**ВВЕДЕНИЕ**

С давних времен человек при использовании земли оценивал ее прежде всего с точки зрения способности производить урожай растений. Поэтому понятие плодородие почвы было известно еще до становления почвоведения как науки и выражало наиболее существенное свойство земли как средства производства.

Почвоведение – наука о почвах, их образовании (генезисе), строении, составе и свойствах; о закономерностях их географического распространения; о процессе взаимосвязи с внешней средой, определяющих формирование и развитие главнейшего свойства почв – плодородия; о путях рационального использования почв в сельском и народном хозяйстве и об изменении почвенного покрова в агрикультурных условиях.

Почвоведение как научная дисциплина оформилась в нашей стране в конце 19 столетия благодаря трудам выдающихся русских ученых В.В. Докучаева, П.А. Костычева, Н.М. Сибирцева.

Первое научное определение почвы дал В.В. Докучаев: «Почвой следует называть «дневные» или наружные горизонты горных пород (все равно каких), естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов, живых и мертвых». Он установил, что все почвы на земной поверхности образуются путем «чрезвычайно сложного взаимодействия местного климата, растительности и животных организмов, состава и строения материнских горных пород, рельефа местности и, наконец, возраста страны». Эти идеи В.В. Докучаева получили дальнейшее развитие в представлениях о почве как о биоминеральной («биокосной») динамической системе, находящейся в постоянном материальном и энергетическом взаимодействии с внешней средой и частично замкнутой через биологический круговорот.

Развитие учения о плодородии почв связано с именем В.Р. Вильямса. Он детально исследовал формирование и развитие плодородия почвы в ходе природного почвообразования, рассмотрел условия проявления плодородия в зависимости от ряда свойств почвы, а также сформулировал основные положения об общих принципах повышения плодородия почв при их использовании в сельскохозяйственном производстве.

Основным свойством почвы является плодородие – способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной деятельности и создания урожая. Именно это важнейшее качество почвы, отличающее ее от горной породы, подчеркивал В.Р. Вильямс, определяя почву как «поверхностный горизонт суши земного шара, способный производить урожай растений». Понятие почва и ее плодородие неразрывны. Плодородие почвы – результат развития природного почвообразовательного процесса, а при сельскохозяйственном использовании – также процесса окультуривания.

Развитие почв и почвенного покрова, как и формирование их плодородия, тесно связано с конкретным сочетанием природных факторов почвообразования многообразным влиянием человеческого общества, с развитием его производственных сил, экономических и социальных условий.

Особая роль в почвообразовании принадлежит живым организмам, прежде всего зеленым растениям и микроорганизмам. Благодаря их воздействию осуществляется важнейшие процессы превращения горной породы в почву и формирование ее плодородия: концентрация элементов зольного и азотного питания растений, синтез и разрушение органического вещества, взаимодействие продуктов жизнедеятельности растений и микроорганизмов с минеральными соединениями породы и т.п. в познании биологической сущности почвообразования особый вклад внесли В.Р. Вильямс и В.И. Вернадский.

Благодаря своим особым качествам почва играет огромную роль в жизни органического мира. Являясь продуктом и элементом ландшафта – особым природным телом, она выступает как важная среда в развитии природы земного шара.

Находясь в состоянии непрерывного обмена веществом и энергией с атмосферой, биосферой, гидросферой и литосферой, почвенный покров выступает как незаменимое условие поддержания между всеми ее сферами сложившегося на Земле равновесия, столь необходимого для развития и существования жизни на нашей планете во всех ее многообразных формах.

Вместе с тем, обладая свойством плодородия, почва выступает как основное средство производства в сельском хозяйстве. Используя почву как средство производства, человек существенно изменяет почвообразование, влияя как непосредственно на свойство почвы, ее режимы и плодородие, так и на природные факторы, определяющие почвообразование. Посадка и вырубка лесов, возделывание сельскохозяйственных культур изменяют облик естественной растительности; осушение и орошение меняют режим увлажнения и т.п. не менее резкие воздействия на почву вызывают приемы ее обработки, применение удобрений и средств химической мелиорации (известкование, гипсование).

Следовательно, почва является не только предметом приложения человеческого труда, но в известной степени и продуктом этого труда.

Таким образом, почвоведение изучает почву как особое природное тело, как средство производства, как предмет приложения и аккумуляции человеческого труда, а также в известной степени как продукт этого труда.

Как основное средство производства в сельском хозяйстве почва характеризуется следующим важными особенностями: незаменимостью, ограниченностью, неперемещаемостью и плодородием. Эти особенности подчеркивают необходимость исключительно бережного отношения к почвенным ресурсам и постоянной заботой о повышении плодородия почв.

**1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ПЛОДОРОДИИ ПОЧВ БАШКОРТОСТАНА**

Башкортостан – географически сложная территория, расположенная на Южном Урале и в Приуралье, что объясняет большое разнообразие физико-географических, геоморфологических и климатических условий, почвообразующих пород, типов растительности. В конечном итоге все это обусловило формирование широкого ряда типов почв и почвенного покрова сложной структуры. Разнообразие почв и их свойств делает необходимым дифференцированный подход к землепользованию и регулированию плодородия почв на основе глубокого знания зональных генетических различий и динамики свойств, что особенно важно в условиях нарастания антропогенной нагрузки на почвы.

В аспектах генезиса, географии, агропроизводственных свойств, химического состава, физико-химических, агрофизических, биологических свойств, регулирующих плодородие, почвенные ресурсы республики изучены достаточно хорошо. В целом почвы характеризуются высоким потенциальным плодородием, значительной экологической буферностью, особенно в естественных экосистемах. Однако уровень продуктивности земледелия в настоящее время не соответствует потенциалу плодородия почв. Анализ современного состояния земельных ресурсов, динамики свойств почв [Хазиев, 1990] показывает, что в сельскохозяйственных экосистемах наметилась устойчивая тенденция деградации почв: усиление эрозионных процессов, дегумификация, дисбаланс гумуса и питательных элементов, переутомление почвенного профиля, сокращение мощности гумусового горизонта, подкисление и т.д.

История изучения почв республики связана с именами классиков русского почвоведения – В.В. Докучаева, П.А. Костычева, С.И. Коржинского, Н.М. Сибирцева, В.В. Геммерлинга, К.Д. Глинки и других. В.В. Докучаев в своей книги «Русский чернозем» [1883] приводит некоторые характеристики черноземов Приуралья. В книге «Почвы черноземной области России» [1886] П.А. Костычевым были расширены географические сведения о почвах на территории Башкирии и подчеркнуто богатство черноземов органическим веществом. Н.М. Сибирцев [1891] дал более детальную характеристику основных типов лесостепных почв Приуралья и внес существенный вклад в изучение почв региона. Значительные дополнения к сведениям о географии почв в Башкирии были сделаны С.И. Коржинским [1891], давшим подробное описание наряду с черноземами и серых лесных почв.

С целью детального изучения почвенного покрова республики, выявления новых земель, пригодных для сельскохозяйственного освоения, в 1932 г было создано Башкирское почвенно-ботаническое бюро, которое позже реорганизовалось в Башкирскую научно-исследовательскую полеводческую станцию. Сотрудниками этих учреждений до 1939 г были проведены исследования почв на площади более 4 млн га с составлением почвенных карт хозяйств и районов.

В послевоенный период наметился заметный перелом в сторону агрономической направленности почвенных исследований. Наряду с территориальными исследованиями проводились изучение агропроизводственных свойств и качественная оценка почв с целью разработки практических рекомендаций по повышению их плодородия. Для выявления потребности известковании почв Д.В. Богомоловым были выполнены маршрутные пересечения в междуречье Белой и Уфы. Кроме того, в районах степного Предуралья изучались процессы эрозии и дефляции почв (Д.В. Богомолов, С.С. Соболев, М.М. Туровцев и др.).

В 1974 г была организована экспедиция с целью изучения почв Башкирского государственного заповедника в центре Южного Урала. В составе экспедиции работали С.Н. Тайчинов, А.Ш. Латыпов, П.Я. Бульчук. В эти же годы проводились работы по комплексному агропочвенному районированию территории Башкирии Д.В. Богомоловым [1954], впоследствии С.Н. Тайчиновым [1960].

В 1952-1954 гг. под руководством С.Н. Тайчинова и М.Н. Бурангуловой были продолжены работы по комплексному исследованию агропроизводственных свойств почв Общего Сырта и Белебеевской возвышенности, районов Башкирского Зауралья и междуречья Белой и Уфы. Полученные научные материалы позволили уточнить границы агропочвенных районов и значительно дополнили сведения о химических, физико-химических и биологических свойствах почв республики.

В 1956-1961 гг. проведены фундаментальные исследования почв лесостепной зоны Башкирии. В 1957 и 1958 гг. были осуществлены первые комплексные исследования серых лесных почв, развивающиеся под лиственными, хвойно-лиственными и хвойными лесами в ряде районов республики. Эти работы позволили в значительной степени уточнить генезис, химические, агрохимические, водно-физические и биологические свойства почв. Результаты были обобщены в монографическом сборнике «Серые лесные почвы Башкирии» [1963], а также в монографии Г.А. Склярова «Лесостепные почвы Башкирской АССР, их генезис и производственная характеристика» [1964]. На основании изучения агрохимических свойств серых лесных почв и специальных опытов выявлена их потребность в органических, минеральных удобрениях, а также в известковании.

В последующие годы (1962-1965) внимание почвоведов было сосредоточено на черноземных почвах Башкирии. Исследованы вопросы генезиса и эволюции этих почв в регионе, химические, агрохимические, биохимические и водно-физические свойства, изучены формы питательных веществ и трансформация их под влиянием различных факторов, взаимодействие почв и удобрений. Были проведены специальные исследования карбонатных черноземов [Курчеев, 1969] и изучались лесорастительные свойства черноземов Зауралья в связи с развитием агролесомелиорации [Галимов, 1968].

Результаты исследований черноземов обобщены в монографии «Черноземы Башкирии» [Бурангулова и др., 1969]. В книге впервые приведены картограммы содержания гумуса, азота, фосфора, калия и некоторых микроэлементов в почвах черноземной зоны республики.

Многолетние всесторонние исследования фосфорного режима почв Башкирии и эффективность фосфорных удобрений проведены под руководством М.Н. Бурангуловой (1955-1967). Впервые выполнено детальное изучение фосфорных соединений почв, идентифицированы неорганические и органические соединения фосфора, выявлена их трансформация в различных экологических условиях, составлены картограммы содержания валового и подвижного фосфора в почвах республики. Установлены районы, в первую очередь нуждающиеся в применении фосфорных удобрений. Большой вклад в изучение проблемы фосфорных удобрений в почвах региона внесли исследования Ю.А. Усманова, Б.П. Шиленко, С.А. Абдрашитова.

С 1970 г были расширены исследования азотного фонда почв Башкирии. Получены данные о содержании и запасах азота в почвах, о формах азотистых соединений, их подвижности и роли биохимических процессов в превращении соединений азота в почвах, выявлены возможности и пути воздействия на эти процессы, установлены биохимические механизмы повышения подвижности почвенного азота под влиянием азотных удобрений (Н.С. Наумов, Ф.Х. Хазиев, М.Х. Хамидуллин, И.К. Хабиров). Результаты изучения азотного фонда почв Башкирии обобщены в книгах «Почвенный азот и Эффективность азотных удобрений» [Хазиев, Наумов, 1979] и «Экология и биохимия азота в почвах Южного Приуралья» [Хабиров, 1993].

На всех этапах изучения почв в регионе обращали внимание на особенности гумусовых показателей. Еще в работах В.В. Докучаева [1883], Н.М. Сибирцева [1901]отмечалась высокая гумусность почв региона. Далее Д.В. Богомолов [1954], подтвердив эту особенность, установил еще и укороченность гумусовых профилей почв Приуралья, особенно черноземов, и выявил причины формирования в регионе почв с высоким содержанием гумуса при укороченной мощности гумусового профиля, в отличие от аналогичных почв европейской части страны. В последующие годы проведены целенаправленные исследования гумуса: содержание, запасы, групповой и фракционный состав, состав функциональных групп гумусовых кислот, особенности локализации гумуса по гранулометрическим и коллоидным фракциям, динамика его под влиянием агротехники и эрозии почв, состояние баланса гумуса, биохимические механизмы трансформации гумуса в почвах, составлены карты содержания и запасов гумуса в почвах (П.А. Курчеев, А.Х. Мукатанов, Г.А. Кольцова, Ф.Х. Хазиев, Ф.Я. Багаутдинов). Наряду с изучением специфических гумусовых веществ большие успехи достигнуты в исследованиях неспецифических органических компонентов гумуса в почвах региона – фосфорорганических соединений (М.Н. Бурангулова, Г.А. Кольцова, И.М. Габбасова), азоторганических соединений (Н.С. Наумов, Ф.Х. Хазиев, И.К. Хабиров), углеводов (Ф.Х. Хазиев, Ф.Я. Багаутдинов). Результаты многолетних исследований органических компонентов почв обобщены в монографии «Органическое вещество почв Башкирии» [Хазиев и др., 1991].

Первая агрофизическая характеристика черноземных почв республики в пределах Белебеевской возвышенности была выполнена А.П. Маляновым [1937]. Более детальные исследования этих свойств выщелоченных черноземов в связи с их обработкой проводил Г.С. Смородин [1948, 1955, 1960]. Изучая строение пахотного слоя, он определил оптимальные физические условия для выращивания сельскохозяйственных культур. Глубокое изучение физических и водных свойств почв осуществил почвоведы-агрофизики Института биологии Башкирского филиала АН СССР (Ф.Ш. Гарифуллин, Ш.А. Гайсин, Р.Я. Рамазанов, Э.Г. Ашимов и др.). в результате этих исследований дана характеристика основных почв республики по механическому, микроагрегатному и структурно-агрегатному составам, удельной и объемной массе, общей позорности, водопроницаемости, влагоемкости, содержанию и динамике питательных веществ, химическим свойствам, составу гумуса, водно-воздушному и температурному режимам в связи с агрофизическими свойствами. Полученные материалы позволили познать сущность культурного почвообразовательного процесса и особенности свойств почв для дифференцированного агротехнического воздействия на их плодородие. Итоги исследований обобщены в монографии «Физические свойства почв и их изменение в процессе окультуривания» [Гарифуллин, 1979].

Начиная с 1957 г проводилось изучение содержания микроэлементов в почвах республики и эффективность микроудобрений (А.С. Шарова, М.П. Чмелев, Г.Е. Радцева и др.). на большом экспериментальном материале дана характеристика по содержанию и закономерностям распределения микроэлементов в основных типах почв. Проведено картирование содержания их подвижных форм. Впоследствии результаты исследований обобщены в монографии «Микроэлементы в почвах Башкирии и эффективность микроудобрений» [Гирфанов, Ряховская, 1975].

Крупномасштабные и систематические исследования почвенного покрова и агрохимических свойств почв были начаты после организации Отдела землеустройства при Министерстве сельского хозяйства (1956 г), в последующем Башкирский филиал «Волгогипрозем», и Республиканской агрохимической службы. В 1975 и 1990 гг. были изданы новые почвенные карты Башкирии в масштабе 1:600000. для каждого хозяйства составляются почвенные и агрохимические карты с определением конкретных мер рационального использования земель, повышения плодородия почв, а также систем применения удобрений и известкования почв.

В истории развития сельского хозяйства республики 1980-е годы характеризуются внедрением интенсивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, при которых резко возрастают технологические нагрузки на почву. В 1980-1986 гг. под руководством Ф.Х. Хазиева проводились комплексные исследования почв в условиях интенсивных систем земледелия. Результаты исследований обобщены в книге «Повышение плодородия почв в условиях интенсивных систем земледелия» [1986]. Интенсификация земледелия приводит в первую очередь к агрофизической деградации почв. Основными способами ее предотвращения являются минимализация обработки почвы адаптированными приемами для почв лесостепных и степных зон, обогащение ее активной органикой (Ф.Х. Хазиев, Р.Я. Рамазанов, М.А. Сираев, Х.Ф. Фаизов, А.Х. Мукатанов и др.).

Проводились многолетние исследования по созданию систем обработки почв (С.Н. Тайчинов, Г.С. Смородин, Н.Р. Бахтизин, М.М. Хамидуллин, М.Г. Сираев, Р.Я. Рамазанов), применения удобрений (Ю.А. Усманов, Б.П. Шиленко, С.А. Абдрашитов, В.К. Трапезников), севооборотов (С.С. Ильин, Э.М. Рахимов, М.Б. Амиров) с учетом зональных особенностей почв. Результаты этих исследований составили научную основу «Научно обоснованных систем земледелия по зонам Башкирской АССР» [1990].

В мониторинга пахотных почв на фиксированных полях севооборотов госсортоучастков в 1966-1969 гг. (Ф.Ш. Гарифуллин, Э.Г. Ашимов, Г.А. Кольцова, Б.У. Шамсутдинов) и повторно в 1986-1987 гг. (Ф.Х. Хазиев, Р.Я. Рамазанов, А.Х. Мукатанов, Г.А. Кольцова) проводились комплексные исследования динамики свойств почв. Установлено что на полях с освоенными севооборотами при регулярном внесении органо-минеральных удобрений в почвах устанавливается компенсированный баланс питательных элементов и гумуса, оптимальный уровень агрофизических свойств и биологической активности почв при стабильном и высокой урожайности сельскохозяйственных культур. На основании этих исследований определены оптимальные параметры плодородия серых лесных почв и выщелоченных черноземов (Ф.Х. Хазиев, Г.А. Кольцова). На длительных опытах в учхозе Башсельхозинститута (1958-1987 гг.) изучены условия и технология расширенного воспроизводства плодородия выщелоченного чернозема и определены нормативы разного уровня плодородия этих почв (М.Б. Амиров, Э.М. Рахимов).

Комплексный анализ состояния почвенного покрова республики и свойств почв показал тенденцию тотальной деградации почв, снижения плодородных характеристик – ухудшение агрофизических свойств, дегумификация, отрицательные балансы элементов питания, техногенные разрушения. Это послужило основой разработки «Комплексной программы повышения плодородия почв Башкирской АССР на 1990-1995 годы» [Хазиев и др., 1990], в которой определены основные нормативные показатели, направления и практические приемы эффективного использования, защиты от деградации и повышения плодородия почв.

Начиная с 1980 годов главное внимание сосредоточено на исследованиях в агрономическом направлении в связи с обострением проблемы плодородии почв.

**2**  **ВИДЫ ПЛОДОРОДИЯ**

Различают следующие виды плодородия: естественное (природное), искусственное, потенциальное, эффективное и экономическое.

Естественное (природное) плодородие – это плодородие, которым обладает почва (ландшафт) в естественном состоянии. Оно характеризуется продуктивностью естественных фитоценозов.

Искусственное плодородие (естественно-антропогенное, по В.Д. Мухе) – плодородие, которым обладает почва (агроландшафт) в результате хозяйственной деятельности человека. По многим показателям оно наследует естественное. В чистом виде – характерно для тепличных грунтов, рекультивированных (насыпных) почв.

Почва обладает определенными запасами элементов питания (запасной фонд), которые реализуются при создании урожая растений путем частичного его расхода (обменный фонд). Из этого представления вытекает понятие о потенциальном плодородии.

Потенциальное плодородие – способность почв (ландшафтов и агроландшафтов) обеспечивать определенный урожай или продуктивность естественных ценозов. Эта способность не всегда реализуется, что может быть связано с погодными условиями, хозяйственной деятельностью. Характеризуется потенциальное плодородие составом, свойствами и режимами почв. Например, высоким потенциальным плодородием обладают черноземные почвы, низким – подзолистые, однако в засушливые годы урожайность культур на черноземах может быть ниже, чем на подзолистых почвах.

Эффективное плодородие – часть потенциального, реализуемая в урожае сельскохозяйственных культур при определенных климатических (погодных) и агротехнических условиях. Эффективное плодородие измеряется урожаем и зависит как от свойств почв, ландшафта, так и от хозяйственной деятельности человека, вида и сорта выращиваемых культур.

Экономическое плодородие – это эффективное плодородие, измеряемое в экономических показателях, учитывающих стоимость урожая и затраты на его получение.

**3 АГРОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

Агрономическое значение плодородия почв очень велико, оно выходит на первое место среди таких показателей как климат, рельеф и др., но оно так же носит относительный характер по отношению к различным культурам.

Относительное плодородие – это плодородие почвы (ландшафта) по отношению к определенному виду растений, растительной ассоциации или группе культур. Требования отдельных видов или групп культур к почвенным условиям могут существенно различаться. Свойства почв, благоприятные для одних растений, могут лимитировать урожайность других. Например, мох сфагнум прекрасно себя чувствует на верховых болотных почвах с сильнокислой реакцией среды и высокой влажностью, но его нельзя вырастить на почвах с нейтральной или щелочной реакцией среды и с нормальными для большинства культур условиями увлажнения.

В настоящее время все сельскохозяйственные культуры по отношению к условиям питания разделены на три группы:

1. культуры невысокого выноса питательных веществ: зерновые, плодовые;
2. культуры повышенного выноса: зернобобовые, корнеплоды, картофель, саженцы плодовых;
3. культуры большого выноса: овощные, некоторые технические культуры, чай, цитрусовые, виноград.

Соответственно их требованиям к условиям питания дифференцированы группировки почв по содержанию элементов питания. Известно отношение многих групп культурных растений к реакции среды, окислительно-восстановительным условиям, содержанию водорастворимых солей, повышенной плотности и др. внутри каждой группы сельскохозяйственных культур (зерновые, овощные, плодовые) также существуют различия отдельных культур в требованиях к почвенным условиям. Например, из зерновых культур озимая пшеница характеризуется высокой требовательностью к почвенным условиям, а овес – низкой; из овощных, соответственно – огурцы, томаты и редька, редис. Для большинства пропашных культур оптимальной является нейтральная и близкая к нейтральной реакция среды, а для картофеля – слабокислая. Это создает определенные сложности в регулировании почвенного плодородия, поскольку, как правило, культуры выращиваются в условиях севооборотов, и почвы каждого поля севооборота должны отвечать потребностям всех культур севооборота. Оптимальное сочетание требований культур и особенностей почвенных условий лучше всего может реализоваться в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, в которых на первое место ставится задача не изменения свойств почв в соответствии с требованиями культур, а подбор культур для определенных почвенных условий. В качестве примера можно привести многовековой положительный опыт выбора участков под плодовые насаждения, чайные плантации, виноградники, сенокосы и пастбища и др.

**4** **ОПТИМАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СОСТАВА, СВОЙСТВ И РЕЖИМОВ ПОЧВ**

Оптимальные параметры – это сочетание количественных и качественных показателей состава, свойств и режимов почвы, при котором могут быть максимально использованы все факторы жизни растений и наиболее полно реализованы возможности выращиваемых сельскохозяйственных культур.

Теоретической основой оптимизации свойств и режимов почв являются законы и экологические принципы земледелия, сформулированные в трудах Ю. Либиха, Г. Гельригеля, Э. Вольни, К.А. Тимирязева, В.Р. Вильямса, Э.А. Митчерлиха и др.

Закон незаменимости факторов жизни растений. Отсутствие одного из факторов (свет, вода, тепло, питание и др.) приостанавливает рост и развитие организма. Ни один из факторов жизни растений не может быть замене другим.

Закон минимума, оптимума и максимума. Зона оптимума фактора жизни растений занимает определенный интервал, в границах которого рост и развитие растений, при обеспеченности их другими факторами, будут наиболее активными.

Закон совокупного действия и оптимального сочетания факторов. Изменение одного из факторов жизни растений влечет за собой изменение действия других. Наибольшая эффективность действия – при оптимальном сочетании факторов.

Закон лимитирующего фактора. Недостаток одного фактора снижает положительное влияние всех других. Выявление и устранение лимитирующего фактора дает необходимый и наибольший эффект.

Закон соответствия (адекватности) культуры среде произрастания. Условия местообитания растений должны соответствовать биологическим требованиям растений.

Закон возврата. Вынос элементов питания с урожаем, а также другие потери веществ, связанные с деятельностью человека (эрозионные, усиление растворимости и вымывания и др.), приводят к снижению уровня плодородия и должны устраняться внесением соответствующих удобрений и другими агротехническими и мелиоративными приемами.

Кроме перечисленных законов существует ряд экологических принципов, которыми руководствуется научное земледелие: плодосмен, уничтожение и подавление конкурентов (сорных растений) возделываемых культур, защита сельскохозяйственных растений от вредителей и болезней, сохранение и восстановление структуры почвы и др., направленные на оптимизацию свойств и условий роста и развития растений, реализующихся в урожае.

Как уже отмечалось, многие оптимальные параметры могут различаться в зависимости от требования культуры или группы культур. Очевидна возможность различий оптимальных параметров для почв отдельных природных зон и даже элементов ландшафта в связи с разными климатическими, погодными и другими условиями. Например, известно, что в условиях южной тайги оптимальными для большинства культур являются легко- и среднесуглинистые почвы, а в лесостепи – глинистые. Очевидна необходимость дифференциации оптимальных параметров для почв разного гранулометрического состава и с разным содержанием гумуса.

Тем не менее большинство культур, возделываемых человеком, обладает многими общими требованиями к почвенным условиям, что дает возможность определять диапазон оптимальных параметров свойств почв для преобладающего числа культур. Это можно объяснить тем, что основная часть урожая предназначена для питания человека и животных, и многовековой отбор культурных растений привел к общности их требований к почвенным условиям. Нахождение оптимальных параметров состава, свойств и режимов почв для отдельных групп и видов культур является одной из главных задач современного агрономического почвоведения.

В таблице 4 перечислены только наиболее общие, установленные к настоящему времени показатели оптимальных параметров состава, свойств и режимов почв для большинства культур. Имеющиеся сведения об их дифференциации в зависимости от требований культур частично были приведены в соответствующих главах и некоторые будут приведены в последующих.

Таблица 4. Оптимальные параметры состава, свойств и режимов почв.

|  |  |
| --- | --- |
| Состав, свойства и режимы почв | Оптимальные параметры |
| Минералогический состав | Наличие полевых шпатов, роговых обманок, глинистых минералов с высокой ЕКО, кальцита |
| Гранулометрический состав | От супесчаных до глинистых в зависимости от условий увлажнения |
| Химический состав | Полиэлементный с отсутствием дефицита и избытка кальция и магния, загрязнения тяжелыми металлами, радионуклидами и другими токсикантами. Содержание гумуса, превышающее критическое на 1% и более. Содержание ЛОВ более 0,2-0,4% |
| Физико-химические свойства | ЕКО более 10 мг-экв для супесчаных и более 15 мг-экв для суглинистых. Преобладание в составе ППК кальция и магния. Степень насыщенности основаниями более 55-70%. Реакция среды – близкая к нейтральной |
| Агрохимические свойства | Оптимальное содержание элементов питания в соответствии с зональными группировками |
| Общие физические свойства | Общая порозность 55-65%, плотность 1,0-1,3 г/см3 |
| Структура | Содержание агрономически ценных водопрочных агрегатов (0,25-10 мм с порозностью более 45%) более 55% массы почвы |
| Водные свойства и запасы влаги | Запас воды в диапазоне ВРК-НВ, 30-50 мм в пахотном слое, 100-200 – в метровом |
| Воздушные свойства и состав почвенного воздуха | Порозность аэрации более 20% объема почвы. Содержание СО2 0,03-2(3)%; О2 – 19-20% |
| Окислительно-восстановительные условия | ОВП (Eh) 400-600 мВ |

**4.1** **ФАКТОРЫ, ЛИМИТИРУЮЩИЕ ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ**

К факторам, лимитирующим плодородие почв, относятся показатели состава, свойств и режимов почв, снижающие урожай культурных растений и биопродуктивность естественных фитоценозов. В первом приближении их можно обозначить как отклонения от оптимальных показателей. Степень отклонения характеризует уровень лимитирующего фактора и степень снижения урожая. Теоретической основой исследований факторов, лимитирующих почвенное плодородие, являются законы лимитирующего фактора и совокупного действия и оптимального сочетания факторов жизни растений.

Следует различать общепланетарные лимитирующие факторы, характерные для почв всех природных зон, внутризональные (региональные), характерные для определенных зон и регионов, и местные, характерные для небольших территорий.

К общепланетарным можно отнести: недостаточную обеспеченность элементами питания, повышенную плотность, неудовлетворительную структуру, пониженное содержание легкоразлагаемого органического вещества.

К внутризональным (региональным) – повышенную кислотность, повышенную щелочность, недостаток и избыток влаги, эродированность и дефлированность почв, каменистость, засоленность, солонцеватость и др.

К местным факторам, лимитирующим почвенное плодородие, можно отнести локальное загрязнение почв радионуклидами и тяжелыми металлами, нефтепродуктами, нарушение почвенного покрова горными выработками и др.

Для ряда свойств почв и режимов определены критические уровни показателей, при которых резко ухудшаются другие агрономически важные свойства и режимы почв и резко снижается урожай растений или его качество (смотри таблицу 4.1).

В почвах с низким естественным плодородием выделяют освоенные, окультуренные и культурные разности. Освоенные почвы формируются в условиях низкой агротехники, при нерегулярном внесении невысоких доз органических и минеральных удобрений. Окультуренные и культурные – формируются при высокой агротехнике, регулярном внесении органических и минеральных удобрений и проведении необходимых мелиоративных мероприятий (осушение, орошение, известкование, внесение высоких доз торфа, пескование глинистых почв, глинование – песчаных и др.). в результате мероприятий, направленных на устранение лимитирующих факторов, плодородие окультуренных почв существенно выше по сравнению с освоенными аналогами.

Процесс противоположный окультуриванию предложено называть выпахиванием. Выпахивание – снижение уровня плодородия пахотных почв, ухудшение агрономических свойств (снижение содержания гумуса, обесструктуривание, переуплотнение, почвоутомление) в результате использования их при низком уровне поступления источников гумуса (органических удобрений и послеуборочных остатков) в течение ряда лет. В настоящее время ведутся научные исследования по количественной оценке степени выпаханности. Выпаханными могут быть как освоенные, так и в разной степени окультуренные почвы. В выпаханных почвах наиболее часто проявляется почвоутомление и фитотоксичность почв, резко снижающие урожай растений.

Почвоутомление – многофакторное явление, проявляющееся в агроценозах, особенно в условиях монокультуры. А.М. Гродзинский (1965), В.Т. Лобков (1964) выделяют следующие, наиболее существенные причины почвоутомления:

* односторонний вынос питательных элементов, нарушение сбалансированного питания растений;
* изменение физико-химических свойств почв, сдвиг pH;
* ухудшение структуры и водно-физических свойств почв;
* нарушение биологического режима, развитие патогенной микрофлоры (грибков Fusarium, Penicilliumn и др., бактерий Pseudomonas, некоторых актиномицетов);
* накопление фитотоксичных веществ (колинов) – производных фенолов, хинонов и нафтизина, обусловливающих токсичность почв;
* размножение вредителей и злостных сорняков.

Почвоутомление рассматривается как результат нарушения экологического равновесия в системе почва-растение вследствие одностороннего воздействия на почву культурных растений.

# Таблица 4.1. Критические уровни показателей состава, свойств и режимов почв

|  |  |
| --- | --- |
| Состав, свойства и режимы почв | Критические параметры |
| Минералогический состав | Преобладание кварца, более 98% |
| Гранулометрический состав | Песчаные почвы в аридных областях, глинистые – в гумидных. Высокая степень каменистости. |
| Химический состав | Преобладание оксида кремния (более 98%). Содержание гумуса менее 1% в почвах с фульватным составом гумуса и менее 2% - с гуматным. Содержание ЛОВ менее 0,1%. Содержание водорастворимых солей более 0,6-2% в зависимости от вида солей. Повышенной концентрации тяжелых металлов и токсикантов, превышающие ПДК, и радионуклидов |
| Физико-химические свойства | ЕКО менее 5 мг-экв/100 г почвы. Степень насыщенности основаниями менее 50%, pHKCL ниже 4,5-5. Содержание обменного натрия более 10-15% от ЕКО, сильнощелочная реакция среды pHH2O более 8,5 |
| Агрохимические свойства | Содержание элементов питания очень низкое |
| Общие физические свойства | Плотность более 1,4-1,5 г/см3, общая порозность менее 40% |
| Структура | Содержание агрономически ценных агрегатов менее 40% |
| Водные свойства и запасы влаги | Влажность, соответствующая ВЗ, водопроницаемость – ниже 30 мм/час |
| Воздушные свойства и состав почвенного воздуха | Порозность аэрации менее 15%. Содержание СО2 более 3%; О2 – менее 10-15% |
| Окислительно-восстановительные условия | ОВП (Eh) ниже 250 мВ |

4.2 ФАКТОРЫ ПРОДУКТИВНОСТИ ФИТОЦЕНОЗОВ И УРОЖАЙНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Атмосферные факторы. Обычно они рассматриваются вместе с космическими, как погодно-климатические: солнечная радиация, количество и распределение атмосферных осадков, сумма активных температур, годовой ход температур, длительность безморозного периода, относительная влажность воздуха, условия перезимовки растений, ветровой режим. К атмосферным факторам относится и состав атмосферного воздуха (углекислый газ, нитраты, аммиак, аэросуспензии и аэрозоли, водорастворимые соли и др.).

Солнечная радиация – основной источник тепла и света. Интенсивность радиации зависит от широты местности, характера подстилающей поверхности, облачности, времени суток, времени года. Наибольшие различия наблюдаются в приходе прямой солнечной радиации на северные и южные склоны. Южные – получают больше солнечной радиации по сравнению с прямой поверхностью, а северные – меньше.

Растения в процессе фотосинтеза усваивают только часть приходящей энергии солнца, которая называется фотосинтетически активной (ФАР). ФАР – световые лучи с длиной волны от 0,38 до 0,71 мкм. Часть ФАР, используемую растениями для фотосинтеза и выраженную в процентах, называют коэффициентом использования ФАР. По А.А. Ничипоровичу, посевы сельскохозяйственных культур по использованию ФАР можно разделить на следующие группы: обычные 0,5-1,5%; хорошие – 1,5-3,0; рекордные 3,5-5,0 и теоретически возможные – 6-8%. Величина ФАР зависит от широты местности и на территории России изменяется от 0,4-0,6 млн МДж/га в тундре до 2,5-2,9 млн МДж/га на Северном Кавказе.

По приходу ФАР производят расчеты потенциальной биологической урожайности. При коэффициенте использования ФАР 3% она составляет от 10-15 т/га в год в северной тайге до 30-35 т/га в год сухого вещества на Северном Кавказе. В тропиках возможная биологическая продуктивность при коэффициенте использования ФАР 3% может составлять 45-67 т/га в год.

Обеспеченность теплом. Кроме суммы активных температур воздуха, которая отличается от суммы активных температур почвы за период вегетации, на продуктивность агроландшафтов влияют адвективные, радиационные и адвективно-радиационные заморозки. Адвективные – обусловлены наступлением волны холода с температурой ниже 00С, радиационные – интенсивной отдачей тепла с поверхности в безветренные ясные ночи. Наиболее подвержены заморозкам отрицательные формы рельефа. Условия перезимовки растений определяются температурами воздуха и высотой снежного покрова.

Обеспеченность влагой. Кроме количества осадков и их распределения по месяцам большое значение имеет относительная влажность воздуха. Многие культуры, в частности чайный куст, виноград, требуют повышенной влажности воздуха – 60-80%.

Ветровой режим существенно влияет на урожайность культурных растений. При высоких скоростях ветра наблюдается полегание посевов, повреждение цветков и завязей плодовых и других растений. Суховеи действуют на транспирацию и фотосинтез растений, ухудшают качество и снижают урожай.

Литосферные факторы – рельеф, грунтовые воды, почвообразующие породы. Они влияют на растение не только опосредованно, через почву, но и прямо.

Рельеф – перераспределитель тепла и влаги. Он формирует микроклиматические условия. Разные элементы рельефа отличаются не только влажностью почв, но и влажностью приземного слоя воздуха. Различия в температурах разных форм рельефа могут достигать 3-50С, в длительности безморозного периода – 15-25 дней, в суммах температур в безморозный период – 150-2000С.

Почвообразующие породы. Глубина их залегания, карбонатность, засоленность, сложение учитываются при выборе участков под плодовые культуры. Установлено, что многие почвообразующие породы обладают плодородием. Например, эффективное плодородие лессов и лессовидных суглинков, аллювиальных отложений при внесении минеральных удобрений соизмеримо с плодородием гумусовых горизонтов черноземов. В.А. Ковда объясняет плодородие почвообразующих пород, как остаточное от древних стадий почвообразования.

Грунтовые воды. Глубина их залегания, степень минерализации, состав солей учитываются в мелиоративной практике при землеустройстве территорий. Эти показатели оказывают большое влияние на рост и развитие плодовых культур и являются ведущими при выборе участков под плодовые насаждения.

Литосферные факторы плодородия труднее поддаются или вообще не поддаются регулированию, поэтому их необходимо максимально учитывать в системах земледелия.

Биосферные факторы – эволюция фитоценозов, внутривидовая и межвидовая конкуренция, паразитизм, симбиоз, аменсализм и другие взаимоотношения в биоценозах оказывают значительное влияние на их продуктивность. Например, паразитарный комплекс Choristoneura murinana. В Европе гусеница этой бабочки наносит большой ущерб лиственнице. Аменсализм – это явление, состоящее в торможении роста одного вида (аменсала) продуктами выделения другого. Например, ястребинка (Hieracium pilosella) из семейства сложноцветных благодаря выделению корнями токсичных веществ вытесняет другие однолетние растения и образует чистые заросли на довольно больших площадях.

Антропогенные факторы прямого воздействия на растения оказывают влияние как на продуктивность естественных фитоценозов (пожары, загрязнение атмосферы токсикантами, вырубка леса и т.д.), так и на урожай культурных растений (вид растения, сорт, качество семян, севообороты, борьба с сорной растительностью, вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур, внекорневые подкормки и др.).

**5 МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

Для количественной оценки плодородия почв используют показатели, которые находятся в корреляционной связи с урожаем. Эти показатели объединены в три группы: агрофизические, биологические и агрохимические.

Агрофизические показатели плодородия почв представлены гранулометрическим и минералогическим составом, структурой, плотностью, порозностью, воздухоемкостью и мощностью пахотного слоя. К биологическим показателям относятся содержание, запасы и состав органического вещества почвы, активность почвенной биоты, фитосанитарное состояние почвы. Группу агрохимических показателей плодородия составляют содержание питательных веществ, реакция почвенной среды и поглотительные свойства почвы.

Показатели плодородия в большинстве случаев взаимосвязаны. Одни из них могут быть отнесены к основополагающим, которые определяют состояние всех почвенных процессов. К ним относятся гранулометрический и минералогический составы, органическое вещество и фитосанитарное состояние почвы. Другие показатели плодородия, такие, как активность почвенной биоты, агрофизические и агрохимические, в значительной мере являются производными от вышеназванных.

**6** **ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

Наряду с понятием «плодородие почвы» в агрономии широко используют термин «окультуривание почвы». Под окультуриванием понимают улучшение природных свойств почвы посредством применения агромелиоративных мероприятий. Наряду с этим выделяют понятие «окультуривание поля», связанное с культуртехническим воздействием на пахотные земли, увеличением размера контуров поля, выравниванием, удалением камней и т.д. с целью создания благоприятных условий для работы сельскохозяйственной техники.

В современном земледелии понятие «окультуривание почвы» применимо к вновь осваиваемым почвам с очень низким естественным плодородием (подзолистые, солонцы и др.), сильносмытым почвам при вовлечении в пахотный слой неплодородного подпахотного горизонта. В этих случаях, по существу, приходится не воспроизводить, а создавать плодородие. Такая же задача возникает при восстановлении почвы в местах горных или торфяных разработок. Поскольку на этих ландшафтах прежде были культурные плодородные почвы, их восстановление называется рекультивацией. По мере приобретения присущих обрабатываемым почвам свойств в последующем осуществляют воспроизводство плодородия окультуренных и рекультивированных почв.

При земледельческом использовании почвы ее плодородие снижается, поскольку для производства растениеводческой продукции расходуются органическое вещество и элементы минерального питания, ухудшаются условия водно-воздушного режима, фитосанитарное состояние, микробиологическая деятельность и т.д. поэтому возникает необходимость управления плодородием почвы в интенсивном земледелии. Оно основано на нормативно-технологической основе. Это означает определение оптимальных параметров показателей плодородия почвы в конкретных условиях производства и технологий воспроизводства оптимальных уровней плодородия.

Воспроизводство плодородия почвы бывает простое и расширенное. Возвращение почвенного плодородия к исходному первоначальному состоянию означает простое воспроизводство. Создание почвенного плодородия выше исходного уровня – это расширенное воспроизводство плодородия. Простое воспроизводство применимо для почв с оптимальным уровнем плодородия. Расширенное воспроизводство реализуется для почв с низким естественным уровнем плодородия, не способным обеспечить достаточную эффективность факторов интенсификации земледелия. Расширенное воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв – обязательное условие расширенного воспроизводства продукции земледелия вообще.

Управление плодородием почвы в современном земледелии должно осуществляться на основе соответствующих моделей. Модель плодородия почвы представляет собой сочетание экспериментально установленных показателей плодородия, находящихся в тесной корреляции с величиной урожая. Модель плодородия разрабатывается для конкретных почвенно-климатических и производственных условий выращивания сельскохозяйственных культур.

Воспроизводство плодородия почвы в современном земледелии осуществляют двумя способами: вещественным и технологическим. Первый предполагает применение удобрений, мелиорантов, пестицидов и т.д., второй – севооборота, промежуточных культур, различных приемов обработки почвы и способов посева и др. эти пути направлены на достижение единой цели, хотя механизм действия их различен.

Вещественные факторы воспроизводства оказывают наиболее сильное и многообразное воздействие на плодородие почвы. Технологическое воздействие не в состоянии компенсировать материальные потери почвенного плодородия; его эффект основан на мобилизации вещественных ресурсов почвы и краткосрочен. В итоге это приводит к снижению постоянных источников почвенного плодородия, хотя и обеспечивает кратковременный успех в повышении урожаев сельскохозяйственных культур.

Естественная основа теории воспроизводства плодородия почвы закон возврата – частное проявление всеобщего закона сохранения вещества и энергии.

Воспроизводство плодородия почвы начинают с определения оптимальных параметров модели плодородия. Модели плодородия строго дифференцированы в зависимости от природных условий хозяйства, специализации земледелия, экономического уровня производства.

Экспериментальное обоснование параметров плодородия конкретных земледельческих регионов позволяет дать объективную агрономическую оценку почвы. Это означает, что каждая модель плодородия почвы должна обеспечивать эффективное использование удобрений, специализированных севооборотов, современных ресурсосберегающих технологий обработки почвы, мелиораций, средств защиты растений.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. И.С. Кауричев, Н.П. Панов, Н.Н. Розов и др. Почвоведение. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.
2. Н.Ф. Ганжара. Почвоведение. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
3. Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.И. Пупонин и др. Земледелие. – М.: КолосС, 2004. – 552 с.
4. Р.С. Кираев, А.Х. Мукатанов, И.О. Чанышев. Почвенно-экологические основы землепользования в Республике Башкортостан. – Уфа: Изд-во БГАУ, 2004. – 342 с.
5. Р.С. Кираев. Рациональное использование пахотных земель Южного Урала (учебное пособие) – Уфа: Изд-во БГАУ, 2003. – 260 с.
6. И.К. Хабиров, В.Д. Недорезков, Ф.Х. Хазиев и др. Рекомендации по сохранению и повышению плодородия почв Республики Башкортостан. Уфа: БГАУ, 2000. – 164 с.