Содержание

Кафедра

Растеневодства

Проверила:

Филипченкова Г.И.

Реферат на тему:

**Факторы плодородия почв**

Институт сельского хозяйства и природных ресурсов.

Министерство Образования Российской Федерации

Новгородский Государственный Университет

Имени Ярослава Мудрого.

Великий Новгород

2003 год.

Выполнил:

Студент 2 курса

гр.1493

Ларионов Александр

Биологические факторы плодородия почвы 3

Почвенная биота 5

Фитосанитарное состояние почвы 6

Агрофизические факторы плодородия почвы 7

Гранулометрический состав 7

Структура 8

Мощность пахотного и гумусового слоев 9

Водный режим 9

Воздушный режим 10

Температурный режим 11

Агрохимические факторы плодородия 12

Воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии 13

# Биологические факторы плодородия почвы

Содержание и состав органического вещества почвы

Органическое вещество почвы образуется из отмерших остатков растений, микроорганизмов, почвенных животных и продук­тов их жизнедеятельности. Первичное органическое вещество, поступившее в почву, подвергается сложным превращениям, включающим процессы разложения, вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации. Сочетание названных процес­сов приводит в биологически активных почвах к образованию сложной смеси органических веществ, состоящей из малоразло­жившихся растительных и животных остатков с сохранившейся первоначальной структурой; промежуточных продуктов разложе­ния органических и животных остатков (например, лигнина); соб­ственно гумусовых веществ, образовавшихся путем микробного синтеза или остаточного происхождения; растворимых органиче­ских соединений, которые более или менее быстро минерализуются до простых минеральных соединений (Н2О, СО2 и др.) или участвуют в синтезе собственно гумусовых веществ.

Органическое вещество, консервирующее энергию солнца в химически связанной форме, — единственный источник энергии для развития почвы, формирования ее плодо­родия. Основным источником первичного органического вещества, поступающего в почву под естественной растительностью, являются остатки растений.

Во-первых, они удобряют почву ежегодно после уборки урожая, в то время как все осталь­ные виды органических удобрений вносят в почву периоди­чески. Во-вторых, не требуется дополнительных затрат на их вне­сение. В-третьих, растительные остатки распределяются в поч­ве наиболее равномерно. В них содержатся все макро- и микроэлементы, необходимые растениям и животным.

На пахотных почвах с отчуждением большей части урожаев полевых культур источником органического вещества служат надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения.

Растительные остатки разделяют на три группы: 1 — пожнивные остатки растений; 2 — листостебельные; 3 — корневые. Пожнивные остатки представлены стерней злаков, частями стеб­лей, листьев и всех других надземных частей растений, которые остаются в поле после уборки урожая. Листостебельные части растений включают корневища, столоны картофеля, корневые шейки клевера, люцерны и других трав, остатки клуб­ней, корнеплодов, луковиц. Корневые остатки растений представ­лены корнями выращиваемой культуры, сохранившимися живы­ми к моменту уборки, а также корнями, отмершими к моменту уборки.

Размеры корнепада, по данным Т. И. Макаровой, могут до­стигать у озимой пшеницы 124—480 кг/га, у овса — 330 — 620 кг/га сухого вещества. Запасы гумуса за счет корнепада и корневых выделений могут пополниться на 130—230 кг/га. Корни растения еще при их жизни активно участвуют в почвенных процессах. Разветвляясь, они контактируют с поч­венными частицами и тем самым способствуют равномерному распределению органического вещества и образованию струк­турных агрегатов.

В почве при выращивании растений происходят одновремен­но два противоположных процесса: синтез, накопление органи­ческого вещества, и его разрушение. Интенсивностью обоих процессов, их соотношением определяются конечные результа­ты, по которым оценивают влияние данной культуры на почву. Если конечный результат положительный, за культурой призна­ются свойства улучшать плодородие почвы и наоборот. Между тем на процесс разрушения органического вещества влияют не столько сами культуры, сколько приемы их возделывания.

О влиянии минеральных удобрений на развитие корневой системы существуют различные мнения. Н. А. Качинский высказал предположение, что «чем благоприятнее для растений почва, тем относительно к надземным частям слабее развита его корневая система».

Наряду с количеством растительных остатков важное значение имеет их химический состав и скорость разложения в почве. Так, растительные остатки многолетних трав содержат большое количество элементов питания. Содержание азота в корневых остатках многолетних бобовых трав колеблется в пределах 2,25—2,60 %, фосфора — 0,34—0,80 %, в поукосных остатках — соответственно 1,82—2,65 и 0,30—0,71 %. Количество азота и фосфора в корнях бобово-злаковых травосмесей зависит от доли каждого компонента и составляет 0,91—2,37 % азота и 0,25— 1,06% фосфора, в поукосных остатках — соответственно 1,60—-2,18 и 0,17—0,54 %. Злаковые травы содержат значительно мень­шее количество азота в корнях и поукосных остатках.

На ход и скорость разложения влияют, во-первых, внешние условия среды: влажность, темпе­ратура, рН почвы, содержание в ней кислорода и питатель­ных веществ и, во-вторых, химический состав растительных остатков.

Превращение первичного органического вещества в почве проходит в несколько этапов. На первом этапе происходит химическое взаимодействие между отдельными химическими веществами отмершего расте­ния (например, ароматические соединения клеточных оболочек могут вступать в химические реакции с белками раститель­ных клеток), которое можно значительно ускорить за счет био­логических и минеральных катализаторов.

На втором этапе происходят механическая подготовка и перемешивание с почвой растительных остатков с помощью почвенной фауны. Нельзя отрицать и определенную биохими­ческую подготовку первичного органического вещества к микроб­ному разложению при прохождении растительной массы через желудочно-кишечный тракт почвенных животных.

На третьем этапе превращения свежего органического ве­щества в почве происходит минерализация его с помощью микроорганизмов. В первую очередь минерализуются воднорастворимые органические соединения, а также крахмал, пектин и белковые вещества. Значительно медленнее минерализуется цел­люлоза, при разложении которой освобождается лигнин — соеди­нение, весьма устойчивое к микробиологическому расщеплению. Конечными продуктами превращений первичного органиче­ского вещества являются минеральные продукты (СО2, Н2О, нитраты, фосфаты, в анаэробных условиях Н2O и СН4). Кроме того, в почве накапливаются в качестве продуктов метабо­лизма микроорганизмов низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная, уксусная, щавелевая и др.). Процессы минерализации органического вещества в почве имеют экзотермический.

Часть продуктов биологического разложения первичного органического вещества превращается в особую группу высокомо­лекулярных соединений — специфические, собственно гумусовые вещества, а сам процесс называют гумификацией.

Основная часть органического вещества почвы (85—90%) представлена специфическими высокомолекулярными гумусовы­ми соединениями. Принято подразделять специфические гумусовые вещества на три основные группы соединений: гуминовые кисло­ты, фульвокислоты и гумины.

Гуминовые кислоты (ГК) — фракция темно-окрашенных, высокомолекулярных соединений, извлекаемая из почвы щелоч­ными растворами, при подкислении вытяжки выпадает в осадок в виде гуматов. В составе гуминовых кислот углерода — 52 — 62 %, водорода — 3,0—5,5, кислорода — 30—33, азота — 3— 5 %. Основу молекулы ГК образует ароматическое ядро, сформи­рованное ароматическими и гетероциклическими кольцами типа бензола, фурана, пиридина, нафталина, антрацена, индола, хинолина. Ароматические кольца соединены между собой в рыхлую сетку. Боковые периферические структуры молекулы — алифати­ческие цепи. Ядро молекулы ГК отличается гидрофобными свойствами, боковые цепи — гидрофильными. Конституционная часть молекулы ГК — функциональные группы: карбоксильные и фенолгидроксильные, определяющие кислотный характер ГК и способность к катионному обмену.

Фульвокислоты (ФК) — органические оксикарбоновые азот­содержащие кислоты. По В. В. Пономаревой, в составе ФК углерода — 45,3 %, водорода — 5, кислорода — 47,3, азота — 2,4 %. При сравнении с элементным составом ГК, фульвокислоты содержат меньше углерода и азота, а кислорода больше. Фульвокислоты следует рассматривать как химически наиме­нее «зрелые» гуминовые соединения. Между ГК и ФК существу­ет тесная связь. Как те, так и другие очень неоднородны и пред­ставлены многочисленными фракциями.

Гумины — наиболее инертная часть почвенного гумуса, не извлекаемая из почвы при обычной обработке ее щелочными растворами. По своему составу гумины близки к ГК. Вместе с тем фракция гуминовых веществ более прочно связана с ми­неральной частью почвы, что значительно меняет ее свойства. Исключительно важная роль органического вещества в фор­мировании почвы в значительной степени основана на их способ­ности взаимодействовать с минеральной частью почвы. Образую­щиеся при этом органо-минеральные соединения — обязательный комплекс любой почвы. Образованию органо-минеральных соединений в почве способствует высокая био­логическая активность, обеспечивающая поступление в систе­му реакционно-способных органических веществ. Внесение в поч­ву биологически малодоступных органических веществ, например торфа, не приводит к образованию органо-минеральных соединений.

Органическое вещество почвы, аккумулируя огромное количе­ство углерода, способствует большей устойчивости круговорота углерода в природе. В этом, а также в накоплении еще ряда элементов в земной коре состоит важная биогеохимическая функция органического вещества в земной коре.

## Почвенная биота

Живые организмы — обязательный компонент почвы. Количество их в хорошо окультуренной почве может достигать не­скольких миллиардов в 1 г почвы, а общая масса — до 10 т/га.

Основная их часть — микроорганизмы. Доминирующее значение принадлежит растительным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты). Животные организмы пред­ставлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко распространены в почве моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые).

Почвенные организмы разрушают отмершие остатки растений и животных, поступающие в почву. Одна часть органического вещества минерализуется полностью, а продукты минерализации усваиваются растениями, другая же переходит в форму гумусо­вых веществ и живых тел почвенных организмов.

Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободноживущие азотфиксирующие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Почвенные организмы (особенно фауна) способствуют пере­мещению веществ по профилю почвы, тщательному перемеши­ванию органической и минеральной части почвы.

Важнейшая функция почвенных организмов — создание проч­ной комковатой структуры почвы пахотного слоя. Последнее в решающей степени определяет водно-воздушный режим почвы, создает условия высокого плодородия почвы.

Наконец, почвенные организмы выделяют в процессе жизне­деятельности различные физиологически активные соединения, способствуют переводу одних элементов в подвижную форму и, наоборот, закреплению других в недоступную для растений форму.

В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима (частичное закрепление минеральных удобрений с последующим освобождением по мере роста и развития растений), оструктуриванию почвы, устранению неблагоприятных экологических ус­ловий в почве.

В интенсивном земледелии экологические условия могут иног­да в решающей степени определять эффективное плодородие почвы. В ней существуют тесные многообразные связи между всеми почвенными организмами. Причем вся эта система нахо­дится в состоянии непрерывно изменяющегося равновесия. Одни группы микроорганизмов предъявляют простые требования к пи­ще, другие — сложные. Между одними группами существуют симбиотические (взаимно полезные) связи, между другими — антибиотические. Микроорганизмы в последнем случае выделяют в почву вещества, подавляющие развитие других микроорганизмов.

Практическое значение имеет способность некоторых микро­организмов оказывать губительное действие на представителей фитопатогенной микрофлоры. Усилить активность желательных микроорганизмов можно путем внесения в почву органиче­ского вещества. В этом случае отмечается вспышка в разви­тии почвенных сапрофитов, которые, в свою очередь, стимулиру­ют развитие микроорганизмов, угнетающих фитопатогенные виды. Для нормального функционирования почвенных организ­мов необходимы прежде всего энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии — органическое вещество почвы. Поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества.

Для оценки деятельности почвенной биоты используют пока­затель «биологическая активность почвы». Под биологической активностью понимают, в одних случаях общую биогенность почвы, определяемую, как правило, подсчетом общего количества поч­венных микроорганизмов. Если иметь в виду несовершенство методик, применяемых в этом случае, и малую кратность опреде­лений во времени, то результаты анализа дают примерную картину биологической активности почвы.

Другая точка зрения относительно методов определения био­логической активности почвы заключается в учете результатов деятельности почвенных организмов. Особенно важен такой под­ход в агрономии. Однако привести к общему знаменателю исклю­чительно многообразную деятельность почвенной флоры и фауны методически непросто.

Наиболее универсальный показатель деятельности почвенных организмов — продуцирование ими углекислого газа. Поэтому учет выделяемого почвой углекислого газа — первостепенный из других биохимических способов определения биологической активности почвы.

## Фитосанитарное состояние почвы

Плодородие почвы в значительной степени определяется фитосанитарным состоянием почвы, т. е. чистотой почвы от сор­няков, вредителей, болезнетворных начал, а также токсиче­ских веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофло­рой и продуктами разложения.

Фитотоксичность почвы обусловлена накоплением физиологи­чески активных веществ, среди которых присутствуют фенольные соединения, органические кислоты, альдегиды, спирты и др. совокупность этих веществ получила название колинов, состав и концентрация которых зависят от температуры и влажности почвы, от микроорганизмов и растений. При низких концентрациях фитотоксических веществ в почве обнаруживается стимулирующий эффект, но при увеличении их содержания наступает сильное угнетение роста растений или прорастания семян. Так, в стационарных опытах ТСХА установлено, что водная вытяжка из почвы бессменных посевов озимой пшеницы и ячменя, взятая в начале весенней вегетации, снижала всхожесть семян этих культур бо­лее, чем на 20 % и угнетала рост корневой системы, яви­лась одной из причин изреженности бессменных посевов.

Источник образования и поступления токсических веществ в почве — корневые выделения растений, послеуборочные расти­тельные остатки и продукты метаболизма микроорганизмов. Наи­более интенсивно фитотоксические вещества накапливаются при возделывании на одном месте однородных или близких по биологии культур и при создании в почве анаэробных условий.

Когда в структуре посевных площадей преобладают культу­ры со сходными биологическими особенностями, как, например, зерновые, в почву ежегодно поступает приблизительно одинако­вая по количеству и качеству органическая масса в виде кор­невых выделений и растительных остатков. Это приводит к из­менению соотношения основных группировок микробиоценоза, появлению фитотоксических форм, которые поставляют в поч­ву вредные для культурных растений вещества. Так, при раз­ложении растительных остатков зерновых культур в почве обна­ружено повышенное содержание фенольных соединений, которые, находясь в зоне семян растений, ингибируют их прорастание.

Анаэробные условия способствуют образованию токсических веществ, так как при этом корневые выделения и промежу­точные продукты минерализации гумуса превращаются в сильно восстановленные соединения, что обусловливает создание очагов токсичности в почве. Можно полагать также, что в зоне корня некоторых растений избирательно накапливаются некоторые группы микроорганизмов, неблагоприятно действующих на растения.

Внесение минеральных и особенно органических удобрений приводит к уменьшению в почве численности фитотоксичных микроорганизмов. Но особенно сильное влияние на их содер­жание оказывает бессменное выращивание сельскохозяйственных растений — количество фитотоксичных форм микроорганизмов в почве значительно увеличивается.

Фитотоксины почвенных микроорганизмов вызывают изменения в химическом составе растений, нарушают обмен веществ в них. Они оказывают влияние на интенсивность дыхания а также на азотный обмен растений. Фитотоксины почвенных микроорганизмов значительно сни­жают фотосинтетическую активность растений.

Корни растений выделяют различные аминокислоты, углеводы и другие вещества. Вместе с экссудатами в почву поступает большинство веществ, участвующих в метаболизме клеток выс­ших растений: сахара, гликозиды, органические кислоты, вита­мины, ферменты, алкалоиды и другие. Все эти вещества мо­гут быть в той или иной мере использованы микроорганизмами в качестве источника питания.

# Агрофизические факторы плодородия почвы

## Гранулометрический состав

Развитая почва представляет собой смесь механических эле­ментов трех видов: минеральные, органические и органоминеральные частицы. В минеральных почвах превалируют минераль­ные механические частицы разной формы и размера, разного химического и минералогического состава.

Дисперсность этого материала, химический и минералоги­ческий состав — фундаментальные свойства любой почвы, оказывающие многообразное воздействие на комплекс агрономических показателей почвы, ее плодородие. Относительное содержание в почве и породе механических элементов (фракций) называется гранулометрическим составом.

Механические частицы почвы больше 1 мм в диаметре назы­вают скелетом почвы, частицы меньше 1 мм — мелкоземом. Мелкозем подразделяют на физический песок (частицы больше 0,01 мм) и физическую глину (частицы меньше 0,01 мм).

В зависимости от содержания физического песка и физиче­ской глины почвы могут быть песчаными, супесчаными, суглинистыми, глинами.

Гранулометрический состав почвы прежде всего определяет поглотительные (сорбционные) свойства почвы. Тонкодисперсные частицы в силу большой абсолютной и удельной поверхности обладают высокой емкостью поглощения. С измельчением час­тиц возрастают их гигроскопичность, влагоемкость, пластичность и другие технологические свойства. Частицы менее 0,001 мм обладают четко выраженной коагуляционной способностью. Эта способность механических тонкодисперсных частиц исключитель­но важна при структурообразовании. Они вследствие высокой поглотительной способности содержат наибольшее количество гумуса.

Плотность почвы уменьшается по мере увеличения в ее соста­ве мелкозема. Валовой химический состав разных механических фракций почвы закономерно изменяется независимо от почвенного типа. Так, по мере увеличения дисперсности частиц в них резко умень­шается содержание кислорода и возрастает количество железа, алюминия, кальция, магния, калия и натрия. Частицы меньше 0,001 мм — наиболее ценная часть рыхлых пород и почв, по­скольку в них содержатся основные запасы зольных питатель­ных элементов. Пластичность почвы зависят от содержания в почве физической глины. Аналогично грану­лометрический состав влияет и на твердость почвы. Высокая твердость почвы препятствует росту проростков и корней рас­тений, а нередко является и причиной гибели растений. Твердые почвы оказывают большое сопротивление рабочим орга­нам почвообрабатывающих машин.

Набухаемость почвы происходит за счет оболочек связан­ной воды, которые формируются вокруг коллоидных и глинистых частиц. Эти оболочки уменьшают силы сцепления между части­цами, раздвигают их и способствуют увеличению объема почвы.

В основном величина и характер набухания почвы зависят от минералогического состава почвы, в частности от содержа­ния вторичных минералов типа монтмориллонита, имеющих подвижную кристаллическую решетку.

Среди технологических свойств почв важную роль в создании физической спелости почвы имеет липкость: при излишней липкости увеличивается тяговое сопротивление почвообрабаты­вающих орудий и резко ухудшается качество обработки почвы. Как показали исследования В. В. Охотина, липкость почвы прямо пропорциональна содержанию физической глины.

Гранулометрический состав как фактор плодородия пахот­ных почв находит отражение в системах бонитировки почв. В большинстве случаев наиболее благоприятное сочетание агро­физических, биологических и агрохимических факторов плодо­родия отмечается в почвах среднего гранулометрического соста­ва. Необходимо иметь в виду, что для разных почвенных типов, сильно различающихся по всему диапазону факторов плодородия, оценка гранулометрического состава как фактора плодородия может значительно различаться. Например, наибо­лее высокое плодородие черноземов соответствует, как правило, тяжелому гранулометрическому составу. Для дерново-подзолис­тых почв, сформировавшихся в зоне достаточного и избыточного увлажнения, наиболее благоприятен более легкий гранулометрический состав.

## Структура

Структура почвы — важный показатель физического состоя­ния плодородной почвы. Она определяет благоприятное строение пахотного слоя почвы, ее водные, физико-механические и техно­логические свойства и водно-гидрологические константы. Частицы твердой фазы почвы, как правило, склеиваются в комочки (агрегаты). Способность почвы распадаться на агрегаты различной величины называют структурностью. В почво­ведении структура почвы — важный морфологический признак: по размеру агрегатов судят о генетических особенностях как всей почвы, так и ее отдельных горизонтов. По классифика­ции С. А. Захарова, различают следующие типы структуры: глыбистую, комковатую, ореховатую, зернистую, столбчатую, призматическую, плитчатую, пластинчатую, листоватую, че­шуйчатую.

Черноземы, например, в естественном состоянии характеризу­ются отчетливо выраженной зернистой структурой, серые лесные почвы — ореховатой. Хорошо окультуренные дерново-подзолис­тые почвы приобретают комковатую структуру, тогда как неокультуренные подзолы отличаются плитчатой и листоватой.

В земледелии принята следующая классификация структур­ных агрегатов: глыбистая структура — комки более 10 мм, макроструктура — от 0,25 до 10 мм, микроструктура — менее 0,25 мм. Благоприятные размеры макро- и микроагрегатов для пахот­ной почвы в большей мере условны. В более влажных условиях оптимальные размеры структурных агрегатов увеличиваются, а в засушливых — уменьшаются. Однако в условиях эрозионной опасности особое агрономическое значение и в засушливых рай­онах приобретает увеличение размеров агрегатов до 1—2 мм в диаметре.

Образование структурных агрегатов в почве, по Н. А. Качинскому, происходит вследствие следующих процессов: взаимного осаждения (коагуляции) коллоидов, коагуляции коллоидов под влиянием электролитов. Эти процессы, однако, проявляются на фоне более общих физико-механических, физико-химических и биологических факторов структурообразования.

Большое значение имеет механическое разделение почвенной массы на комки (агрегаты), которое в природных условиях происходит под воздействием корневых систем растений, жизне­деятельности биоты почвы, под влиянием периодических промораживания — оттаивания, увлажнения и высушивания почвы, а в обрабатываемых почвах и воздействия почвообрабатывающих орудий.

Состояние структуры почвы непосредственно определяет па­раметры строения пахотного слоя. Для образования прочной структуры почвы необходимы сле­дующие условия:

достаточное количество минеральных и органических кол­лоидов; достаточное содержание в почве щелочноземельных основа­ний; благоприятные гидротермические условия в почве; воздействие на почвенную массу корней растений; воздействие на почву почвенной фауны (дождевых червей, насекомых, землероев и др.).

Структурное состояние — наиболее достоверный, интеграль­ный показатель плодородия почвы (его агрофизических факто­ров).

## Мощность пахотного и гумусового слоев

Мощность обрабатываемого слоя почвы, объем почвы, в котором развивается корневая система растений. Глубокий пахотный слой обеспечивает более благоприятные водно-воздушный и тепловой режимы почвы. Осадки, поливная вода быстро поглощаются почвой, аккумулируются в ней и затем потребляются растениями по мере их роста и развития. Глубокий пахотный слой — своеобразный регулятор влажности почвы как при недостатке, так и при избытке выпадающих осадков. Лучшие условия увлажнения почвы обеспечивают благоприятный питательный режим почвы, обусловленный, в свою очередь, нормально протекающими процессами разрушения — синтеза органического вещества. Установлено, что глубо­кий пахотный слой обеспечивает благоприятную минерали­зацию органического вещества при одновременной эффектив­ной его гумификации и при благоприятном качественном состоянии.

При обработке почвы на 20—22 см в подпахотном слое нельзя обнаружить такие агрономически ценные группы микро­организмов, как нитрификаторы, целлюлозоразрушители (Н. В. Мешков и Р. Н. Ходакова). При обработке почвы на 30—40 см эти микроорганизмы широко представлены в почве. Общее количество микроорганизмов в почве и продуцирование почвой СО2 при глубокой обработке возрастало в 1,5—2 раза. Другой показатель производительности почвенных микроорга­низмов — превращение азотистых соединений. В глубоком пахот­ном слое количество нитрифицирующих микроорганизмов, а так­же почвенной фауны значительно больше. В глубоком пахотном слое увеличивается содержание подвижных форм фосфора и калия.

## Водный режим

Влага необходима для прорастания семян, без нее невозмож­ны последующий рост и развитие растения. С водой в растение из почвы поступают питательные вещества, испарение воды лис­тьями обеспечивает нормальные температурные условия жизне­деятельности растения.

Вода — обязательное условие почвообразования и формиро­вания почвенного плодородия. Без нее невозможно развитие почвенной фауны и микрофлоры. Процессы превращения, трансформации и миграции веществ в почве также требуют большого количества воды.

Для определения потребности растений в воде применяют показатель — транспирацион­ный коэффициент ‑ количество ве­совых частей воды, затраченной на одну весовую часть урожая.

Степень доступности почвенной влаги растениям и состояние водного режима, выражают почвенно-гидролитические константами. Различают следующие почвенно-гидрологические константы:

1. Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) — влажность почвы, соответствующая наибольшему содержанию недоступной растениям прочносвязанной влаги.

2. Максимальная гигроскопичность (МГ) — влажность поч­вы, соответствующая количеству воды, которое почва может сор­бировать из воздуха, полностью насыщенного водяным паром. Влага, соответствующая МГ, полностью недоступна растениям.

3. Влажность устойчивого завядания растений (ВЗ), соот­ветствующая содержанию в почве воды, при котором растения обнаруживают признаки завядания, не проходящие при помещении растений в насыщенную водяным паром атмосферу. Влаж­ность завядания соответствует влажности почвы, когда влага из недоступного для растений состояния переходит в доступ­ное (нижний предел доступности почвенной влаги).

4. Наименьшая (полевая) влагоемкость почвы (НВ) — соответствует капиллярно-подвешенному насыщению почвы водой, когда последняя максимально доступна растениям.

5. Полная влагоемкость (ПВ) — соответствует такому со­держанию влаги в почве, когда все ее поры насыщены водой.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от агрофизических факторов плодородия.

Влагоемкость почвы ‑ называют способность ее удерживать воду. Различают капиллярную, наименьшую (поле­вую) и полную влагоемкость. Капиллярная влагоемкость определяется количеством воды, содержащимся в капиллярах почвы, подпертых водоносным горизонтом. Наименьшая влагоемкость аналогична капиллярной, но при условии отрыва капиллярной воды от воды водоносного горизонта. Полная влагоемкость — состояние влажности, когда все поры (капиллярные и некапил­лярные) полностью заполнены водой.

Водопроницаемостью почвы называют способ­ность впитывать и пропускать через себя воду. Водопрони­цаемость зависит от гранулометрического состава, структуры почвы и степени увлажнения. Определяют водопроницаемость, пропуская через слой почвы воду.

Водоподъемная способность почвы — способ­ность к капиллярному подъему воды. Обусловлено это свойство действием менисковых сил смоченных водой стенок почвен­ных капилляров.

Условия водного режима в пахотной почве постоянно изменяются. Радикальный метод регулирования водного режима почв — мелиорация. Современные приемы гидротехнической мелиорации обеспечивают возможность двухстороннего регулирования вод­ного режима: орошение со сбросом лишней воды и осушение в комплексе с дозированным орошением.

## Воздушный режим

Почвенный воздух отличается от атмосферного тем, что в его составе значительно больше углекислого газа и меньше кислоро­да. Вместе с тем следует подчеркнуть большие колебания в сос­таве почвенного воздуха в зависимости от почвы, типа культуры, системы удобрений и обработки почвы. Когда в почве содер­жание углекислого газа выше 3—5%, а кислорода — ниже 10 %, то наступает угнетение растений.

А. Г. Дояренко, установил, что недостаток воздуха в почве очень сильно лимитирует ее плодородие. Почвенный воздух заполняет поры, не занятые водой. Избыточная влажность приводит к резкой его недостаточности. Почвенный воздух необходим для дыхания корней расте­ний, почвенных организмов, биохимических процессов превра­щения питательных элементов.

Почва — важный источник углекислого газа, который потреб­ляется растениями в процессе фотосинтеза. Газообмен между почвой и атмосферой осуществляется посредством таких факторов, как диффузия, изменения баро­метрического давления, температуры почвы и воздуха, поступ­ления в почву воды, а также при помощи ветра. Увеличивая объем при нагревании почвы, воздух ее частично выходит наружу, при охлаждении почвы почвенные поры полу­чают новую порцию воздуха из атмосферы.

При поступлении воды в почву «старый» воздух из почвенных пор вытесняется и они заполняются «новым» воздухом после оттока из них влаги.

Оптимальное содержание воздуха в пахотной почве для отдельных культур следующее: для зерновых— 15— 20 % общей пористости, пропашных — 20—30, многолетних трав— 17—21 %.

Важный прием регулирования воздушного режима почвы — механическая обработка, позволяющая создавать необходимое строение пахотного слоя и тем самым обеспечивать условия нормального газообмена в почве. Значение обработки в регулировании воздушного режима почвы возрастает при избыточном увлажнении почв и их тяжелом гранулометрическом составе.

# Температурный режим

Физиологические процессы, происходящие в растении, жизнедеятельность микроорганизмов и почвенной фауны, химические процессы превращения веществ и энергии возможны только в определенных температурных границах.

Воздействие температуры почвы на растения начинается с самых первых стадий его роста и развития. Причем отдель­ные растения предъявляют различные требования к температур­ному режиму почвы. Наряду с крайними границами температур, характеризующими температурные минимум и максимум для отдельных видов растений, существует свой определенный оптимум. Требования к температурным условиям определенных растений изменяются по мере их роста и развития.

Основной источник тепла в почве — солнечная энергия. Другой, но менее значительный — тепло, выделяемое в почву в ре­зультате биологических и химических превращений, а также поступающее из глубинных слоев земли. Поступление, аккумуля­ция и передача тепловой энергии в почве осуществляют через ее тепловые свойства: теплопоглотительную способность, тепло­проводность.

Теплопоглотительная способность почвы характеризуется величиной альбедо (А) — долей отражаемой почвой солнечной радиации.

Альбедо — важная характеристика температурного режима почвы, зависит от цвета почвы, ее структуры и выровненности, а также влажности. Растительность, покрывающая почву, значительно изменяет альбедо.

На лучепоглотительную и лучеотражательную способность почвы большое влияние оказывает степень ее гумусированности.

Теплопроводность почвы — количество тепла, про­текающее через слой почвы площадью 1 см2 и толщиной 1 см в перпендикулярном к ней направлении при разнице на обоих сторонах слоя в 1 °С. Теплопроводность, как и теплоемкость, зависит от гранулометрического и химического составов поч­вы, ее влажности. Сухие, хорошо гумусированные почвы пло­хо проводят тепло, сырые, тяжелые почвы отличаются повышенной теплопроводностью.

На поглощение почвой солнечной энергии большое влияние оказывает экспозиция склона. Южные склоны значительно отличаются по тепловому режиму почв от северных. Иногда эти различия достигают величин, соответствующих разным клима­тическим зонам.

Расход тепла почвой происходит по следующим статьям: лучеиспускание тепла в атмосферу, передача тепла прилегаю­щему слою воздуха (конвекция), потери на испарение воды (48%).

Меры по улучшению теплового режима почв в общем совпадают с мерами регулирования водного режима, а также особое значение приобретает снегозадержание и в целом агролесомелиоративная организация территории, дождевания и муль­чирования поверхности почвы.

# Агрохимические факторы плодородия

Растения усваивают азот и зольные элементы из почвы в форме минеральных солей, растворенных в почвенном растворе. При этом используются как восстановленные (соли аммония), так и окисленные (соли азотной кислоты) соединения азота.

Растения могут усваивать некоторые относительно простые органические азот- и фосфорсодержащие вещества (некоторые аминокислоты, фитин), однако практическое их значение в питании ничтожно. Источником энергии в растении для поглощения элементов питания является дыхание. Более молодые, интенсивно дыша­щие корни больше усваивают из почвенного раствора мине­ральных солей.

Процессы корневого питания растений тесно связаны с таки­ми свойствами почвы, как рН почвенного раствора, водно-воз­душный режим почвы, содержание в ней усвояемых элементов питания, и другими условиями внешней среды. Кислотность почвы снижает поглощение питательных веществ растениями. Отмечают как прямое, так и косвенное действие повышенного содержания в почве ионов Н+. Прежде всего изменяется физико-химическое состояние цитоплазмы клеток корня, нарушается ее проницаемость, наружные клетки ослизняются, корни плохо растут.

Большинство возделываемых культур и почвенных микроор­ганизмов лучше развивается при слабокислой или нейтраль­ной реакции почвы. Однако отдельные виды культурных рас­тений значительно различаются по требовательности как к наи­более оптимальному для их роста интервалу рН, так и к смеще­нию его в ту или другую сторону.

Недостаток в почве обменных кальция и магния вызывает резкое ухудшение физических и физико-хими­ческих свойств почвы (структура почвы, емкость поглощения, буферность). В почвенном растворе появляются свободные ионы алюминия и марганца, токсичные для растений. Подвижность же ряда микроэлементов (например, молибдена) уменьшается, растения испытывают в них недостаток. Повышенная кислот­ность угнетает почвенные организмы, прежде всего нитрификаторы и азотфиксирующие бактерии (клубеньковые и свободно живущие), почвенную фауну (дождевые черви, клещи, ногохвостки). В целом биологическая активность кислой почвы несравненно ниже, чем нейтральной.

Чтобы привести реакцию почвы к интервалу слабокислая — слабощелочная, применяют химическую мелиорацию почв. Кислые почвы периодически известкуют, а щелочные, прежде всего солонцы, гипсуют. Для повышения содержания в почве, таких жизненно важных элементов как калий, азот и фосфор, вносят минеральные удобрения. Эффективность удобрений зависит от почвенно-климатических условий. Уровень плодородия почвы, состояние питательного режима, трансформационные ее возможности в отношении доступности вносимых удобрений для возделываемых растений — все это оказывает влияние на выбор видов удобрений.

# Воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии

Устранение негативных явле­ний, вызванных в почве возделыванием культурных растений, возвращение почвенного плодородия к исходному первоначаль­ному состоянию означает простое воспроизводство плодородия. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня ‑ это расширенное воспроизводство плодородия. Особенно это важно для почв Нечерноземной зоны с низким природным плодородием. Расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв, неспособных в естественном состоянии обеспечить достаточную эффективность приемов интенсивного земледелия, — обязательное условие расширенного воспроиз­водства продукции земледелия вообще.

Воспроизводство плодородия почвы в интенсивном земледе­лии осуществляется двумя путями: вещественным и техноло­гическим. Первый путь предполагает интенсивное применение удобрений, мелиорантов, пестицидов, благоприятную в агроно­мическом отношении структуру посевных площадей (севообо­рот). Технологический путь воспроизводства плодородия обос­новывается улучшением агрономических свойств почвы путем ме­ханической обработки и отчасти за счет мелиоративных прие­мов. Оба эти пути направлены на достижение единой цели, но эффективность их, как и механизм действия, резко различна.

Вещественные компоненты оказывают наиболее сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы. Технологичес­кое воздействие не в состоянии компенсировать веществен­ные факторы почвенного плодородия, его эффект основан на форсированном использовании (путем мобилизации) вещест­венных ресурсов почвы и обычно краткосрочен.

# Литература