

И. М. Ващенко,
К. А. Миронычев,
В. С. Коничев

ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ, ЗЕМЛЕДЕЛИЯ И АГРОХИМИИ

Учебное пособие



ИЗДАТЕЛЬСТВО
ПРОМЕТЕЙ

Москва
2013

УДК 63
ББК 40.0я73-1
О753

Рецензенты:

В. П. Викторов, зав. кафедрой ботаники Биолого-химического факультета МПГУ, доктор биологических наук, профессор
А. П. Филиппова, доцент кафедры агрономической, биологической химии и радиологии РСХА им. К. А. Тимирязева, кандидат сельскохозяйственных наук

О753 Основы почвоведения, земледелия и агрохимии:
Учебное пособие / И. М. Ващенко, К. А. Миронычев, В. С. Кони-
чев. – М.: Прометей, 2013. – 174 с.

В учебном пособии излагается материал по основным разделам почвоведения, земледелия и агрохимии. Авторы основное внимание уделили первому разделу, почвоведению – науке о почве как о природном теле, основном и незаменимом средстве сельскохозяйственного производства и объекте труда. В названном разделе значительное внимание уделено вопросам происхождения и образования почв, их морфологии, физическим и химическим свойствам, классификации и географическому распространению по основным почвенно-климатическим зонам России.

В разделе «Земледелие» даны условия жизни растений, приведены основные законы земледелия, даются главные системы обработки почвы и характеристика систем земледелия в различных зонах страны.

В разделе «Агрохимия» излагаются научные основы питания растений и применения органических, минеральных и других удобрений под различные сельскохозяйственные культуры.

Учебное пособие предназначено для бакалавров биологических факультетов педвузов.

ISBN 978-5-7042-2487-7

© И. М. Ващенко, К. А. Миронычев, В. С. Коничев, 2013
© Издательство «Прометей», 2013

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
-------------------	---

Раздел I. Основы почвоведения

Глава 1. ОБРАЗОВАНИЕ ПОЧВЫ	7
----------------------------------	---

Понятие о почве и ее плодородии.....	9
Выветривание горных пород и почвообразование	10
Общая схема почвообразовательного процесса	14
Факторы почвообразования	16

Глава 2. МОРФОЛОГИЯ ПОЧВ	29
--------------------------------	----

Строение почвенного профиля	29
Мощность почвы и отдельных горизонтов.....	33
Окраска	34
Гранулометрический состав, структура и сложение	35
Новообразования	36
Включения.....	37

Глава 3. ФИЗИКА ПОЧВ	38
----------------------------	----

Гранулометрический состав почвы	38
Общие физические свойства почв	41
Структура почвы.....	44
Формы воды и водные свойства почвы	46
Воздушные свойства почвы	54
Тепловые свойства почвы	55

Глава 4. ХИМИЯ ПОЧВ	59
---------------------------	----

Химический состав почвы.....	64
Почвенные коллоиды.....	67
Поглотительная способность почвы	71

Глава 5. ПОЧВЫ РОССИИ	74
-----------------------------	----

Классификация почв.....	74
Почвенные зоны и их географическое распределение	76

СОДЕРЖАНИЕ

Почвы арктической и субарктической зон	79
Почвы таежно-лесной зоны	83
Серые лесные почвы лесостепной зоны	90
Черноземы лесостепной и степной зон	94
Каштановые и бурые почвы сухих и полупустынных степей	100
Сероземы предгорно-пустынных степей сухих субтропиков	107
Почвы влажных субтропиков	111

Раздел II. Основы земледелия

Введение	114
----------------	-----

Глава 6. ФАКТОРЫ ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ И ПРИЕМЫ ИХ ОПТИМИЗАЦИИ

115

Свет	115
Вода	116
Воздух	118
Тепло	118
Элементы минерального питания	119

Глава 7. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

121

Закон равнозначности и незаменимости факторов жизни растений	121
Закон минимума	121
Закон возврата	122
Закон плодосмена	122

Глава 8. СЕВООБОРОТЫ

124

Причины введения севооборотов	124
Структура посевных площадей, типы и виды севооборотов	127
Зональный принцип введения севооборотов	148

Глава 9. СОРНЫЕ РАСТЕНИЯ

131

Биологические особенности сорных растений	131
Классификация сорных растений	132
Меры борьбы с сорняками	133

Глава 10. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ	136
Задачи обработки почвы.....	136
Сельскохозяйственные орудия и машины для обработки почвы	137
Система обработки почвы.....	140
Глава 11. СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ	143
Классификация систем земледелия.....	143
Современные системы земледелия	144
 Раздел III. Основы агрохимии	
Глава 12. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ АГРОХИМИИ	147
Глава 13. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ	149
Удобрение – основной фактор повышения урожая	149
Питание растений и методы его регулирования	150
Поступление элементов питания в растения.....	151
Методы регулирования питания растений	151
Внешняя среда и поступление элементов питания в растения	154
Глава 14. МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ	160
Азотные удобрения.....	160
Фосфорные удобрения.....	162
Калийные удобрения	162
Комплексные удобрения.....	163
Микроудобрения.....	165
Глава 15. ОРГАНИЧЕСКИЕ УДОБРЕНИЯ	167
Навоз	167
Действие навоза на почву и растения	168
Торф.....	169
Солома	169

СОДЕРЖАНИЕ

Компосты	170
Зеленые удобрения.....	170
Городской мусор	171
Осадки сточных вод.....	172
Список литературы	173

РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

Глава 1

ПОНЯТИЕ О ПОЧВЕ И ЕЕ ПЛОДОРОДИИ

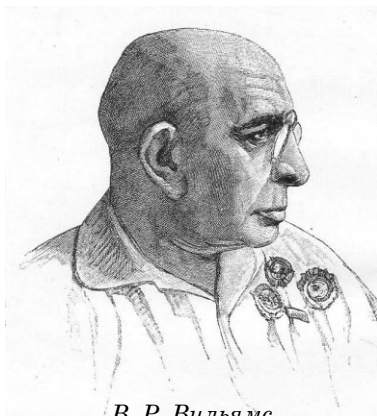
Почвоведение — наука о почве как о природном теле, средстве производства и предмете труда. Почва — основное и незаменимое средство сельскохозяйственного производства. Она снабжает растения водой, элементами минерального питания, от ее качества зависят рост, развитие и урожай растений. С другой стороны, сами растения служат пищей для животных и человека. Следовательно, почва играет исключительно важную роль в природе и является условием дальнейшего развития жизни на Земле. Почва — главное средство производства в сельском хозяйстве и пространственный базис размещения и развития всех отраслей народного хозяйства.



В. В. Докучаев

Основоположником науки о почве является выдающийся русский ученый В. В. Докучаев (1846–1903). Он дал первое научное определение понятию почвы: «Почвой следует называть «дневные», или наружные, горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов». Докучаеву принадлежит и первая научная генетическая классификация почв, им разработаны методы изучения происхождения (генезиса) почв, картографирования и т. п.

Оригинальное определение понятия почвы дает профессор МГУ Б. Г. Розанов (1975): «Почва — это сложная полифункциональная открытая четырехфазная структурная система в поверхностной части коры выветривания горных пород, являющаяся комплексной функцией горной породы, организмов, климата, рельефа и времени и обладающая плодородием».



В. Р. Вильямс

Почва обладает важнейшим свойством — плодородием. Академик В. Р. Вильямс (1863–1939) считал, что понятия «почва» и «плодородие почвы» неразделимы. Особое значение в почвообразовании он придавал биологическому фактору.

Под плодородием понимают способность почвы удовлетворить потребности растений в течение всего периода вегетации элементами питания, водой, обеспечивать их корневые системы

достаточным количеством воздуха и тепла, благоприятной физико-химической средой и другими факторами роста и развития для получения максимального урожая.

В последние годы научно неточному понятию «плодородие почв» противопоставляется строго определенное понятие «биопродуктивность». Обычно под плодородием почв понимается способность производить урожай растений или даже частей растений (например, зерно или корнеплоды). Это крайне сужает представление о почве как компоненте биосферы. Из поля зрения выпадают такие важные аспекты жизни почв и биогеоценозов, как деятельность почвенных животных и микроорганизмов, поддержание и регулирование кислородно-углекислотного равновесия, «санитарная» роль почвы в биосфере, биомасса всех живых организмов, а не только хозяйственно полезных. Все эти и другие аспекты, не оцениваемые при узкоутилитарном подходе к почвам, объединяются понятием «биопродуктивность», которое рассматривается как функция круговорота веществ и трансформации энергии в биогеоценозе в целом (В. А. Ковда и другие).

ВЫВЕТРИВАНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД И ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ

Превращение горной породы в почву происходит в результате одновременно идущих процессов — выветривания и почвообразования, тесно связанных друг с другом. Процесс выветривания часто предшествует процессу почвообразования.

Выветривание

Горные породы и минералы на поверхности Земли под влиянием колебаний температуры, атмосферных осадков, газов, химических и биохимических процессов, связанных с деятельностью живых организмов, и других факторов разрушаются. Процессы разрушения и изменения поверхностных пород земной коры называются выветриванием. В зависимости от факторов, оказывающих влияние на выветривание,

и продуктов, которые при этом образуются, различают физическое, химическое и биологическое выветривание.

Физическое выветривание — это процесс механического дробления горных пород и минералов на обломки различной величины и формы без изменения их химического и минералогического состава. Оно осуществляется под влиянием ветра, воды, суточных и сезонных колебаний температуры.

Горные породы состоят из минералов. Например, в состав гранита входят кварц, полевые шпаты, слюды, авгит и реже роговая обманка. Горные породы, как и все тела, обладают свойством расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении. Из-за неоднородности окраски и теплопроводности, разных коэффициентов объемного расширения минералов, входящих в их состав, под влиянием нагревания и охлаждения они покрываются сетью трещин. Коэффициенты линейного расширения одного и того же минерала по различным осям также неодинаковы. Следовательно, под влиянием солнечных лучей разные минералы и различные стороны горных пород нагреваются неодинаково: одни быстрее, другие медленнее. Все это приводит к постепенному образованию трещин между кристаллами, их обособлению друг от друга. В трещины попадает вода, которая создает сильное капиллярное давление (до $1,5 \cdot 10^8$ Па), способствуя таким образом разрушению пород. При замерзании вода увеличивается в объеме на 10% и с большой силой (до $8,9 \cdot 10^7$ Па) давит на стенки трещин горных пород, расширяя, углубляя и разрушая их. Подобное действие оказывают и выкристаллизовавшиеся из растворов в трещинах соли. Например, ангидрит CaSO_4 , присоединяя воду, увеличивается в объеме на 33%. Следовательно, в результате физического выветривания массивнокристаллическая горная порода в конечном итоге распадается на обломки разных размеров: начиная с крупных глыб и камней

выделения растений, растворяя горные породы и минералы, способствуют усвоению растениями элементов минерального питания.

При разложении остатков растений и микроорганизмов образуются гумусовые кислоты, которые ускоряют разрушение минералов и горных пород.

В биологическом выветривании существенную роль играют почвообитающие насекомые и землеройные животные (муравьи, личинки насекомых, дождевые черви, кроты, суслики и т. п.). Все они прямо или косвенно участвуют в разрушении минералов и горных пород.

В результате выветривания горная порода приобретает ряд новых качеств. Она пропускает и задерживает воду, то есть становится водопроницаемой и влагоемкой, поглощает различные соединения, в ней появляются элементы минерального питания — Са, Mg, S, P, K и другие в доступной для растений форме, а также накапливается органическое вещество.

Продукты выветривания минералов и горных пород, как правило, не остаются на месте образования, а перемещаются ветром, водой, ледниками. Таким образом, в результате совместного длительного взаимодействия массы материнской горной породы с живыми организмами, продуктами их жизнедеятельности и элементами гидросферы и атмосферы происходит превращение горной породы в почву.

ОБЩАЯ СХЕМА ПОЧВООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В процессе выветривания горная порода превращается сначала в рухляк, а затем в материнскую почвообразующую породу. Однако одни физические и химические процессы выветривания не могут превратить горную породу в почву. Они лишь подготавливают ее к процессу почвообразования.

На продуктах физического и химического выветривания горной породы (рухляке) поселяются микроорганизмы, растения и животные, в результате жизнедеятельности которых происходит накопление органического вещества, а следовательно, и аккумуляция в поверхностных горизонтах горной породы энергии солнечных лучей, важных зольных элементов и азота

(азот, главнейший элемент питания растений, практически не содержится в изверженных горных породах).

Заселение поверхности рыхлой горной породы растениями осуществляется постепенно, причем наблюдается последовательная смена одних растительных сообществ другими. Сначала поселяются низшие организмы — автотрофные бактерии и микроскопические водоросли. Извлекая из породы труднодоступные элементы и связывая азот, создают условия для поселения новых, более сложных растительных группировок, вплоть до высших. Растения корнями извлекают из рухляковой породы необходимые им химические элементы, они осуществляют фотосинтез, создают из поглощенных веществ органические соединения и концентрируют их в своих тканях. После отмирания живых организмов часть разложившихся остатков идет на синтез новых сложных органических веществ, которые закрепляются в почве в виде гумусовых веществ, другая часть полностью минерализуется при помощи микроорганизмов и вновь возвращается в окружающую среду в виде минеральных соединений. Последние служат источником питания и энергии для новых, более сложных микроорганизмов и растений.

Таким образом, в результате постоянно идущих процессов синтеза и разрушения органического вещества происходит круговорот углерода, азота и элементов зольного питания в экосистеме почва — растения — животные организмы — почва, который по предложению академика В. Р. Вильямса принято называть малым, или биологическим, круговоротом веществ. Благодаря биологическому круговороту веществ в верхних слоях почвы концентрируются элементы питания растений (N, P, S, K, Ca и другие), а материнская порода приобретает новое качество — плодородие, которое свойственно только почве.

При выветривании горных пород значительная часть взвешенных и растворенных в воде частиц (в том числе и питательных веществ) вместе с поверхностными и грунтовыми водами выносятся из почвы в ручьи, реки, моря и океаны, где и откладывается в виде составных частей различных пород.

На дне морей и океанов образуется мощная толща осадочных пород, которые в процессе геологических изменений земной коры могут снова выходить на дневную поверхность и подвергаться новому континентальному выветриванию.

Такой круговорот веществ в природе, повторяющийся через геологически продолжительное время, называется большим, или геологическим, круговоротом веществ. Следовательно, чем меньше элементов зольного питания вовлекается в геологический круговорот и чем больше проявляется биологический круговорот, тем больше элементов питания аккумулируется в корнеобитаемом слое, тем выше производительность почв, их плодородие.

Такова общая схема почвообразовательного процесса. Конкретные формы ее проявления с образованием соответствующих типов почв приводятся в главе 5.

ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ

Развитие почвообразовательного процесса и формирование конкретных типов почв протекают в определенных природных условиях. Условия, от которых зависит почвообразовательный процесс, В. В. Докучаев назвал факторами почвообразования. Среди них он выделил климат, растительный и животный мир, материнские породы, рельеф местности и возраст страны. Ведущую роль в почвообразовании ученый отводил климату, а также живым организмам. В. Р. Вильямс на первое место выдвинул биологический фактор. Важное значение в изменении почв и условий почвообразования имеет производственная деятельность человека, которая выделяется современной наукой как особый фактор почвообразования.

Почвообразующие породы. Различные продукты выветривания горных пород служат основой, субстратом, на котором формируются почвы. Эти рыхлые поверхностные слои выветренных горных пород называются почвообразующими, или материнскими, породами.

Горные породы по происхождению (генезису) делят на три большие группы: магматические, метаморфические и осадочные.

Магматические, или изверженные, породы являются первоисточником всех горных пород на земном шаре. Они образовались при застывании расплавленной магмы на некоторой глубине или при излиянии ее на поверхность Земли в виде лавы.

К ним относятся базальты, граниты, диориты, габбро, андезит, трахит и другие.

Метаморфические породы — вторичные кристаллические породы, образовавшиеся из магматических и осадочных пород в недрах земной коры главным образом под действием сильного давления и высокой температуры. К метаморфическим породам относятся гнейсы, кристаллические сланцы, кварцит, мрамор.

Осадочные породы имеют вторичное происхождение. Они образуются в результате переотложения продуктов выветривания магматических, метаморфических, древних осадочных пород, а также химического осаждения и жизнедеятельности организмов. Древние осадочные и массивно-кристаллические породы относятся (по возрасту) к дочетвертичным, их называют коренными породами; древние осадочные породы — к плотным породам (они утратили рыхлость и пористость), а молодые осадочные породы (их образование продолжается и в настоящее время) — к рыхлым. Рыхлые осадочные породы являются главными почвообразующими породами. Они отличаются рыхлым сложением, пористостью, хорошей водопроницаемостью и другими благоприятными для почвообразования свойствами (И. С. Кауричев).

Основными генетическими типами осадочных пород на территории России, возникшими в четвертичный период, являются элювиальные, делювиальные, пролювиальные, аллювиальные, озерные, ледниковые, эоловые, морские отложения.

Элювиальными отложениями, или элювием (от лат. *eludere* — вымываю), называют продукты выветривания коренных пород, залегающие на местах образования.

Делювиальные отложения, или делювий (от лат. *deluere* — смываю), — наносы, отложенные на нижних частях склонов дождевыми и тальными водами.

Пролувиальные отложения, или пролювий (от лат. *proluo* — сношу), — наносы, образуемые у подножий гор и в межгорных долинах временными селевыми потоками (бурные потоки воды, несущие с собой большое количество грязи и обломочного материала).

Аллювиальными отложениями, или аллювием (от лат. *alluvio* — намываю), называют наносы, образованные главным образом речными водами при разливе рек, которые накапливаются

в долинах и устьях рек. Сюда же относятся дельтовые отложения рек и донные отложения проточных озер.

Озерные отложения — наносы, заполняющие понижения древнего рельефа. На дне приледниковых озер аккумуляровались озерно-ледниковые отложения (например, ленточные глины).

Ледниковые отложения — продукты выветривания различных пород, перемешанные и отложенные ледником. Ледниковые отложения обычно представлены различными моренами, флювиогляциальными и озерно-ледниковыми осадками.

Моренные, или гляциальные (от лат. *glacies* — лед), *отложения* — несортированные продукты выветривания различных пород, перенесенные движущимся ледником и оставшиеся на поверхности земли после его таяния. Морены содержат валуны и отличаются неоднородным гранулометрическим составом. По содержанию карбонатов их подразделяют на карбонатные и бескарбонатные. Наиболее распространены бескарбонатные валунные отложения. На них, в зависимости от характера растительности, формируются подзолистые и дерново-подзолистые почвы. На карбонатных отложениях образуются дерново-карбонатные почвы.

Флювиогляциальными (от лат. *fluvios* — поток), или водно-ледниковыми, *отложениями* называют наносы моренного материала, переотложенные тальми водами ледниковых потоков. Они откладываются в краевой зоне бывших ледников. В плоских весьма обширных понижениях рельефа на дне приледниковых озер образовались озерно-ледниковые отложения, представленные ленточными глинами и супесями.

За краем отступившего ледника, где наблюдаются спокойные разливы ледниковых вод, откладываются хорошо сортированные желто-бурые пылеватые суглинистые отложения, которые покрывают морену на водоразделах, за что получили название покровных суглинков. Если такие отложения образовались с участием карбонатных пород, то их называют лёссовидными суглинками.

Лёсс — естественно уплотненные отложения тонких пылеватых частиц диаметром 0,01–0,05 мм. Лёссовые отложения отличаются палевой, буровато-палевой, палево-желтой окраской, содержат много карбонатов, имеют рыхлое сложение, хорошую водопроницаемость, благоприятные водно-физические и хими-

ческие свойства. На этих отложениях формируются наиболее плодородные почвы в степной и лесостепной зонах.

Эоловыми отложениями называют наносы, образовавшиеся в результате аккумуляции частиц, принесенных ветром. Они представлены эоловыми песчаными буграми, дюнами, барханами.

Морские отложения — четвертичные отложения, образовавшиеся на дне моря в результате явлений трансгрессии (наступление моря на сушу) и регрессии. Они встречаются преимущественно на побережье северных морей и в Прикаспийской низменности.

Рассмотренные выше отложения, на которых формируются почвы России, отличаются не только происхождением, но и составом и свойствами. Следовательно, минералогический и химический состав, плотность, пористость и другие физические свойства горной породы самым непосредственным образом оказывают влияние на состав и свойства формирующейся на ней почвы.

Так, на лёссовидных суглинках формируются почвы, богатые углекислыми солями кальция и магния; на покровных суглинках и ледниковых песках образуются преимущественно бескарбонатные почвы. По этой причине на карбонатных породах таежно-лесной зоны образуются дерново-карбонатные почвы, отличающиеся более высоким плодородием по сравнению с дерново-подзолистыми почвами, формирующимися на бескарбонатных породах.

Почвы, образовавшиеся на продуктах отложения давно высохших морских бассейнов и соленых озер в условиях засушливого климата, отличаются большим содержанием легкорастворимых солей. На них формируются засоленные почвы и солончаки, требующие коренной мелиорации для повышения их плодородия.

Лучшими почвообразующими породами на территории нашей страны являются лёссы, лёссовидные суглинки и другие карбонатные породы, а также аллювиальные суглинки и глины по долинам рек, бедными породами — песчаные отложения водно-ледникового и эолового происхождения. Почвы, образовавшиеся на таких породах, отличаются низким естественным плодородием.

Биологический фактор. Микроорганизмы (бактерии, грибы, актиномицеты) первыми поселяются на горной породе. В различных биоценозах их количество в почве исчисляется

миллионами и миллиардами в 1 г. Особенно много микроорганизмов в верхних горизонтах почв в прикорневой зоне (ризосфере).

Бактерии — самая многочисленная часть почвенных организмов. По отношению к потребности в кислороде бактерии делятся на аэробные, анаэробные и факультативные, а по характеру питания — на автотрофные и гетеротрофные. Последние разлагают органические остатки до простых минеральных соединений. Автотрофные бактерии окисляют недоокисленные минеральные соединения, образовавшиеся в процессе жизнедеятельности гетеротрофов. Железобактерии окисляют закисные соединения железа, переводя их в окисную форму. Некоторые группы железобактерий окисляют соли марганца. Особое место занимают нитрифицирующие бактерии, которые окисляют аммиак сначала до азотистой, а затем до азотной кислоты. Последняя, соединяясь с основаниями, находящимися в почве, образует нитраты, столь необходимые для питания растений азотом. Нитрифицирующие бактерии — аэробы. Они требуют для своего развития хорошей аэрации почв с постоянным притоком кислорода.

Наряду с нитрификацией в почвах может происходить процесс денитрификации — восстановления нитратов почвы до молекулярного азота, что приводит к значительным потерям азота в почвах с плохой аэрацией. Денитрификация осуществляется группой анаэробных гетеротрофов.

Активное участие в круговороте азота, а следовательно, и в почвообразовании принимают азотфиксирующие микроорганизмы, свободноживущие в почве, и клубеньковые бактерии, живущие в симбиозе с бобовыми растениями. Они связывают атмосферный азот, переводя его в белковые соединения. После отмирания азотфиксирующих бактерий почва обогащается азотом, который называют биологическим.

Актиномицеты, или лучистые грибы, широко распространены в почвах, в которых идет активное разложение органических остатков (клетчатки, лигнина, перегнойных веществ почвы) и образование гумуса.

Грибы разлагают лигнин, клетчатку, белки, жиры, дубильные вещества, участвуют в разрушении минералов почвы. Многие грибы вступают в симбиоз с зелеными растениями, образуя при этом на корнях микоризу, улучшающую питание растений