской ее части, является весьма характерным сильное развитие оврагов, как результат деятельности ливней. Огромные овраги, рассекая толщу леса глубокими каньонами и простираясь иногда на целые километры, сильно дренируют и иссушают местность. Наличием сети оврагов в связи с хорошей водопроницаемостью лессовых пород объясняется отчасти и то глубокое залегание грунтовых вод, которое наблюдается в степи. В большинстве случаев грунтовые воды залегают здесь в 15—20 м от поверхности.

Растительность. Почвы черноземного типа почвообразования, в отличие от подзолистых почв, развиваются под покровом травяной лугово-степной растительности. Убедительным подтвер-

ждением этому могут служить те нераспаханные еще участки девственной степи, которые можно встретить в настоящее время в самых различных частях черноземной полосы.

Состав степной растительности, однако, на протяжении всей описываемой зоны неодинаков. Так, например, в южных более сухих районах преобладающими видами в травостое являются, главным образом, ковыль, тырса, типчак, тонконог, житняк и др.; в районах же менее засушливых, с большим количеством осадков, куда может быть отнесена почти вся северная часть черноземной полосы, основной растительный фон складывается преимущественно из лугового мятлика, пырея, чапалочи, клевера, горицвета, шалфея, астрагала и эспарцета. Большинство растительных форм, распространенных в степи, в биологическом отношении отличается, как уже отмечалось выше, сравнительно коротким вегетационным периодом и способностью мириться с недостатком влаги. Эти особенности, хорошо гармонирующие с климатическими условиями зоны, дают возможность степной растительности полностью использовать весенние запасы влаги в почве и заканчивать цикл своего развития до начала засушливого периода. Богатая травяная растительность, присущая степной области, ежегодно, после своего отмирания, оставляет в почве громадное количество органической массы. Но если климатические условия степной зоны вполне благоприятствуют для образования значительных количеств органического вещества, то для полной его минерализации здесь недостает влаги. Условия увлажнения в степи являются достаточно благоприятными лишь для процессов гумификации. В силу этого обстоятельства значительная часть растительных остатков превращается в перегной и в виде гумуса все в большем и большем количестве накапливается в почве. Этим объясняется то высокое содержание перегноя, которым черноземные почвы резко отличаются от почв других типов почвообразования.

Таковы в основных чертах те современные природные условия, в которых идет развитие черноземных почв.

Морфология и химизм черноземных почв

Почвообразовательные процессы, протекающие в черноземных почвах, находят свое отражение как в морфологических, так и химических их свойствах.

Одним из основных свойств черноземных почв является высокое содержание в них гумуса и, как результат этого, черная окраска, благодаря которой означенные почвы и получили свое название. И, действительно, большинство почв черноземного типа содержит в себе в среднем около 8—12% гумуса, но нередко это количество повышается до 15%, а иногда до 18 и даже 20 % от общего веса почвы. Накопление столь огромного количества перегноя, как результат максимального развития процесса гумификации, является наиболее характерной особенностью, присущей почвам черноземного

типа почвообразования. Вместе с тем перегнойный горизонт описываемых почв отличается большой мощностью, достигающей иногда 1—1,5 м, и, что весьма существенно, количество гумуса в нем убывает книзу постепенно, без тех резких переходов, которые свойственны почвам подзолистого типа (рис. 6).

В качестве иллюстрации к сказанному приведем следующее описание профиля типичного чернозема:

Горизонт A_1 : мощность 50 см; черной окраски; структурность — зернистая, очень прочная; структурные агрегаты в подавляющем большинстве имеют в диаметре 2—3 мм. Переход к следующему горизонту незаметный.

Горизонт A_2 : почти неотличим от горизонта A_1 . Темной, почти черной окраски. Мощность около 60 см. Структурность несколько более грубая: в верхних частях данного горизонта она зернисто-ореховатая, в нижних — комковатая, в нижней же части начинается явное вскипание под действием соляной кислоты.

Таким образом, мощность гумусового горизонта данной почвы ($A_1 + A_2$) составляет 1,1 м. Переход к гор. В постепенный.

Горизонт В: мощность 40—50 см; палево-серой окраски; мелкопористого сложения. Изобилует выделениями карбонатов кальция в виде конкреций белоглазки и журавчиков. Бурно вскипает с соляной кислотой.

Горизонт С: лесс палевой окраски, пористого сложения, местами вертикально-решетиноватый.

Из приведенного описания наглядно видно, что в профиле черноземных почв нет той резкой дифференциации почвенной толщи на горизонты, которая присуща подзолистым почвам. Границы между горизонтами в черноземных почвах часто

почти неуловимы, вследствие чего и выделяемые при этом сами генетические горизонты являются нередко весьма условными. Постепенность перехода гумусового горизонта в материнскую породу красноречиво говорит об отсутствии в данных почвах сильного выноса или выщелачивания, а в связи с этим, следовательно, и о богатстве этих почв необходимыми для растений питательными элементами.

Сказанное может быть наглядно проиллюстрировано следующими данными валового анализа типичных черноземных почв (стр. 148). Приведенные данные анализа обнаруживают, что в черноземных почвах только карбонаты кальция подвержены в заметной степени

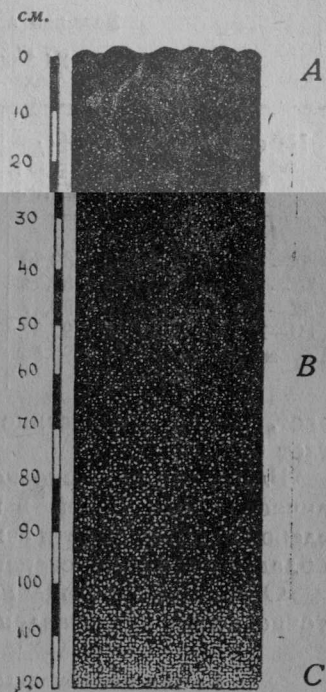


Рис. 6. Схема строения черноземной почвы.

передвижению в нижние слои почвы: об этом говорит явное возрастание содержания CaO по мере углубления в почву. Что же касается других составных частей почвы, то, судя по равномерности их распространения по отдельным горизонтам, они совсем почти не затронуты процессами выщелачивания. Из приведенных же валовых анализов явствует и большая обогащенность черноземных почв органическими и минеральными соединениями, которые являются источником образования питательных для растений веществ. Среди последних здесь следует отметить, прежде всего

Валовой состав суглинистого чернозема

(б. Балашовского у.; Саратовской г.; с. Крутое). В 100 частях сухой почвы содержится (К. Шмидт) (в процентах)

На глубине в см.	Пере- гной	Минер. веще- ства	N	P_2O_5	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O
0—30 см	14,85	83,80	0,61	0,22	44,35	15,80	4,52	1,97	1,55	2,27	0,71
30—55 см	11,38	87,24	0,42	0,19	55,84	14,84	5,16	2,05	1,49	2,37	0,58
55—80 см	8,70	90,27	0,27	0,17	57,88	15,75	5,20	1,54	9,93	2,34	0,84
80—100 см	6,16	92,37	0,18	0,16	54,32	14,61	4,83	5,82	1,76	2,27	0,88
Глубже 100 см	3,54	95,56	0,08	0,15	48,21	14,75	4,64	10,0	1,47	2,03	0,86

азот, общее содержание которого в описываемых почвах достигает 0,6%.

Благодаря наличию карбонатов кальция и магния и других различного рода солей в материнской породе, а также вследствие слабой промываемости атмосферными осадками, черноземные почвы обладают высокой степенью насыщенности основаниями.

О составе поглощенных катионов в черноземных почвах достаточно ясное представление дает следующая таблица.

Состав поглощенных катионов в черноземе (Е. Н. Иванова)

На глубине в см	Процентное содержание в почве поглощенн. катионов		В миллиэкв.		Емкость поглощения в миллиэкв	Процент. состав поглощенных катионов в м/экв.	
	Ca	Mg	Ca	Mg		Ca	Mg
0—15 см.	0,940	0,0828	46,5	6,8	53,3	87,2	12,8
15—35 см.	0,932	0,0565	46,6	4,7	51,3	90,4	9,2
30—45 см.	0,720	0,0582	36,0	5,0	41,0	88,0	12,0
45—60 см.	0,692	0,0626	34,7	5,2	39,9	87,0	13,0
60—75 см.	0,694	0,0643	34,6	5,4	40,0	86,5	13,5
75—90 см.	0,660	0,0495	33,0	4,1	37,1	89,0	11,0
90—105 см.	0,642	0,0591	32,1	4,7	37,8	87,2	12,8

Из этой таблицы видно, что поглощающий комплекс черноземных почв насыщен только двумя катионами: кальцием и магнием, при чем преобладающее место занимает здесь кальций, относительное содержание которого достигает 90,4% от всей суммы поглощенных оснований.

Благодаря богатству перегноем и насыщенности кальцием черноземные почвы обладают прочной зернистой структурой, а в связи с этим и благоприятными водными, воздушными и тепловыми свойствами, имеющими огромное агрономическое значение. Хорошая прочная структура, обуславливая собою свободный газообмен, исключает тем самым возможность образования и накопления в описываемых почвах каких-либо ядовитых для растений недоокисленных или закисных соединений. Будучи насыщенными основаниями, черноземные почвы обладают нейтральной реакцией, наиболее отвечающей потребностям культурных растений. В более редких случаях реакция почвенного раствора в данных почвах бывает слабо щелочной.

Обобщая все вышеизложенное, можно, таким образом, сказать, что характерными свойствами, определяющими качество черноземных почв, как среды для культурных растений, являются следующие:

1. Черноземные почвы обладают высоким содержанием перегной и мощным гумусовым горизонтом.
2. Заключают в себе значительное количество минеральных соединений.
3. Будучи насыщенными Ca^{++} и Mg^{++} , обладают нейтральной или слабо щелочной реакцией.
4. Отличаются ясно выраженной прочной зернистой структурой.
5. Не содержат в себе закисных и недоокисленных, ядовитых для растений веществ.
6. Обладают в высшей степени благоприятными водными, воздушными и тепловыми свойствами.

Следует здесь же, однако, подчеркнуть, что почвенный покров черноземно-степной зоны далеко не однообразен. Различия в климатических условиях и характере растительности, наблюдающиеся в отдельных частях огромной черноземной полосы, самым непосредственным образом сказываются и на свойствах самих почв. В этом отношении черноземные почвы могут быть подразделены на ряд почвенных разновидностей, на существенных особенностях которых мы здесь и остановимся.

Главнейшие почвенные разности черноземного типа почвообразования

В зависимости от содержания перегноя и мощности гумусовых горизонтов, черноземные почвы подразделяются на следующие разновидности:

1. Северный или деградированный чернозем.

2. Мощный или тучный чернозем.

3. Обыкновенный чернозем.

4. Южный чернозем.

5. Приазовский или предкавказский чернозем.

Означенные почвенные разности, более или менее правильно сменяя друг друга при движении с северо-запада на юго-восток, образуют как бы подзоны черноземной полосы.

Северный или так называемый деградированный чернозем распространен в северной, более влажной части черноземной зоны. Несколько более лучшие условия увлажнения способствуют более энергичному разложению органических веществ в почве, а вместе с тем и выносу в нижние слои минеральных соединений. Вследствие этого обстоятельства, содержание перегноя в данных черноземах сравнительно невелико и измеряется в среднем 4—6%; мощность гумусового горизонта не превышает 90—100 см. Вскипание карбонатов здесь обнаруживается на значительной глубине, чаще всего на 120 см от поверхности. Весьма существенно отметить, что в поглощающем комплексе северных черноземов нередко уже встречается в незначительном количестве поглощенный водород и почвенная среда приобретает слабо-кислую реакцию.

Мощный или тучный чернозем распространен несколько южнее предыдущего вида почв и представляет собою разность, в которой наиболее ярко выражены типичные свойства, присущие черноземным почвам. Названный чернозем отличается сильно развитым гумусовым горизонтом, средняя мощность которого составляет около 100—120 см. Количество гумуса в нем часто колеблется в пределах 10—12%, но нередко оно достигает здесь 15—20%. Имеет черную окраску. Обладает прочной зернистой структурой. Реакция почвенного раствора — нейтральная. Вскипание углекислой извести под действием соляной кислоты обнаруживается на глубине 70—80 см.

Обыкновенный чернозем встречается южнее мощного чернозема, в районах с меньшим количеством осадков. Вследствие большей сухости климата растительность развивается здесь слабее, а в связи с этим, следовательно, и обогащение почвы органическими веществами совершается в более ограниченных количествах. Обыкновенный чернозем содержит в себе около 7—10% перегноя; мощность гумусового горизонта составляет около 65—90 см. Благодаря слабому промыванию почвы атмосферными осадками вскипание карбонатов в данных почвах обнаруживается неглубоко, в 50—60 см от поверхности.

Южный чернозем распространен в южных наиболее засушливых районах степной полосы. В связи с этим данный вид чернозема характеризуется незначительным содержанием перегноя, количество которого здесь составляет около 4—6%. Гумусовый горизонт несильно развит и обычно не превышает 45—65 см. Вскипание карбонатов начинается в большинстве случаев с самой

поверхности почвы, благодаря чему реакция почвенного раствора имеет щелочной характер. Очень часто на небольшой глубине, ниже скопления карбонатов, имеет место выделение гипса в виде кристаллов, прожилок и др. новообразований. Окраска южных черноземов — темно-серая или серая. Структура в поверхностных слоях крупно-зернистая; глубже — комковатая.

Приазовский чернозем залегает к востоку от Азовского моря, простираясь вплоть до предгорий Кавказа. Отличается сильно развитым перегнойным горизонтом, мощность которого достигает 1,5—1,8 м. Содержание гумуса — сравнительно небольшое: 5—6%. Вследствие незначительного количества перегноя, данный вид чернозема имеет бурую или темно-серую окраску. Вскипание углекислой извести обнаруживается с самой поверхности почвы или на незначительной глубине. Обладает хорошо выраженной крупнозернистой структурой. Реакция почвенного раствора — нейтральная или слабо-щелочная.

Таковы в основных чертах те существенные особенности, которыми характеризуются отдельные почвенные разности, встречающиеся в пределах черноземной полосы.

Все рассмотренные выше разновидности чернозема в свою очередь подразделяются по механическому составу на глинистые, тяжело суглинистые, суглинистые, легко суглинистые, супесчаные и песчаные разности. Наиболее распространенными из них являются суглинистые черноземы.

Агрономическая оценка черноземных почв и важнейшие мероприятия по повышению их производительности

Черноземные почвы отличаются весьма высоким плодородием и в этом отношении они являются лучшими почвами в нашей стране. Благодаря своей высокой производительности, черноземные почвы в настоящее время почти полностью распаханы и в целинном состоянии встречаются лишь на небольших сравнительно участках.

Тем не менее, несмотря на большое богатство черноземных почв питательными веществами, на благоприятные химические и физические их свойства, в черноземно-степной полосе довольно часто наблюдаются недороды, а иногда и полная гибель тех или иных сельскохозяйственных культур.

Основной причиной, влияющей на снижение урожаев в области степи, является недостаток влаги в почве.

Поэтому в комплексе агромероприятий, направленных на создание высоких и устойчивых урожаев в черноземной зоне, первостепенное значение имеет борьба за влагу.

Мероприятия по накоплению и сохранению влаги в почве весьма разнообразны. Большое значение в этом отношении приобретают, прежде всего, черные чистые пары, ранняя зяблевая вспашка, всемерное уничтожение сорняков, в сильной степени иссушающих

почву, и, наконец, задерживание тем или иным путем снега на полях с целью насыщения почвы талыми водами.

Однако, причина недородов в условиях степной зоны кроется не только в недостатке влаги в почве. На развитии с.-х. культур весьма пагубно сказываются еще засухи, вызывающие так называемый „запал“ у растений. Поэтому весьма существенными мероприятиями здесь являются очень ранние сроки весеннего сева, и, главное, яровизация. Оба эти приема, ускоряя развитие растений, обеспечивают возможность полного вызревания культур до того момента, когда здесь обычно начинаются сухие юго-восточные ветры.

К числу неблагоприятных климатических условий, губительно влияющих на рост высеваемых культур, следует отнести также малоснежность здешних зим; отсутствие хорошего снегового покрова на полях нередко приводит к вымерзанию озимых хлебов. Для борьбы с этим явлением необходимо применять зимостойкие сорта озимых культур, яровизацию и снегозадержание на полях.

Таковы в основном те мероприятия, которые в условиях степной зоны должны проводиться на местах в порядке агроминимума каждым совхозом и колхозом.

Но, помимо того, по решению партии и правительства, в настоящее время здесь начато осуществление грандиозных мероприятий по борьбе с засухой и в общегосударственном масштабе. Это прежде всего постепенное изменение климата в сторону большей его влажности, главным образом, путем облесения степи и затем орошение огромных площадей в миллионы гектаров водами таких больших рек, какими являются Волга и Днепр.

Отмечая всю важность мероприятий по накоплению и сохранению влаги в почве, отнюдь не следует упускать из виду и мероприятий в отношении поддержания и повышения плодородия черноземных почв путем удобрений.

Черноземные старопашотные почвы, как показывают многочисленные опыты, хорошо отзываются на вносимые удобрения, в первую очередь на фосфорно-кислые.

Это объясняется с одной стороны тем, что на протяжении столетий фосфатный фонд почв, вследствие хищнического их использования, непрерывно истощался и, с другой стороны, тем, что значительная часть имеющегося в почве фосфора находится в недоступной для растений форме. Помимо фосфора проявляют эффективность на черноземных почвах также азотные и калийные удобрения. Само собою понятно, что внесение в почву тех или иных минеральных удобрений должно увязываться в каждом конкретном случае с требованием самой культуры, под которую предназначено удобрение.

Большое значение приобретают здесь также травосеяние из смеси злаковых и бобовых трав и навозное удобрение, как средство обогащения почв перегноем, улучшения структуры, а вместе с тем и физических их свойств.

ПОЧВЫ (СУХОЙ СТЕПИ) ПУСТЫННО-СТЕПНОГО ТИПА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

К югу и юго-востоку от черноземной полосы простирается обширная пустынно-степная область, характеризующаяся весьма континентальным климатом с очень продолжительным жарким и сухим летом, короткой и холодной зимой, очень низкой относительной влажностью воздуха и частыми, сильно иссушающими ветрами.

Пустынно-степная зона, как уже отмечалось выше, занимает на территории СССР огромные пространства, захватывая собою Нижне-волжский край, Казахстан, Туркменистан, а также восточную часть Азербайджана и отчасти Предкавказья и Крым.

В почвенном отношении описываемая зона отличается значительным разнообразием. Главнейшими почвенными представителями пустынно-степной области являются следующие: каштановые почвы, бурые почвы и сероземы. Каждая из означенных почв, очень часто залегающая в комплексе с другими почвенными образованиями, в отдельных частях пустынно-степной зоны занимает господствующее положение.

Самое северное положение среди почв пустынных степей занимают каштановые почвы; южнее каштановых идут бурые почвы, и, наконец, в самой южной, наиболее засушливой части пустынно-степной зоны распространены сероземы.

В комплексе с сероземами, каштановыми и бурными почвами широкое развитие имеют здесь также почвы солонцового типа почвообразования, солончаки, солонцы и солоды. Но об этих почвах речь будет идти несколько ниже.

Каштановые и бурые почвы

Область распространения каштановых и бурных почв весьма обширна. Она охватывает собою северную часть Крыма, побережье Черного и Азовского морей, восточную часть Северного Кавказа, Нижнее Поволжье, южную часть Башкирии, Северный Казахстан и, с перерывами, отдельными островками заходит вплоть до восточной Сибири.

В климатическом отношении означенная территория характеризуется ограниченным количеством выпадающих атмосферных осадков, не превышающим 200—350 мм в год, очень жарким летом с средней температурой дня в 20—25°, низкой относительной влажностью воздуха и чрезвычайно сильным испарением влаги из почвы.

В качестве материнских пород для каштановых и бурных почв служат самые разнообразные отложения: красно-бурые глины, лесс, осадки арадо-каспийской трансгрессии, представленные глинами, суглинками и песками, и др. Означенные породы, за исключением лессов, в большинстве случаев отличаются значительной плодородностью.

Растительность пустынной степи, по сравнению с черноземной

зоной, довольно бедная. В подзоне каштановых почв, где влаги выпадает несколько больше, чем в южных, наиболее засушливых районах, растительность состоит, главным образом, из степных видов: из тонконога, тирсы, ковыля, мятлика и др., образующих в большинстве случаев сплошной травяной покров. Однако, чем далее на юг, тем скуднее становится растительность, и уже в области бурых почв, например, преобладающими видами являются такие „сухолобы“, как белая полынь, веничник и др., которые, развиваясь в виде обособленных небольших кустов, не способны образовывать сплошного травянистого дерна. Слабое развитие растительности в условиях пустынно-степной зоны является основной причиной малого накопления гумуса в почвах.

Преобладающим типом рельефа в области распространения каштановых и бурых почв является плоская или слабоволнистая равнина. Но, на этом однообразном равнинном фоне чрезвычайно часто встречаются различного рода незначительные, едва заметные на-глаз, понижения и западины, которые создают большую пестроту в микро-рельефе. Эти, на первый взгляд, несущественные особенности в устройстве поверхности пустынно-степной зоны, играют в действительности большую роль в почвообразовании.

Наличие неровностей обуславливает неравномерное распределение атмосферической влаги на поверхности, а различие в увлажнении неизбежно приводит к развитию различных почвенных разностей. Этим объясняется та своеобразная комплексность, которая является весьма характерной для почвенного покрова пустынно-степной зоны: на незначительных, сравнительно, площадях здесь можно встретить и каштановые, и бурые почвы, и солончаки, и солонцы.

Таковы в основных чертах те современные природные условия, под влиянием которых развиваются каштановые и бурые почвы.

Обратимся теперь к ознакомлению с химическими и морфологическими особенностями этих почв.

Каштановые почвы. Означенные почвы получили свое название благодаря темно-коричневатой окраске, весьма напоминающей цвет зрелых плодов каштана. По содержанию гумуса каштановые почвы значительно беднее черноземных почв; количество перегной в них определяется в среднем 3—5%. В зависимости от степени гумусности эти почвы подразделяются на светлокаштановые, каштановые и темнокаштановые разности. Эти последние наиболее обогащены перегноем и являются переходной стадией между черноземными и каштановыми почвами. Количество гумуса в каштановых почвах убывает в глубину постепенно, без резких скачков, что наглядно видно из следующих данных:

Глубина в см	Гумус
0—2	4,02%
3—10	3,24%
11—18	2,75%
19—28	2,12%
35—45	0,94%

Гумусовый горизонт в каштановых почвах всегда обычно ясно выделяется по своей окраске и имеет мощность в среднем от 40 до 60 см. Мощность перегнойного горизонта и степень гумусности постепенно убывают в почвах в направлении с севера на юг.

Вследствие ограниченного количества выпадающих атмосферных осадков и сильного их испарения в почвах пустынно-степных областей не происходит сильного выщелачивания и перераспределения органико-минеральных соединений по почвенной толще. В каштановых почвах оказываются вынесенными на значительную глубину лишь легкорастворимые соли; что же касается карбонатов кальция и магния, то их скопление обнаруживается уже в гумусовом горизонте. В связи с этим вскипание под действием соляной кислоты в данных почвах наблюдается обычно на небольшой глубине, а иногда и с поверхности.

Поглощающий комплекс каштановых почв насыщен кальцием и магнием, но нередко он содержит в себе незначительное количество и поглощенного Na^+ . Наличие поглощенного натрия, как слабого коагулятора почвенных коллоидов, сказывается заметным образом на структурных свойствах почвы: в каштановых почвах отсутствует прочная зернистая и комковатая структура, столь характерная для черноземных почв. Здесь она заменяется непрочной, легко распыляющейся чешуйчатой и листоватой структурой, а часто и полной бесструктурностью верхнего горизонта. Иногда перегнойный горизонт явно расчленяется на два подгоризонта, из которых нижний отличается большой уплотненностью, весьма мешающей свободному развитию корневой культурных растений. Вследствие своей распыленности каштановые почвы способны к заплыванию и уплотнению; при вспашке они нередко дают глыбы.

В агропроизводственном отношении каштановые почвы уступают черноземам, но, тем не менее, при соответствующей агротехнике, они могут быть высокопроизводительными почвами. Они содержат себе около 0,15—0,30% азота, до 0,20% фосфорной кислоты и около 0,5—1,0% калия, т. е. такие запасы важнейших питательных веществ, которые вполне обеспечивают возможность получения достаточно высоких урожаев. Основной причиной, ограничивающей производительность каштановых почв, является недостаток влаги. Поэтому всемерная борьба за накопление и удержание влаги в почве должна быть в центре всех агромероприятий, направленных на получение высоких урожаев в условиях пустынно-степной области. Мероприятия по борьбе за влагу здесь приобретают еще более актуальное значение, чем в черноземной полосе.

В ближайшие годы, по окончании гигантских ирригационных сооружений на нижней Волге, Днепре, Маньче и др. реках, здесь в широчайших масштабах будет проводиться орошение посевных площадей.

К сказанному следует добавить, что область каштановых почв имеет огромное народнохозяйственное значение, как область возделывания по преимуществу зерновых культур, а, главным образом,

ценным, главным образом, катионами Ca^{++} и Mg^{++} . Однако, несмотря на насыщенность кальцием и магнием, сероземы все же отличаются слабой, легко распыляющейся структурой. Основная причина этого явления заключается в крайней бедности данных почв перегноем.

Что же касается морфологических свойств сероземов, то существенной их особенностью в этом отношении является весьма малая дифференциация почвенной толщи на горизонты, благодаря чему часто даже не представляется возможным выделить перегнойный горизонт от нижележащих генетических горизонтов.

В качестве примера приведем следующее описание профиля типичной сероземной почвы (С. П. Кравков):

0—10 см. Слабо гумусирован; окрашен в серый цвет; слоистой структуры, рыхлого сложения.

10—30 см. Очень незаметно отграничен от предыдущего горизонта; более бурой окраски; густо пронизан ходами червей и насекомых; рыхлый.

30—80 см. Иллювиальный карбонатный гор.; серой окраски, изобилует в нижней части прожилками карбонатов; комковатой структуры.

80—90 см. Материнская порода — лесс, — однородного буроватого цвета; в верхней своей части нередко содержит жилки гипса.

В сельскохозяйственном отношении сероземные почвы отличаются высокой производительностью. Они заключают в себе большой запас питательных веществ и при достаточном и рациональном орошении дают огромные урожаи. Сформированные, главным образом, на лессовых отложениях, сероземные почвы обладают в то же время и благоприятными физическими свойствами: они пористы, хорошо воздухо- и водопроницаемы, рыхлы и легко поддаются обработке с.-х. орудиями.

Недостатком их является крайне малое содержание в них гумуса, а в связи с этим и обедненность азотом. Поэтому обогащение сероземов азотистыми удобрениями в виде органического вещества или минеральных туков является одним из существенных мероприятий, направленных на завоевание высоких урожаев. Сильное действие на данных почвах оказывают также и фосфор в комбинации с азотом. Большое значение в деле улучшения производительности сероземов имеет посев бобовых трав, главным образом, люцерны, являющейся вместе с тем лучшим предшественником в севообороте для таких ценнейших культур, как хлопчатник и пшеница.

Само собою разумеется, что интенсивное и рациональное использование сероземов, залегающих в условиях крайне засушливого климата, может быть только при искусственном орошении. Поэтому правильная организация полива посевных площадей в сероземной зоне является первоочередным и решающим условием в борьбе за высокие и устойчивые урожаи возделываемых здесь сельскохозяйственных культур.

ПОЧВЫ СОЛОНЦОВОГО ТИПА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

В условиях пустынно-степной, а также отчасти степной зоны в комплексе с другими, выше рассмотренными почвами, значительное распространение имеют почвы солонцового типа почвообразования.

Главнейшими представителями почв солонцового типа являются солончаки, солонцы и солоды.

Из них солончаки наиболее широкое развитие имеют, главным образом, среди сероземов в Средней Азии; солонцы и солоды — среди каштановых, бурых почв и черноземов.

Солончаки

Солончаками или засоленными почвами называются такие почвы, которые содержат в себе различные легко растворимые соли, в количествах, явно вредных нормальному развитию культурных растений.

Образование солончаков в условиях засушливой зоны может происходить самыми различными способами. Прежде всего, причиной высокого содержания легко растворимых солей в почве может являться сама почвообразующая порода, богатая солями. Такого рода соленосные породы довольно часто встречаются на территории Средней Азии, бывшей некогда морским дном. Засоление почв может происходить и в результате деятельности ветров, захватывающих соленую пыль морских побережий и переносящих ее на огромные расстояния вглубь материка. Работа ветров в этом отношении является особенно ощутимой в районах Аральского и Каспийского морей. Накопление растворимых солей в почве по низинам и речным долинам может происходить также благодаря смыванию и переносу атмосферными осадками солей с повышенных участков на пониженные. Такого происхождения солончаки по низинам и „блюдцам“ нередко встречаются среди равнинных пространств каштановой и бурой зоны.

Широко распространенным способом образования солончаков в пустынно-степной зоне является также обогащение почвы солями, растворимыми в грунтовой воде.

Грунтовые воды описываемой области в большинстве случаев содержат в себе значительное количество растворенных солей и при этом залегают они на небольшой, сравнительно, глубине. Благодаря капиллярному поднятию грунтовых вод и сильному их испарению поверхностные горизонты почвы все в большей и большей степени обогащаются солями и незасоленные почвы постепенно превращаются в солончаки.

Таковы в основных чертах главнейшие естественные пути развития солончаков в природе. Но засоление почвы может происходить и иным путем, именно, при искусственном орошении полей.

Такого рода почвы, засоленные в результате орошения, называются вторично засоленными или искусственными солончаками. Вторичное засоление возникает, главным образом, вследствие бесцельного и чрезмерного полива орошаемых полей.

При этом возможны различные случаи засоления почв. В одном случае в избытке напускаемая вода на поля может поднять общий уровень грунтовых вод и, тем самым, вызвать капиллярное их поднятие к поверхности почв; в другом случае — орошаемые воды, опускаясь до соленосных горизонтов, после прекращения полива в силу сильного испарения могут сами обратно подниматься по капиллярам и выносить соли из глубоких слоев в верхние горизонты почвы. Наконец, возможны случаи засоления почв и непосредственно за счет оросительных вод, содержащих в себе то или иное количество растворенных солей. Такого рода искусственные солончаки в виде отдельных пятен нередко встречаются в Голодной степи, на Мугани и других районах, где в широко поставленной практике орошения допускались нарушения элементарных правил полива.

Скопление воднорастворимых солей в солончаках обычно выражается значительными количествами и в верхних их горизонтах оно достигает 3—5%, а иногда 30 и даже 50% от общего веса сухой почвы. С глубиной количество солей заметно уменьшается. Среди солей, содержащихся в солончаках, наиболее встречаются следующие: $NaCl$, Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , $NaHCO_3$, $MgCl_2$, $MgSO_4$, $CaCl_2$, $CaCO_3$, $CaSO_4$ и $Ca(HCO_3)_2$.

В зависимости от преобладания тех или иных солей в солончаках, последние подразделяются: 1) на натровые, 2) магниевые и 3) кальциевые. Состав солей находит свое непосредственное отражение и в наружных особенностях засоленных почв.

Так, например, солончаки, содержащие в себе большие количества сернистого, а отчасти и хлористого натрия (Na_2SO_4 , $NaCl$), характеризуются тем, что верхние их горизонты мощностью до 5—7 см отличаются большой рыхлостью и пухлостью. Такого рода почвенные образования носят название пухлых солончаков.

Солончаки, содержащие в верхних своих горизонтах избыток хлористого кальция, а также отчасти и хлористого магния ($CaCl_2$, $MgCl_2$), отличаются постоянной влажностью, благодаря чему они и получили название мокрых солончаков. Эта особенность данных солончаков объясняется тем, что заключенные в них соли ($CaCl_2$, $MgCl_2$) обладают весьма большой гигроскопичностью, благодаря чему они и поддерживают почву во влажном состоянии, придавая ей вместе с тем несколько темноватую окраску. В очень сухие периоды на поверхности мокрых солончаков обычно образуется плотная, хрустящая под ногами корка солей.

Солончаки, содержащие в себе соду (Na_2CO_3), характеризуются резко темным цветом своей поверхности, вследствие чего они и получили название черных солончаков.

Заключая в себе высокую концентрацию легкорастворимых солей, солончаки представляют собой весьма неблагоприятную среду

для развития культурных растений. Вследствие этой причины участки солончаков в практике обычно и не распахиваются. В естественных условиях на солончаках или совершенно не растут никакие растения, или же растут только солянки, способные переносить сильное засоление почвы.

При рассолении или выщелачивании солончаки переходят в иные почвенные образования. При этом, в зависимости от состава солей, содержащихся в солончаках, получают почвы различного характера. Рассоление карбонатно-известковых солончаков приводит к образованию черноземовидных почв.

Солончаки же, в составе солей которых преобладают хлориды и сульфаты натрия, при рассолении переходят в солонцы.

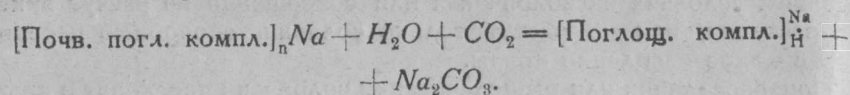
Солонцы

Солонцами называются такие почвы, поглощающий комплекс которых, под влиянием засоряющих их солей натрия, содержит поглощенный натрий, а сами засоряющие соли в большей своей части вымыты в глубокие горизонты почвы. Солонцеватые почвы, являясь продуктом рассоления натриевых солончаков, при засолении их могут обратно переходить в солончаки. По этому поводу академ. К. Гедройц говорит следующее: „Солонцеватая почва или солонец, возникая в природе путем рассоления натриевыми солями засоленной солончаковой почвы, или солончака, может, конечно, снова перейти в стадию солончаковой почвы, или солончаков, раз она снова засолится легкорастворимыми солями. Поэтому в том случае, когда в почве происходят периодически то процессы рассоления, то процессы засоления, то такая почва будет периодически же переходить из одной стадии в другую: всякий натриевый (т. е. засоленный растворимыми солями натрия) солончак, в период дождей превращается в верхних своих горизонтах, промытых дождевыми, в солонец; в засушливую же погоду, когда растворимые соли, вследствие испарения воды, концентрируются у поверхности почвы, получается снова солончак. Ясно, что в зависимости от условий погоды одна и та же почва не только может быть то солончаком, то солонцом, но и в одно и то же время у одной той же почвы одни горизонты могут являться солончаковыми, другие — солонцеватыми“.

Наличие в поглощающем комплексе почвы поглощенного натрия, весьма слабого коагулятора коллоидальных веществ, накладывает на солонцы и солонцеватые почвы свой отпечаток; эти почвы резко отличаются от всех других почв как по своим химическим, так и по физическим свойствам.

Все солонцы характеризуются сильнощелочной реакцией. Щелочность реакции данных почв обуславливается, главным образом, наличием в них соды, которая образуется в результате взаимодействия почвы с почвенным раствором, всегда содержащим в себе то или иное количество растворенной углекислоты.

Процесс образования соды в почве, насыщенной Na^+ , можно схематически представить себе в следующем виде:



Присутствие в поглощающем комплексе поглощенного натрия сообщает коллоидальной части солонцов большую подвижность и неустойчивость против разрушающего и растворяющего действия воды. Почва теряет свои структурные свойства, распыляется. Органические и минеральные коллоиды из геля переходят в золь, растворяются в воде и вместе с просачивающейся почвенной влагой частично выносятся из верхних горизонтов почвы вниз.

О передвижении мельчайших почвенных частиц по профилю солонцовых почв наглядное представление дают следующие анализы:

Механический состав солонца из каштановой зоны (Глинка)

На глубине	3—1	1—0,5	0,5—0,25	0,25—0,05	0,05—0,01	0,01—0,005	0,005—0,001	< 0,001
	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм
В процентах								
Гор. А 0—20 см	0,317	0,260	8,067	43,039	12,265	20,223	6,936	7,378
Гор. В 20—37 см	0,052	0,064	4,426	39,169	9,917	18,228	11,715	15,825

Из приведенных данных ясно видно резкое уменьшение в гор. А и увеличение в гор. В почвенных частиц, имеющих размер от 0,005 до 0,001 мм и меньше. Очевидно, что накопление в гор. В мельчайших почвенных частиц есть результат их выноса из верхних слоев почвы вниз (рис. 7).

В связи с этим солонцовые почвы приобретают целый ряд весьма отрицательных физических свойств. Верхний их горизонт, мощностью от 5—18 см, будучи совершенно бесструктурным, при увлажнении заплывает и дает резко выраженную корку при высыхании. Залегающий же на незначительной глубине от поверхности (5—18 см) иллювиальный горизонт, отличающийся огромной вязкостью в сыром состоянии, при высыхании превращается в твердую каменистую массу, недоступную ни для корней растений, ни для воздействия сельскохозяйственных орудий. В процессе высыхания иллювиальный горизонт обычно растрескивается и образует весьма характерную для солонцов столбчатую или глыбистую структуру.

Наличие на незначительной глубине сильно уплотненного горизонта часто служит тем руководящим морфологическим признаком, по которому, главным образом, и узнают солонцы в полевой обстановке.

Обладая высокой щелочностью и чрезвычайно плохими физическими свойствами, солонцы являются почвами в такой же степени непригодными для распашки, как и рассмотренные выше солончаки. О низком качестве описываемых почв весьма красноречиво также говорит и тот факт, что солонцы в целинных степях обычно или совершенно лишены растительности или же покрыты изреженной, неприхотливой растительностью, способной мириться с самыми неблагоприятными почвенными условиями.

Солоди

При дальнейшем промывании и выщелачивании солонцов последние переходят в так называемые солоди. Самый процесс превращения солонцов в солоди носит название осолодения или деградации солонцов.

Деградация солонцов сопровождается значительным разрушением поглощающего комплекса, обеднением верхних горизонтов гумусовыми минеральными коллоидами и частичным замещением поглощенного Na на H . При этом верхние горизонты, обогащаясь кремнеземом, становятся все более и более белесыми и солонцовая почва постепенно приобретает наружный вид, весьма схожий с подзолистыми почвами.

При длительном развитии процесса деградации солонцов последние могут окончательно превращаться в подзолы.

Солоди залегают небольшими пятнами в комплексе степных почв и удельный вес их в почвенном покрове в **общем весьма ничтожен.**

Развитие солодей приурочено обычно к микрорельефным западинам, где имеются благоприятные условия для повышенного увлажнения и промывания почв.

Пути улучшения почв солонцового типа почвообразования

Сельскохозяйственное использование солончаков и солонцов обычно невозможно без предварительного коренного их улучшения.

Основным мероприятием по улучшению солончаков является удаление из почвы избытка солей при помощи орошения. Содержа-

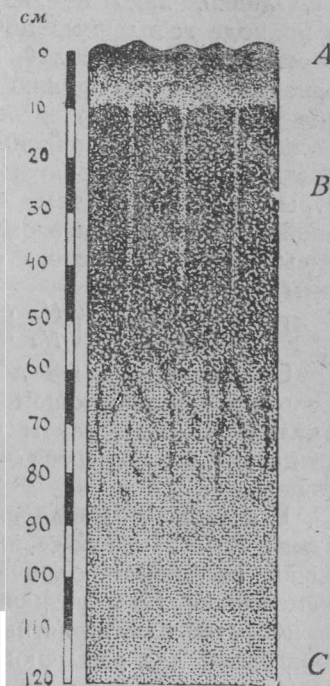
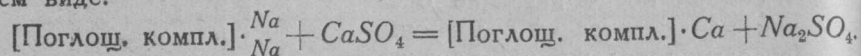


Рис. 7. Схема строения солонца.

щиеся в почве легкорастворимые соли растворяются в напускаемой на поливные участки воде и затем вместе с последней удаляются прочь. Промывка засоленных почв должна осуществляться с помощью рационально-сооруженной дренажной сети, которая, облегчая процесс рассоления солончаков, исключает вместе с тем возможность вторичного засоления почв.

Однако, надо не забывать, что большинство встречающихся в природе засоленных почв содержит в себе значительное количество натриевых солей, и что промывание этих почв неизбежно приведет к превращению их в солонцы. Во избежание этого явления рассоление натриевых солончаков должно сопровождаться химической их мелиорацией, именно, гипсованием. Внесением гипса здесь достигается насыщение почвы кальцием, создание прочной структуры, а вместе с тем, следовательно, и улучшение физических свойств почвы. При этом реакцию взаимодействия гипса с почвой, насыщенной Na , можно схематически представить себе в следующем виде:



Образующаяся же в результате гипсования почв глауберова соль при последующем промывании орошаемых участков будет удалена и почва, таким образом, будет совершенно освобождена от натрия, являющегося основной причиной неблагоприятных свойств почвы.

Главнейшим мероприятием по улучшению солонцов является также гипсование. Здесь достигается та же цель, что и при гипсовании натриевых солончаков. Поглощенный Na будет постепенно замещаться Ca , устранившись источник образования соды, почва приобретет благоприятные физические свойства и станет вполне пригодной для распашки и возделывания на ней различных с.-х. культур.

Огромное значение при улучшении описываемых почв имеет внесение органических удобрений, глубокая вспашка и введение в севооборот травосеяния. При этом наибольшая эффективность означенных мероприятий, как показали многие опыты, достигается при условии комплексного их применения.

ПОЧВЫ ЛАТЕРИТНОГО ТИПА ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Развитие почв латеритного типа почвообразования приурочено, главным образом, к тропическим областям, отличающимся высокой температурой года и большим количеством выпадающих атмосферных осадков.

В означенных областях латеритные почвы занимают огромные площади. На территории же СССР эти почвы имеют весьма ограниченное распространение; незначительные участки латеритных почв

у нас встречаются лишь в Западной Грузии, именно, в окрестностях городов Батуми, Сухуми и Озургет. Климат в этой части Закавказья весьма теплый и влажный; количество осадков достигает здесь 2000 мм в год.

Характерной особенностью, присущей латеритным почвам, является резко выраженная их красная окраска, напоминающая цвет кирпича. Отсюда и само название этих почв латериты, которое происходит от латинского слова „later“, означающего собою кирпич. Следует, однако, заметить, что ярко-красная окраска свойственна лишь типичным латеритам, встречающимся в тропиках. Разновидности же латеритных почв, залегающих в районах Закавказья, так называемые желтоземы и красноземы, имеют несколько иную и менее интенсивную окраску, чаще всего желтую и красноватую.

Климатические условия тропических и субтропических областей весьма благоприятствуют энергичному и быстрому разложению органических веществ в почве. Благодаря наличию тепла и влаги преобладающая часть отмершей растительной массы здесь обычно минерализуется до конца и лишь незначительная ее часть может переходить в почвенный гумус. Этим и объясняется то обстоятельство, что латеритные почвы, в том числе и наши закавказские желтоземы и красноземы, всегда обычно содержат в себе малые количества перегноя. Наряду с энергичным разложением органических веществ в латеритах усиленно протекают также и процессы минерального выветривания. Под влиянием обилия влаги большинство продуктов распада как органических, так и минеральных соединений вымывается вглубь, а вместе с тем, следовательно, вымываются из почвы и необходимые для растений питательные вещества. В то же время в поверхностных горизонтах почвы накапливаются значительные количества гидратов окислов железа, алюминия и отчасти марганца. Большие скопления железа в верхних горизонтах и придают латеритным почвам характерную для них красную или желтую окраску.

Как результат систематического промывания и выщелачивания латеритные почвы представляют собою почвы, ненасыщенные основаниями.

Об этом наглядно говорят следующие аналитические данные (стр. 166).

Из приведенных данных ясно видно, что среди поглощенных катионов поглощенный водород в латеритных почвах занимает значительное место.

Таким образом, почвообразовательный процесс, свойственный латеритным почвам, по своей сущности является аналогичным подзолообразовательному процессу, поэтому между латеритами и подзолистыми почвами имеется много общих признаков и свойств.

Среди латеритов тропических и субтропических областей встречается значительное количество почвенных разностей, отличающихся между собой как степенью выщелоченности, так, следовательно, и своей хозяйственной ценностью.

Состав поглощенных катионов Чаквиинского
краснозема (К. Гедройц)

Глубина взятия образца	%, состав поглощенных катионов в миллиэкв		
	N	Ca	Mg
0—14 см.	65	11,4	23,7
14—45 "	81	8,6	10,4
40—80 "	74	6,3	19,7
90—135 "	77	5,0	18,0
135—175 "	75	5,0	20,0

Не вдаваясь в детальное рассмотрение отдельных представителей латеритных почв, отметим лишь, что большинство почвенных разностей латеритного типа почвообразования отличается обедненностью перегноем, сравнительно малым содержанием питательных элементов, ненасыщенностью основаниями, непрочной, легко разрушающейся структурой, а в связи с этим и неблагоприятными физическими свойствами.

Высокое и устойчивое плодородие латеритных почв может быть создано только при помощи систематически применяемых к ним соответствующих агромероприятий. Среди последних важнейшее значение приобретают здесь органические и минеральные удобрения, травосеяние и глубокая своевременная обработка.

В заключение необходимо подчеркнуть, что разновидности латеритных почв, залегающих в Западной Грузии, несмотря на их ограниченное распространение, имеют большое народнохозяйственное значение. На этих почвах у нас разводятся чай, мандарины, различные ароматические растения и целый ряд других высокоценных субтропических культур.

ЛИТЕРАТУРА

- ВИЛЬЯМС В. Р. — Почвоведение. Изд. 1926 г.
ЕГО же. — Почвоведение. Общее земледелие с основами почвоведения. 1936 г.
ТЮРИН И. В. — Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии. 1937 г.
КОССОВИЧ П. С. — Основы учения о почве. Ч. II, вып. I. 1911 г.
ГЛИНКА К. Д. — Почвоведение. 1931 г.
КРАВКОВ С. П. — Почвоведение. 1937 г.
ТЮРИН И. В. — Курс почвоведения. 1933 г.
ЗАХАРОВ С. А. — Курс почвоведения. 1931 г.
ФИЛИППОВИЧ З. С. — Курс сельскохозяйственного почвоведения. 1936 г.
РОЗОВ Л. П. — Мелиоративное почвоведение. 1936 г.
СИБИРЦЕВ П. М. — Почвоведение. 1914 г.
САБАНИН А. — Краткий курс почвоведения. 1909 г.
КОССОВИЧ П. С. — Краткий курс общего почвоведения. 1916 г.
ГЕДРОЙЦ К. К. — Учение о поглощательной способности почв. 1933 г.
ОМЕЛЯНСКИЙ В. Л. — Краткий курс общей и почвенной микробиологии. 1931 г.
ДОКУЧАЕВ В. — Русский чернозем. 1936 г.
КРАСЮК А. А. — Почвы и их исследование в природе. 1931 г.
ВАКСМАН С. А. — Гумус. Перев. с английск. 1937 г.
БУШИНСКИЙ В. П. — Агротехника засоленных и орошаемых земель. 1930 г.
КОСТЫЧЕВ П. А. — Почвы черноземной области России. 1937 г.
РОДЕ А. А. — Подзолообразовательный процесс. 1937 г.
СЕРЕБРЯКОВ Б. П. — Курс почвоведения. 1937 г.
КОВДА В. А. — Солончаки и солонцы. 1937 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Предисловие	3
Введение	4
Глава I. Материнские или почвообразующие породы, их происхождение и характеристика	6
Глава II. Почвообразовательный процесс и факторы почвообразования	21
Глава III. Главнейшие составные части почвы, их происхождение и свойства	33
Механический, структурный состав и физические свойства почв	38
Физические свойства почвы	46
Влажность почвы и ее значение в жизни культурных растений	57
Глава IV. Химико-биологические процессы в почве и питательный режим почв	68
Глава V. Поглощительная способность почв и ее значение в жизни культурных растений	81
Глава VI. Морфологические свойства почв в связи с почвообразовательными процессами	100
Глава VII. Почвенные типы и их географическое распространение	109
Единый почвообразовательный процесс и типы почв, как стадии его развития	115
Глава VIII. Почвы СССР. Почвенные типы, различия и их производственная характеристика	118
Почвы подзолистого типа почвообразования	118
Почвы болотного типа почвообразования	137
Почвы черноземного (степного) типа почвообразования	144
Почвы (сухой степи) пустынно-степного типа почвообразования	153
Почвы солонцового типа почвообразования	159
Почвы латеритного типа почвообразования	164

