

Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского

**А.С. Кашин, Н.И. Старичкова**

## **ОСНОВЫ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Курс лекций и практических занятий: учебное пособие для студентов бакалавриата биологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 050100 «Педагогическое образование»

**Часть I. Основы почвоведения, земледелия и агрохимии**

Саратов 2014

УДК 631.4(075.8)

ББК 40.3я73

К31

**Кашин А.С., Старичкова Н.И.**

Основы сельского хозяйства. Курс лекций и практических занятий: учебное пособие для студентов бакалавриата биологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 050100 «Педагогическое образование» (профиль Биология). Саратов, 2014. 105 с.

В пособии изложены теоретические основы почвоведения, земледелия и агрохимии. В разделе «Почвоведение» описывается суть почвообразовательного процесса, характеризуются основные факторы почвообразования, даётся краткая характеристика основных свойств почвы. Приводится классификация типов почв, характеристика основных типов почв и почвообразовательного процесса, приводится описание типов почв Саратовской области.

В разделе «Земледелие с основами агрохимии» изложены теоретические основы земледелия. Рассмотрены его законы, принципы классификации сорных растений и меры борьбы с ними, причины чередования сельскохозяйственных культур, классификация севооборотов, приемы обработки почвы. Проведен анализ современного состояния агрохимической науки. Приведены классификация и основные типы минеральных и органических удобрений.

Для студентов бакалавриата биологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 050100 «Педагогическое образование».

Рекомендуют к печати:

Кафедра методики преподавания биологии и экологии и  
Учебно-методическая комиссия биологического факультета Саратовского  
государственного университета имени Н.Г.Чернышевского

Кандидат биологических наук В.А. Спивак

## Введение

Учебное пособие представляет собой сжатый курс лекций по дисциплине «Основы сельского хозяйства», читаемый в Саратовском государственном университете им. Н.Г. Чернышевского для студентов бакалавриата биологического факультета, обучающихся по направлению подготовки 050100 «Педагогическое образование». Первая часть пособия призвана помочь студентам в освоении материалов по разделам «Почвоведение» и «Земледелие с основами агрохимии».

В пособии в разделе «Почвоведение» описывается суть почвообразовательного процесса, характеризуются основные факторы почвообразования, даётся краткая характеристика свойств почвы, таких как морфологические признаки почвы, химический состав и поглотительные свойства, кислотность и водные свойства почвы. Приводится классификация типов почв, характеристика основных типов почв и почвообразовательного процесса. Особое внимание уделяется описанию типов почв Саратовской области.

В разделе «Земледелие с основами агрохимии» дается определение земли, как основного средства производства в сельском хозяйстве. Рационального использования земли можно достичь при правильном соотношении земельных угодий, наиболее выгодной для местных условий структурой посевных площадей и введением научно обоснованных севооборотов, повышением плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур. Эти вопросы излагаются в учении о системах земледелия и севооборотах. Методы повышения плодородия почвы делятся на три группы: физические, химические и биологические. Земледелие изучает и разрабатывает преимущественно физические (приемы и системы механической обработки почвы) и биологические (растения, микроорганизмы, севообороты) методы воздействия на почву. В соответствии с этим курс земледелия состоит из пяти основных глав: условия жизни сельскохозяйственных растений и их регулирование; сорные растения и борьба с ними; обработка почвы; учение о севооборотах; системы земледелия. Химические условия и способы повышения плодородия почвы с помощью удобрений изучаются в курсе агрохимии. Необходимо знание методов защиты растений, биологии насекомых-вредителей, возбудителей бактериальных и грибных болезней культурных растений. Только при этом условии средства химической защиты будут использованы эффективно.

В конце пособия приводится перечень лабораторно-практических работ по разделам «Почвоведение» и «Земледелие с основами агрохимии». Для лучшего усвоения материала даны вопросы для самостоятельной подготовки студентов, контрольные вопросы. При составлении настоящего пособия использован опыт чтения авторами лекций по курсу «Биологические основы сельского хозяйства», а также существующих учебных пособий по сельскому хозяйству для педагогических и сельскохозяйственных учебных заведений.

## Раздел I. ПОЧВОВЕДЕНИЕ

### Становление почвоведения как науки

Почвоведение – наука о почвах, их образовании, строении, составе и свойствах; – о закономерностях их географического распространения; – о процессах взаимосвязи с внешней средой, определяющих формирование и развитие главного свойства почв – плодородия; – о путях рационального использования почв в народном хозяйстве.

Почвоведение, как наука в нашей стране сформировалась в конце 19-го столетия. Наиболее известными русскими учеными считаются Докучаев В.В., Костычев П.А., Сибирцев Н.М., Вильямс В.Р.

Первое научное определение почвы было дано В.В. Докучаевым: почвой следует называть наружные горизонты горных пород, естественно измененные совместным воздействием воды, воздуха и различного рода организмов живых и мертвых. Основным свойством почвы является плодородие – это способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной деятельности и создания урожая.

Ученый почвовед и агроном Вильямс В.Р. говорил, что именно это качество почвы отличает ее от горной породы. Им дано определение почвы, как поверхностного горизонта суши земного шара, способного производить урожай растений.

Обладая свойством плодородия, почва является основным средством производства в сельском хозяйстве, характеризующееся следующими особенностями: незаменимостью, ограниченностью, неперемещаемостью. Эти особенности подчеркивают необходимость бережного отношения к почвенным ресурсам, заботе о повышении плодородия почв.

Развитие почв и формирование их плодородия тесно связано с сочетанием природных факторов почвообразования и влиянием человеческого общества. Особая роль в почвообразовании принадлежит живым организмам, прежде всего зеленым растениям и микроорганизмам. Из-за их воздействия осуществляются 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 горных пород).

Разнообразие почв в природе происходит из-за разнообразия климатических условий, растительности, горных пород, рельефа, различного возраста отдельных территорий. В разных местах географические закономерности распространения различных видов почв определяются разнообразием факторов почвообразования и связаны с зональными изменениями их, что выражается в вертикальной и горизонтальной зональности почв.

Почвоведение, как естественнонаучная дисциплина, соприкасается с фундаментальными науками: физикой, химией, математикой; с другой стороны – с естественными, сельскохозяйственными и экономическими науками: геология с минералогией, гидрогеография, геоботаника, биология, микробиология, биохимия, агрохимия, физиология растений, растениеводство, земледелие, а также землеустройство и сельскохозяйственная экономика. Наиболее важными разделами почвоведения являются: учение о формировании и развитии почвенного покрова; учение о плодородии почв и принципах его регулирования; свойства почвенной массы (физика почв, химия почв, биология почв); формы использования почвенного покрова (агрономическое, лесное, мелиоративное почвоведение); классификация почв – строится на использовании материалов всех разделов.

## Почвообразовательный процесс

Почвообразовательный процесс – биофизикохимическое явление. Это совокупность явлений превращения и передвижения веществ и энергии, протекающих в почвенной толще. В этом процессе участвуют живые организмы, продукты их жизнедеятельности, вода, кислород воздуха и углекислота.

### Слагаемые почвообразовательного процесса:

- превращение (трансформация) минералов горной породы, из которой образуется почва;
- накопление органических остатков и их постепенная трансформация;
- взаимодействие минеральных и органических веществ с образованием сложной системы органо - минеральных соединений;
- накопление (аккумуляция) в верхней части почвы биофильных элементов (элементов питания);
- передвижение продуктов почвообразования с током влаги в профиле формирующейся почвы.

В результате биологического круговорота веществ, почвообразующая порода непрерывно реагирует с растениями и животными, продуктами их жизнедеятельности, продуктами разложения органических остатков. Эти процессы вместе приводят к постепенному формированию почвы и составляют сущность почвообразовательного процесса.

**Факторы почвообразования.** Свойства почвы зависят от сочетания условий, при которых происходит почвообразовательный процесс. Главными факторами, влияющими на образование почв являются: почвообразующие породы, живые и отмершие организмы, климат, рельеф местности, возраст почв и деятельность человека.

**1. Почвообразующие (материнские) породы** оказывают большое влияние на состав и свойства почв. Минералогический состав, физические и химические свойства материнских пород определяют гранулометрический состав почв,

их физические свойства (водопроницаемость, влагоемкость, пористость), влияют на агрохимические свойства (карбонатность, засоленность, питательный режим почвы).

**2. Зеленые растения** определяют количество и состав органических остатков, служащих для образования гумуса, аккумулируют элементы зольного и азотного питания в верхних горизонтах почвы. Растения выделяют углекислый газ и органические кислоты, которые способствуют разложению минералов и воздействуют на водно-воздушный режим почвы, механически закрепляют верхний слой почвы, тормозят процессы эрозии.

**3. Микроорганизмы** – бактерии, грибы, водоросли, простейшие – первыми поселяются на материнской породе. Они усваивают атмосферный азот, разлагают органические остатки, переводя их в неорганические, до простых солей, доступных растениям. Микроорганизмы участвуют в образовании гумуса, разрушении и образовании многих минералов.

**4. Животные организмы** – обитающие в почве (черви, насекомые, землерои) также участвуют в почвообразовании. Они проделывают множество ходов, перемешивая почву, увеличивая ее пористость, делая более структурной, то есть животные улучшают физические свойства почвы.

**5. Климат** - осадки и температура определяют водный и тепловой режимы почвы. От этого зависят влажность почвы, скорость разложения органических остатков, скорость и характер разрушения минеральной части почвы, скорость и направление передвижения водорастворимых солей. Ветер, как элемент климата, вызывает физическое выветривание и ветровую эрозию; способствует засолению почв при переносе солей с поверхности соленых водоемов. Многолетняя мерзлота, как элемент климата, задерживает влагу, понижает температуру почвы, тормозит разложение органических остатков, вызывает заболачивание.

**6. Рельеф** оказывает большое влияние на распределение влаги и характер водного режима почв. Склоны в результате стока теряют влагу, а в низинах вода накапливается в избыточном количестве. Рельеф определяет степень эрозии почв – почвы сильнее разрушаются в условиях пересеченного рельефа. Рельеф влияет на тепловой режим – северные склоны получают меньше тепла, это отражается на водном режиме и характере растительности.

**7. Возраст почвы** – под этим фактором понимается время, в течение которого в данной местности идет почвообразовательный процесс.

**8. Деятельность человека** в настоящее время играет огромную роль в почвообразовании. Вырубка или посадка лесов, осушение или орошение, создание прудов и водоемов воздействует на водный режим. Лесные полосы и правильное возделывание сельскохозяйственных культур тормозят эрозию почв. Внесение удобрений, известкование и гипсование меняют химический состав почвы. Механическая обработка почвы вызывает изменение комплекса физических, химических и биологических свойств почвы. Неправильное проведение таких мероприятий приводит к заболачиванию, засолению, развитию процессов эрозии, резкому ухудшению физических и химических свойств почвы.

## Почвенный профиль

Различные процессы превращения веществ в почвообразующей породе вызывают разделение ее верхней части на различные генетические горизонты (слои). Генетическими горизонты названы потому, что образуются в процессе развития (генезиса) почвы. Генетические горизонты, идущие от поверхности почвы до материнской породы и последовательно сменяющие один другого называют почвенным профилем. Каждый почвенный профиль характеризуется определенным строением и мощностью. В свою очередь, каждый горизонт обладает определенными внешними признаками. Горизонты различаются цветом, структурой, сложением, имеют различный химический и гранулометрический состав. Каждый горизонт имеет свое название и буквенное обозначение. Горизонты обозначаются заглавными начальными буквами латинского алфавита с цифровыми или буквенными индексами.

Верхний горизонт обозначается буквой А, и в зависимости от почвообразовательного процесса, может разделяться на подгоризонты: гумусовый, гумусово-аккумулятивный, гумусово-элювиальный, так как в нем происходит не только накопление гумуса, но также разрушение и вымывание органических и минеральных соединений. Данный горизонт называется гумусово-элювиальный или вымываемый.

Следующий (средний) горизонт называется переходным или иллювиальным и обозначается буквой В. Это горизонт вмывания. Здесь накапливается значительная часть соединений, выносимых из верхних слоев. Горизонт В также может разделяться на подгоризонты в зависимости от накопления определенных химических соединений (карбонатов, солей железа и алюминия, гипса и т.д.).

Нижний горизонт – материнская порода, совсем не затронутая или в малой степени затронутая почвообразовательным процессом, обозначается буквой С.

Мощностью почвы называют толщину от поверхности до слабо затронутой почвообразованием материнской породы. При изучении почвы определяют мощность почвенного профиля в целом и отдельных его горизонтов, величину выражают в сантиметрах.

**Морфологические признаки почвы.** Основными морфологическими признаками, характеризующими почвенный профиль, являются: цвет, структура, сложение, гранулометрический состав, новообразования и включения.

**Цвет горизонта** - определяется теми соединениями, которые входят в его состав. Темный цвет (черный или серый) придают почве гумусовые вещества и соединения марганца. Светлый (белый или светло-серый) – окислы кремния, углекислые соли кальция и магния (известь и гипс),

водорастворимые соли и гидраты окиси алюминия. Окислы железа в зависимости от валентности и их концентрации окрашивают горизонты в желтый, охристый, коричневый или буро-красный цвет. Пурпурная окраска показывает высокое содержание свободных окислов марганца, сизая – показатель глея. Глеевый процесс характеризуется переходом окисных соединений в закисные в условиях пониженных температур и избыточного увлажнения. Бурая окраска также образуется при смешении красной, желтой, белой и черной в различных соотношениях, поэтому она наиболее распространена.

**Структурой** почвы называют отдельные части и куски (отдельности или агрегаты) на которые распадается почва при механическом воздействии. В зависимости от величины и формы отдельностей выделяют три основных типа структуры.

1. Кубовидная – отдельности равномерно развиты по трем взаимоперпендикулярным осям.
2. Призмовидная – отдельности развиты преимущественно по вертикальной оси.
3. Плитовидная – отдельности развиты по двум горизонтальным осям и укорочены в вертикальном направлении.

Каждый тип в зависимости от характера ребер, граней и размера подразделяется на более мелкие единицы.

Под **сложением** понимают степень плотности, пористости и трещиноватости почв. Отдельности различным образом прилегают друг к другу и образуют слитую массу или массу с пустотами внутри. По степени плотности выделяют рассыпчатое, рыхлое, плотное и очень плотное (слитое) сложение. Сложение определяет аэрацию и водопроницаемость почвы. Наиболее благоприятным является рыхлое сложение, при котором создается наиболее благоприятное сочетание водного, воздушного и питательного режимов почвы.

Под **гранулометрическим составом** почвы понимается соотношение частиц различного размера. Глинистыми частицами считаются частицы мельче 0,01мм; песчаные частицы – крупнее 0,01мм. Кроме того, частицы крупнее 1мм называют скелетной частью почвы, а меньше 1 мм – мелкоземом. Относительное содержание частиц различной величины показывает гранулометрический состав почвы. Его выражают в весовых процентах высушенной при температуре плюс 105С почвы. В зависимости от соотношения частиц разных фракций выделяют почвы различного гранулометрического состава: песок может содержать от 0 до 10% глинистых частиц; супесь – от 10 до 20%; суглинок может содержать от 20 до 60% глинистых частиц и соответственно от 80 до 40% песчаных и в зависимости от соотношения этих частиц, подразделяется на легкий (20-30% глинистых и 80-70 песчаных) , средний (30-45% и 70-65% соответственно) и тяжелый (45-60% и 55-40% соответственно); глина содержит более 60% глинистых частиц и также подразделяется на легкую, среднюю (более 70%) и тяжелую (более 80%).



**Новообразованиями** называют соединения, которые появляются в почве в результате почвообразовательного процесса. Они различаются по форме: прослойки – скопление вещества в виде тонкого слоя; конкреции – скопления вещества округлой формы; трубочки и прожилки – скопления вещества в корневых ходах и трещинах; пятна – выделения вещества на поверхности почвы; потеки – пятна с языками, уходящими в глубь почвы. По составу различают химические и биологические новообразования. К химическим относятся карбонаты кальция и магния, гипс, легкорастворимые соли, гидроокись железа и алюминия, кремнезем, гумус и др. Биологическими новообразованиями являются ходы червей, кротов, сусликов, отпечатки корней на поверхности отдельных комков почвы. С помощью новообразований устанавливают направленность почвообразовательного процесса.

**Включения** – это соединения, которые не являются следствием почвообразовательного процесса и находятся в почве в силу иных причин. Наиболее распространенными включениями являются остатки горных пород в виде валунов, гальки или гравия, обломки известковых пород, кости животных; возле жилья людей – остатки битой посуды и кирпичей. Часто включения мешают обработке почвы, поэтому их изучение обязательно при исследовании и описании почв.

**Характер переходов между горизонтами** в почвенном профиле, форма границ горизонтов и степень их отчетливости имеют важное значение и также служат морфологическим признаком почвы.

По форме выделяют следующие основные типы границ между почвенными горизонтами:

*ровная граница* характерна для большинства почв, особенно в нижних горизонтах;

*волнистая граница* часто бывает внизу гумусового горизонта в лесных почвах;

*карманная граница* обычна для нижней части гумусового горизонта степных почв; расстояние между карманами различное, но обычно имеется два кармана на 1 м длины;

*языковатая граница* также часто бывает в нижней части гумусового горизонта степных почв;

*затечная граница* отмечается тогда, когда отношение глубины затеков к их ширине превышает пять раз;

*размытая граница* встречается в почвах с сильно выраженным элювиальным процессом.

По степени выраженности характера перехода между горизонтами выделяют следующие виды:

*резкий переход* – граница между соседними горизонтами прослеживается четко и не превышает 2 см;

*ясный переход* – граница обнаруживается в профиле отчетливо и лежит в пределах 2-5 см;

*постепенный переход* – граница может быть установлена лишь с неопределенностью более 5 см.

Граница между горизонтами может быть выделена по окраске, плотности, гранулометрическому составу, по наличию новообразований и включений. Таким образом, изменение какого-то одного существенного морфологического признака по вертикали служит показанием для выделения соответствующего горизонта и подгоризонта.

**Описание почвенного профиля.** При изучении почвенного профиля описывают морфологические признаки каждого горизонта в следующей последовательности: буквенно-цифровой индекс и мощность горизонта в см, цвет, влажность, структура, сложение, гранулометрический состав, новообразования, включения, наличие и характер корневых систем и ходов землероев, особенности границ и мощность перехода между горизонтами.

### **Химический состав и свойства почвы**

В состав твердой части почвы входят различные вещества, которые разделяют на органические и минеральные. К минеральным веществам относятся различные минералы, к органическим – гумус, неразложившиеся или частично разложившиеся органические остатки. В составе почвы содержится много химических элементов, но большая часть их находится в малых количествах. Наиболее распространенные – это углерод, кислород, водород, азот, кремний, алюминий, железо, кальций, магний, калий, натрий, сера, фосфор, титан и марганец. Большинство элементов встречается в составе как органической, так и минеральной части. Только углерод и азот не входят в минеральную часть, а являются компонентами органических или органо-минеральных соединений. Химические свойства почвы изучают, определяя следующие показатели: валовой химический состав; содержание питательных элементов в подвижных (доступных для растений) формах; емкость поглощения и состав поглощенных катионов; химическая реакция почвы; количество и состав легкорастворимых в воде солей. Такой анализ проводится для того, чтобы 1) определить направленность почвообразовательного процесса; 2) изучить агрохимические свойства почвы для мероприятий по повышению их плодородия.

**Валовой химический состав** – это элементарный химический состав минеральной и органической частей почвы, содержание в почве углекислого газа и химически связанной воды. При изучении полного валового состава определяют наиболее распространенные в почве химические элементы. Из этого числа преобладающими являются кремний, алюминий и железо, поэтому иногда ограничиваются данными по их количеству. Определение валового состава не предусматривает изучение форм, в которых встречается тот или иной элемент, а дает только общее его содержание.

**Содержание питательных веществ** – основными элементами, необходимыми для питания растений являются азот, фосфор, калий, кальций,

магний, сера, железо, углерод, кислород, водород. Часть из них присутствует в почве в большом количестве, другая – в незначительном. Содержание любого элемента в разных почвах различно, это зависит от условий образования почв. Чаще всего растения испытывают недостаток в азоте, фосфоре и калии. Степень обеспеченности растений питательными веществами зависит не только от содержания их в почве, но и от формы соединений, в которых они находятся. Различные соединения по-разному могут усваиваться растениями. Доступными для растений являются поглощенные формы и растворимые в воде соединения. Валовое содержание этих элементов колеблется от 1 до 5%, резко увеличиваясь при внесении удобрений.

Кроме указанных элементов, которые называют макроэлементами, в состав почвы входят микроэлементы, которые содержатся в незначительном количестве. К ним относятся в первую очередь бор, молибден, медь кобальт и цинк. Микроэлементы принимают участие во многих биохимических процессах. При недостатке или избытке их происходит нарушение обмена веществ, что отрицательно сказывается на развитии растений, величине и качестве урожая. Содержание микроэлементов в почвах зависит главным образом от их количества в материнских породах, некоторые могут попасть в почву с газами из атмосферы, с ядохимикатами, с удобрениями. Валовое содержание микроэлементов измеряется миллиграммами или долями миллиграмма в 1 грамме почвы.

### **Почвенные коллоиды**

Почвенными коллоидами называют органические и минеральные частицы, имеющие размер меньше 0,0001мм и обладающие поэтому определенными свойствами.

Образуются почвенные коллоиды двумя путями:

- 1) диспергацией (раздроблением) более крупных частиц, это происходит при выветривании песчаных, пылеватых и илистых частиц;
- 2) конденсацией (укрупнением) молекул, это осуществляется благодаря реакции поликонденсации и полимеризации низкомолекулярных органических соединений.

Гумус является сложным комплексом органических веществ, находящихся в коллоидном состоянии. Среди механических элементов почвы также выделяют коллоидные частицы. Поэтому среди почвенных коллоидов различают минеральные, органические и органо-минеральные. Количество коллоидов в разных почвах различно и зависит от содержания гумуса и гранулометрического состава: чем больше гумуса и чем тяжелее почва, тем больше в ней коллоидов. Коллоидная частица имеет определенное строение, заряд и может удерживать катионы и анионы. Внутри каждой частицы находится ядро, состоящее из массы недиссоциированных молекул какого-либо вещества. Вокруг ядра расположено несколько слоев ионов,

несущих определенный заряд. Внутренний слой ионов неподвижен, ионы прочно связаны с ядром, называется потенциал определяющий слой. Ядро с внутренним слоем образует гранулу. За ним следует слой компенсирующих ионов, знак заряда у них противоположный заряду ионов внутреннего слоя. Внутренняя часть слоя компенсирующих ионов неподвижна, внешняя может отходить от внутреннего слоя на значительное расстояние, образуя диффузный слой. Ионы диффузного слоя могут замещаться катионами, находящимися в почве. Между зарядами слоя потенциалопределяющих ионов и слоя компенсирующих ионов создается определенная разность потенциалов, называемая дзета-потенциалом. Знак заряда коллоидной частицы определяется зарядом потенциалопределяющего слоя так как его сумма зарядов выше, чем сумма зарядов слоя компенсирующих ионов.

Основная масса почвенных коллоидов имеет отрицательный заряд. Некоторые коллоиды способны менять знак заряда в зависимости от реакции среды. Заряд коллоидной частицы измеряется в милливольтгах (мВ) и колеблется от 5 до 40 мВ.

Коллоидная частица может быть окружена водной оболочкой, такие коллоиды называются гидрофильными. Коллоиды, лишенные водной оболочки, называются гидрофобными.

### **Поглотительная способность почвы**

Поглотительной способностью называется способность почвы поглощать газы, пары и растворенные в воде соединения. Учение о поглотительной способности почвы разработано К.К.Гедройцем, им выделено пять видов поглощения:

#### ***1. Механическая поглотительная способность.***

Способность почвы, как пористого тела, задерживать фильтрующиеся через нее вещества, называют механической поглотительной способностью. При этом задерживаются частицы, диаметр которых больше диаметра пор в почве. Величина поглощения зависит от гранулометрического состава почвы: чем тяжелее почва, тем тоньше диаметр пор, тем выше механическое поглощение. Такое поглощение предотвращает вымывание из почвы илистых и коллоидных частиц, способствует формированию новых пойменных почв.

#### ***2. Физическая (молекулярная) поглотительная способность.***

Под физической поглотительной способностью понимают увеличение концентрации молекул растворенного вещества в слое раствора, окружающем почвенные коллоиды. Путем физического поглощения в почве могут накапливаться пары воды и различные газы. Более сильно поглощается вода и аммиак, менее - углекислый газ, совсем слабо - кислород и молекулярный азот. Количество веществ, физически поглощенных почвой невелико, но имеет достаточно большое практическое значение.

#### ***3. Обменная (физико-химическая) поглотительная способность.***

Способность почвенных коллоидов обменивать ионы диффузного слоя на ионы почвенного раствора называют обменным поглощением. В реакции обмена участвуют катионы, так как почвенные коллоиды заряжены в основном отрицательно и в диффузном слое находятся положительные ионы. Обменное поглощение всегда строго эквивалентно. Сумма всех катионов, находящихся в диффузном слое почвенных коллоидов и способных к обмену, называется емкостью поглощения и выражается в миллиграмм-эквивалентах на 100 грамм почвы. Благодаря этому виду поглощения в почве удерживается от вымывания значительная часть катионов – Ca, Mg, K, NH, вносимых в виде минеральных удобрений или освобождающихся при разложении органических остатков. Следовательно, чем выше величина обменного поглощения, тем больше в почве запас питательных веществ и лучше протекают почвенные процессы.

### ***3. Химическая поглотительная способность.***

Химической поглотительной способностью называют способность почвы образовывать труднорастворимые в воде или почвенном растворе соединения, образующиеся в результате чисто химических реакций. При внесении в почву, богатую известью, растворимых фосфорных удобрений, происходит химическая реакция с образованием труднорастворимой соли кальция, которая выпадает в осадок. Такая же реакция происходит при взаимодействии водорастворимых форм фосфора с железом и алюминием. В почве накапливаются фосфаты, недоступные для растений, которые являются балластом. Доступными для растений они становятся только при изменении реакции среды. Таким образом химическое поглощение играет и отрицательную роль.

### ***4. Биологическая поглотительная способность.***

Способность почвы накапливать в результате жизнедеятельности растений и микроорганизмов зольные элементы и азот называют биологической поглотительной способностью. Биологическим путем поглощаются в разной степени все элементы, необходимые для растений – K, P, N, S, Ca и другие. При этом элементы питания, не поглощаемые или плохо поглощаемые физико-химически задерживаются и накапливаются в верхней части профиля. Особенно роль биологического поглощения сказывается в поглощении нитратов, которые химическим или иным путем не задерживаются в почве.

## **Кислотность, щелочность и буферность почвы**

Большинство растений для развития требует нейтральной или слабокислой реакции среды, поэтому необходимо знание источника образования и мер борьбы с излишней кислотностью и щелочностью почв.

Различают две формы кислотности почвы: актуальную (активную) и потенциальную. Актуальной называют кислотность почвенного раствора. Ее величина зависит от количества органических и минеральных кислот в

растворе. Выражают актуальную кислотность величиной водного рН. Реакция почвенного раствора определяется концентрацией в ней ионов водорода  $H^+$  и гидроксила  $OH^-$ . Концентрация ионов водорода в чистой воде, имеющей нейтральную реакцию, равна  $10^{-7}$  г/л  $H^+$ . По степени кислотности (величине рН) почвы делят на следующие группы: сильнокислые – рН менее 4,5; кислые - рН равна 4,6 – 5,5; слабокислые – рН равна 5,6 – 6,0 и нейтральные – рН в интервале 6,1 – 7,0. Потенциальной кислотностью называют кислотность почвы, проявляющуюся при взаимодействии ее с нейтральными или гидролитически щелочными солями. Эта форма кислотности обусловлена наличием ионов  $H^+$  и  $Al^{3+}$ , находящихся в поглощенном состоянии в почвенном поглощательном комплексе. Обменная кислотность может быть выражена величиной рН или содержанием ионов водорода и алюминия в миллиграмм - эквивалентах на 100 грамм почвы.

**Источники кислотности почвы.** Главным источником кислотности являются фульвокислоты, образующиеся при разложении растительных остатков. В естественных условиях большое количество таких кислот образуется при разложении хвойной и моховой растительности. Поэтому кислотность в почвах зон хвойных лесов всегда выше при одинаковых других условиях, чем в почвах зон лиственных лесов или лугов. В почве также имеются и другие органические кислоты – масляная, уксусная. При растворении углекислого газа в воде в почве образуется угольная кислота. При выветривании горных пород и минералов могут образовываться и сильные минеральные кислоты – серная и соляная. Источником кислотности в условиях сельскохозяйственного производства являются вносимые в почву физиологически кислые минеральные удобрения.

Повышенная кислотность угнетает или полностью подавляет деятельность полезных микроорганизмов – нитрификаторов и азотофиксаторов. При повышенной кислотности происходит закупоривание сосудов в корневых волосках. В кислых почвах происходит разрушение структуры. Все это вызывает резкое ухудшение водно-воздушных свойств и питательного режима почвы.

Основной мерой борьбы с избыточной кислотностью является известкование почв, при этом почва насыщается кальцием, а образующаяся угольная кислота распадается на углекислый газ и воду.

**Щелочность почвы.** К почвам с щелочной реакцией относят такие, у которых рН водного раствора превышает 7. В зависимости от величины рН различают слабощелочные (7,1 – 7,5), щелочные (7,6 – 8,5) и сильнощелочные (более 8,5). Щелочная реакция почвы создается при взаимодействии поглощенного натрия угольной кислотой или углекислыми солями с образованием в итоге гидроксида натрия, величина рН может достигать до 9-10. Щелочность вызывает углекислый кальций, который при взаимодействии с водой в присутствии углекислого газа образует бикарбонат кальция, величина рН достигает 8-8,5. Щелочная среда приводит к разрушению коллоидной части почвы, ее структуры и резкому ухудшению физических свойств, подавляется деятельность микроорганизмов,

ухудшается питательный режим почвы. Для уменьшения щелочности проводят гипсование почвы. При этом происходит замена поглощенного натрия на кальций с образованием сернокислого натрия, который является физиологически нейтральной солью и безвреден для растений. При выпадении атмосферных осадков или поливе эта соль растворяется и вымывается вниз по профилю.

**Буферность почвы.** Способность почвы противостоять резкому смещению реакции почвенной среды при внесении кислых или щелочных солей называется буферностью. Буферность может проявляться по отношению как к кислым, так и к щелочным солям. Смещению реакции в кислую сторону почва противостоит благодаря поглощенным катионам кальция, магния, натрия и калия. Смещению реакции в щелочную сторону противостоят поглощенный водород и алюминий. Характер буферности зависит от состава поглощенных катионов, а величина ее – от величины емкости поглощения. Значение буферности состоит в том, что она предотвращает резкие сдвиги рН почвы при использовании физиологически кислых или щелочных удобрений.

## Водные свойства почвы

Жидкая фаза почвы представлена водой и растворенными в ней соединениями, присутствующими благодаря наличию в почве пористости. Количество влаги определяется гранулометрическим составом почвы, содержанием гумуса. Чем легче почва по гранулометрическому составу, тем больше просачивается влаги. Чем структурнее почва, чем богаче гумусом, тем больше воды удерживается ею. Большое влияние на поступление воды в почву оказывает также характер рельефа и растительности.

**Источниками воды в почве служат:**

- главным источником является вода атмосферных осадков, выпадающих в жидком или твердом виде;
- источником является парообразная влага припочвенных слоев атмосферы, конденсирующаяся при понижении температуры; этот источник имеет большое значение в районах с сухим континентальным климатом;
- источником могут служить грунтовые воды, если они залегают на сравнительно небольшой глубине – не более пяти метров от поверхности.

Поступая в почву, вода разделяется на отдельные формы и становится в разной степени доступной для растений. Различают три вида влаги: **парообразную, связанную и свободную. Парообразная** – вода, находящаяся в почвенном воздухе в виде водяного пара. Она присутствует в почве в небольшом количестве и свободно перемещается внутри почвы. Способность почвы поглощать и связывать частицы парообразной воды называется **гигроскопичностью** почвы. Поглощенная поверхностью твердых частиц парообразная влага переходит в **связанную** воду. Тонкая водная пленка,

состоящая из нескольких слоев молекул воды, окружает каждую частицу почвы. Такая вода прочно связана с почвой силами молекулярного притяжения. Максимальное количество воды, которое почва может прочно удержать поверхностью своих частиц, называется максимальной гигроскопической. Гигроскопическая вода не способна к передвижению, не растворяет веществ, легко растворимых в свободной воде, и не может быть использована растениями. Величина ее составляет «мертвый» запас влаги в почве. Большое количество связанной воды содержат тяжелые и хорошо гумусированные почвы.

Последующие слои молекул воды удерживаются почвой с меньшей силой, это рыхло связанная вода, которую называют пленочной. По мере отдаления слоев молекул воды от поверхности частицы, притяжение их ослабевает, вода переходит в свободное состояние.

**Свободной** называется вода, заполняющая связанные между собой поры и капилляры почвы и удерживаемая в них капиллярными и гравитационными силами. Свободная вода может быть твердой при отрицательных температурах и жидкой при положительных температурах. Свободная жидкая вода состоит из капиллярной и гравитационной.

Разные формы воды по-разному доступны растениям. Парообразная вода непосредственно растениями не усваивается, но переходит в другие формы, которые используются растениями. Связанная вода очень прочно связана с почвой и недоступна для растений. Все виды свободной воды легкодоступны для растений и составляют ее продуктивный запас. Капиллярная вода заполняет мелкие поры между почвенными частицами и слабо удерживается ими, такая вода подвижна и доступна для растений. Гравитационная вода заполняет более крупные поры и является наиболее доступной для растений, но она под влиянием силы тяжести быстро стекает вниз по профилю и поэтому в жизни растений играет ограниченную роль.

Наличие в почве тех или иных форм воды и их соотношение зависит как от количества поступающей в почву воды, так и от водных свойств самой почвы.

Главные водные свойства почвы: **влагоемкость, водопроницаемость, водоподъемная способность или капиллярность и испаряющая способность.**

Количество воды, которое почва может удерживать в себе, называется **влагоемкостью** почвы. Наибольшее количество влаги, которое может находиться в почве при полном заполнении всех пор водой, называется полной или наибольшей влагоемкостью. Общее количество воды, содержащееся в данное время в почве, называется **влажностью** почвы. Количество воды (величина влажности) выражается в процентах к весу абсолютно сухой почвы.

**Влажность** – величина непостоянная, в одной почве может колебаться от полной влагоемкости в дождливое время до малых величин в период засухи.



**Водопроницаемостью** называется способность почвы впитывать и пропускать воду из верхних слоев в нижние. Этот процесс складывается из составляющих: поглощение воды почвой, прохождение воды от слоя к слою и фильтрации воды сквозь толщу почвы. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структурности, наличия перегнойных веществ и степени увлажнения почвы. Песчаные и супесчаные почвы более проницаемы для воды, чем глинистые и суглинистые. В структурных почвах по сравнению с бесструктурными водопроницаемость лучше. Насыщение почвы влагой постепенно уменьшает водопроницаемость.

**Водоподъемной способностью** или **капиллярностью** почвы называется ее способность поднимать по капиллярам влагу из нижних горизонтов в верхние. Скорость и высота подъема зависят от величины капилляров, следовательно, от гранулометрического состава и структурности почвы. В глинистых почвах подъем воды по капиллярам происходит медленно, но на большую высоту. В песчаных почвах подъем воды идет быстрее, но на меньшую высоту. В бесструктурных почвах по сравнению со структурными вода быстрее передвигается по капиллярам и испаряется в атмосферу. Благодаря водоподъемной способности растения используют влагу нижних слоев почвы.

**Водный режим почвы** представляет совокупность явлений поступления влаги в почву, передвижение ее, изменение физического состояния и расхода из почвы. Определяется водный режим почвы балансом влаги и зависит от прихода и расхода воды.

Сопоставляя данные о влажности почвы на протяжении всего вегетационного периода с результатами фенологических наблюдений за растениями на школьном учебно-опытном участке, можно объяснить структуру урожая, динамику его накопления в связи с водным режимом почвы и выявить другие закономерности.

## Классификация почв

Классификацией почв занимались многие ученые почвоведы, поэтому существует несколько различных классификаций. В настоящее время приняты следующие классификационные (таксономические) единицы: тип, подтип, род, вид, разновидность, помимо этого выделяют разряд почвы.

**Тип** – группа почв, сформировавшихся в одинаковых природных условиях, под воздействием одинаковых процессов и имеющих профиль из однотипных взаимосвязанных генетических горизонтов (пример: типы – черноземы, сероземы, каштановые почвы, дерново-подзолистые и др.).

**Подтип** – выделяется в пределах типа; это группы почв, различающихся проявлением основного и налагающего процессов почвообразования и являющиеся переходными ступенями между типами (пример: дерново-подзолистые и дерново-подзолистые глеевые, черноземы типичные, оподзоленные, выщелоченные и др.).

**Род** – выделяют в пределах подтипа, их особенности обусловлены влиянием местных условий: составом почвообразующих пород, химическим составом грунтовых вод и т.д. (пример: чернозем выщелоченный на карбонатных породах; чернозем южный солончаковый).

**Вид** – выделяют в пределах рода и отличаются по степени развития любого почвообразовательного процесса (степени подзолистости, содержанию и степени гумусированности и др. (пример: дерново-среднеподзолистая почва, чернозем типичный мощный, тучный).

**Разновидность** – характеризует гранулометрический состав верхнего горизонта почвы (пример: супесчаная или тяжелосуглинистая).

**Разряд** – отражает происхождение материнской породы, на которой образовалась почва (делювиальный суглинок).

Полное название дается с учетом всех таксонометрических единиц, например: чернозем обыкновенный карбонатный среднемошный, слабогумусированный легкосуглинистый на делювиальном суглинке.

На территории нашей страны выделяют следующие основные типы почв: тундрово-глеевые, подзолистые, дерново-подзолистые, дерново-карбонатные, болотные, болотно-подзолистые, серые лесные почвы, черноземы, каштановые почвы, бурые почвы, серо-бурые, солонцы, солончаки, солоди, сероземы, красноземы и желтоземы.

Все почвы имеют определенное географическое распространение, которое подчиняется закону горизонтальной зональности почв, сформулированному В.В. Докучаевым. Суть данного закона следующая: факторы почвообразования, в первую очередь растительность и климат, зональны; взаимоотношение зонально расположенных факторов вызывает определенное, зональное распределение почв. Такое расположение является основой для выделения почвенно-географических единиц, основными единицами являются **зона, подзона, провинция**. **Почвенная зона** – территория, на которой преобладает почвенный тип или сочетание типов (пример: черноземная зона, лесостепная зона). **Подзона** – часть зоны, на которой господствует определенный подтип почвы (пример: черноземная зона, подзона выщелоченных черноземов). **Почвенной провинцией** называют часть зоны или подзоны, которая несколько отличается по климату, рельефу или другим факторам от всей зоны с запада на восток. Почвы провинции являются характерными для зоны в целом, но имеют и свои отличительные свойства. На территории нашей страны выделяют девять почвенных зон, сопряженных с растительными: тундровая, таежно-лесная (лесолуговая), лесостепная, черноземно-степная, зона сухих степей, зона пустынных степей, зона пустынь, зона сухих субтропиков, зона влажных субтропиков.

## **Характеристика основных типов почв и процессов почвообразования**

В пределах тундры наиболее распространенными являются тундровые глеевые почвы, формирующиеся на суглинистых и глинистых породах. Они имеют следующее строение профиля: горизонт  $A_0$  – торфяная подстилка,  $A_1$  – грубо-гумусовый аккумулятивный горизонт темно-серого цвета, мощностью 2-6 см, за ним располагается глеевый горизонт G - грязно-серого цвета с синим оттенком и отдельными ржавыми пятнами. Постепенно глеевый горизонт переходит в породу. Иногда горизонт  $A_1$  отсутствует, тогда глеевый горизонт залегает непосредственно под подстилкой. Реакция этих почв кислая или сильнокислая.

В таежно-лесной зоне протекают три процесса почвообразования: болотный, подзолообразовательный и дерновый. В результате формируются следующие типы почв: подзолистые, дерново-подзолистые, дерновые, болотные, болотно-подзолистые и мерзлотно-таежные.

**Болотный процесс.** Болотный процесс почвообразования возникает в результате избыточного увлажнения почвы. Содержание влаги за вегетационный период приближается к полной влагоемкости почвы. Содержание атмосферного кислорода в почве падает почти до полного его исчезновения. При недостатке кислорода ухудшаются условия разложения органических остатков, преобладают анаэробные процессы. Начинается накопление торфа над поверхностью минеральной части почвы. Двухвалентное железо вступает в реакцию с кремнеземом и глиноземом, образуя алюмоферрисиликаты зеленовато-голубоватого цвета. Этот процесс получил название оглеение. Большое влияние также оказывает бессистемная сплошная вырубка лесов, бессистемное использование пастбищ, которое вызывает уплотнение почвы, разрушение дернины, поселение мхов и длительное застаивание воды на поверхности пастбища или луга. Под действием низких температур анаэробный процесс затухает, с наступлением тепла вновь усиливается. Периодичность анаэробного процесса и бедность микрофлоры в заболоченных и болотных почвах вызывают замедление гумификации и минерализации органических остатков растений и накопление торфа. Крайней стадией заболачивания является возникновение торфяно-глеевой почвы. Типичные болотные почвы состоят из двух горизонтов различной мощности: торфяного, залегающего на поверхности почвы и глеевого, затрагивающего минеральную часть почвы. Торфяной горизонт сверху имеет лесную подстилку  $A_0$ , далее может разделяться на подгоризонты в зависимости от степени разложения торфа. Каждый подгоризонт имеет свою окраску, переходящую от бурого цвета к черному, когда степень разложения торфа превышает 50%.

Болотные почвы в разной степени имеются в большинстве почвенных зон страны. В зоне тундры это преобладающий тип почв, большое количество их и в лесолуговой зоне. Наиболее распространены болотные почвы в районах хвойных и затем смешанных лесов. Обширные площади болотных почв имеются в Сибири и на Дальнем Востоке. В Европейской части болотные почвы наиболее распространены в западных, северо-западных и северных областях.

**Подзолообразовательный процесс.** Подзолистые почвы образуются под пологом хвойного леса. Под подзолообразовательным процессом понимается разрушение минералов в верхней части профиля за счет низкомолекулярных органических кислот растительной подстилки ( $A_0$ ) с перераспределением и выносом продуктов разрушения вниз по профилю. Для проявления подзолообразования необходимо два условия: промывной тип водного режима и отсутствие в почве карбонатов. При разложении органических остатков образуются органические высокомолекулярные фульвокислоты и низкомолекулярные – щавелевая, уксусная, лимонная. Часть кислот нейтрализуется имеющимися в почве основаниями, но большая часть остается в почве и реагирует с ее соединениями, образуя различные растворимые соли, которые вымываются вниз по профилю. При этом разрушается как органическая, так и минеральная часть почвы, в верхней части остается окись кремния как нерастворимое соединение, что придает горизонту белесую окраску и формируется горизонт  $A_2$  – элювиальный, подзолистый.

Строение профиля подзолистых почв следующее:  $A_0$  – лесная подстилка мощностью 3-5 см, рыхлая, состоит из частично разложившейся хвои с примесью кусочков коры и шишек.  $A_1$  – гумусовый горизонт маломощных – менее 5 см, обычно это хорошо разложившаяся нижняя часть подстилки или окрашенная гумусными веществами верхняя часть горизонта  $A_2$ .  $A_2$  – подзолистый или элювиальный (вымываемый) горизонт, белесый, бесструктурный или пластинчатой структуры с редкими новообразованиями железа в нижней части; резко переходит в нижележащий горизонт. В – иллювиальный или вмываемый; бурый или коричнево-бурый, с большим количеством новообразований железа в виде пятен или точек; очень плотной, глыбистой или ореховатой структуры. По мощности различный, может часто подразделяться на подгорizontы. В следующий горизонт переходит постепенно. С – материнская порода. Таким образом для подзолистых почв характерны отсутствие ясно выраженного гумусового горизонта и четное разделение профиля на подстилку, подзолистый горизонт и иллювиальный горизонт ( $A_0$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ , В и С). Реакция почвы кислая – рН водной вытяжки обычно ниже 4 – 4,5, питательные элементы в доступной для растений форме содержатся в незначительном количестве.

При разложении опада смешанного леса, лиственного леса, наземной массы и корней травянистой растительности также идет подзолообразовательный процесс, но более ослабленный. При разложении травянистой биомассы образуется меньше фульвокислот, чем при разложении хвои, но количество их превышает содержание гуминовых кислот, качественный состав гумуса неблагоприятный и почвы будут называться дерново-подзолистыми.

**Дерновый процесс.** Накопление гумуса происходит под воздействием травянистой растительности. Травы имеют хорошо разветвленную корневую систему, которая густо переплетает верхнюю часть профиля, разделяет почвенную массу на отдельные колючки. В процессе развития по корням

перемещаются питательные вещества в зону максимального распространения корней и в надземную травянистую массу. После отмирания растений и разложения органических остатков питательные элементы накапливаются в почве. Наибольшее развитие дерновой процесс получает под хорошо развитой травянистой растительностью в условиях нейтральной или близкой к ней среды.

**Строение дерново-подзолистых почв:**  $A_0$  – лесная подстилка, перемешанная с травянистым войлоком 3-5 см;  $A_1$  – гумосовый горизонт серого или светло-серого цвета, переплетенный корнями растений 15-18 см, в следующий горизонт переходит резко;  $A_2$  – элювиальный подзолистый, белесый, бесструктурный или пластинчатой структуры, может содержать новообразования железа, в следующий горизонт переходит ясно; В – иллювиальный коричнево-бурый, очень плотный с большим количеством новообразований железа, в следующий горизонт переходит постепенно; С – материнская порода, вид и свойства зависят от ее происхождения. Характерная черта таких почв – наличие гумусового и подзолистого горизонтов в верхней части профиля.

**Дерново-карбонатные почвы** формируются в таежно-лесной зоне на известковых и других карбонатных породах. Из-за большого количества карбонатов (в основном кальция и магния) подзолообразовательный процесс не развивается, так как образующиеся кислоты нейтрализуются, преобладает дерновый процесс. Почвенный профиль имеет следующее строение:  $A_0$  – лесная подстилка или травянистый войлок небольшой мощности – до 5 см;  $A_1$  – гумосовый горизонт коричневого или черного цвета с комковатой или зернистой структурой – 20-25 см, часто содержит щебенку известняка; В – переходный горизонт содержит щебенку известняка, в зависимости от ее количества и окраски породы имеет различный цвет; С – материнская порода представлена продуктами разрушения карбонатных пород. Для таких почв характерно отсутствие подзолистого горизонта и иллювиальности в горизонте В.

**Серые лесные почвы** образуются на территориях, покрытых широколиственными лесами. Имеют следующее строение:  $A_0$  – небольшая по толщине подстилка из листовенного опада и травянистого войлока;  $A_1$  – гумосовый горизонт от светло- до темно-серого цвета комковатой или ореховатой структуры – 30-40 см;  $A_1A_2$  – оподзоленный горизонт светло-серый (в темно-серых почвах отсутствует);  $A_2В$  – переходный к иллювиальному, плитчато-ореховатой структуры с кремнеземистой присыпкой; В – иллювиальный темного коричнево-бурого цвета, плотный; С – материнская порода, обычно представлена лесами или лессовидными суглинками. Для таких почв характерно: нерезкая выраженность подзолообразования, ореховатая структура в средней части профиля и глубокое залегание карбонатов. Реакция почвенного раствора слабокислая с глубиной переходит в нейтральную.

**Черноземы** формируются в южной части лесостепи и степи. Необходимым условием образования черноземов является наличие хорошо

развитой лугово-степной травянистой растительности, оставляющей большое количество органических остатков; интенсивное развитие бактерий; определенный гидротермический режим, при котором отсутствует сквозное промывание почвенного профиля и насыщенность почвы основаниями. Строение типичного чернозема:  $A_0$  – травянистый войлок – 3-4 см, состоит из неразложившихся и полуразложившихся надземных растительных остатков;  $A$  – гумусовый горизонт зернисто-комковатой структуры, черный, мощностью до 50-60 см;  $B_1$  – нижняя часть гумусового горизонта, светлее, имеет буроватый оттенок, структура может быть зернистая, ореховатая или комковатая, мощность от 40 до 60 см;  $B_2$  – переходный от гумусового к материнской породе, окраска различная: часть представлена гумусовыми языками темного цвета, другая часть имеет цвет материнской породы, структура комковатая;  $C$  – материнская порода может быть различной, содержит новообразования карбонатов. Характерными чертами являются: мощный гумусовый горизонт, комковато-зернистая структура в верхней части профиля, постепенные переходы одного горизонта в другой, наличие в профиле карбонатов. Реакция нейтральная, рН 6,5 – 7,5, с глубиной переходит в слабощелочную и щелочную.

**Каштановые и бурые почвы** образуются в зонах сухих и полупустынных степей, где растительность покрывает 30-50% поверхности почвы. Образование гумуса идет замедленно, так как в засушливый летний период микробиологическая деятельность затухает. В период увлажнения почвы гумус активно минерализуется микроорганизмами при повышенных температурах в аэробных условиях до конечных продуктов- неорганических соединений. Поэтому большого количества гумуса в каштановых почвах не накапливается. При увлажнении, главным образом весной при таянии снега, легкорастворимые соединения вымываются на различную глубину. Строение каштановых почв:  $A$  – гумусовый горизонт каштанового цвета, комковато-зернистой или пылеватой структуры – от 15 до 40 см;  $B$  ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_k$ ) – переходный к материнской породе иллювиальный горизонт, буроватый или коричневатый с потеками гумуса в верхней части с новообразованиями карбонатов, плотный – 30-70 см;  $C$  – материнская порода, внешний вид зависит от происхождения и свойств, в верхней части всегда выступают карбонаты, в нижней встречаются скопления гипса. Характерные особенности этих почв: постепенные переходы горизонтов один в другой, сезонные перемещения водорастворимых соединений вниз до глубины промывания. Реакция в верхней части профиля слабощелочная, в средней и нижней – щелочная.

**Засоленные почвы и солоди.** К засоленным почвам относят солончаки и солонцы. Они располагаются в различных почвенно-климатических зонах. Больше всего засоленных почв в зонах пустынь, сухих и пустынных степях, но встречаются и в черноземно-степной, и в лесостепной зонах, особенно в Западной Сибири. Образуются засоленные почвы при накоплении в них большого количества легкорастворимых солей. Солончаками называют почвы, содержащие более 1% легкорастворимых солей. Максимальное

количество солей находится по всему профилю или на поверхности, в верхней части профиля, состав солей различный.

**Источники засоления.** Главными источниками засоления являются засоленные материнские породы и грунтовые воды. Слянковая растительность также подтягивает соли корневой системой из глубоких слоев. Соли могут попадать вместе с атмосферными осадками и пылью. Накопление их в почве происходит в условиях жаркого засушливого климата со значительным преобладанием количества испаряющейся влаги над количеством выпавших осадков при близком залегании грунтовых вод. Строение почвенного профиля: профиль состоит из горизонтов (А, В, С), характер которых зависит от зоны, в которой образовался солончак и от соленакопления. По внешнему виду солончаки могут напоминать сероземы. Независимо от общего внешнего вида в профиле солончаков много легкорастворимых солей, выступающих на поверхности в виде корочки или в самой почве в форме пятен или прожилок.

**Солонцы** – почвы, верхняя часть профиля которых лишена легкорастворимых солей, но содержит большое количество обменного натрия в иллювиальном, солонцеватом горизонте В<sub>1</sub>. Солонцы образуются обычно при деградации солончаков, понижении уровня грунтовых вод и промывании профиля.

**Солоди** – распространены в лесостепной и черноземно-степной зонах, образуются в пониженных местах, что связано с микрорельефом. Процесс образования солодей связан с дальнейшим видоизменением солонцов. В низинных участках происходит застой воды, вызывающий анаэробные процессы, в верхней части профиля идет замена ионов натрия на ионы водорода диссоциированной воды и органических кислот. Этот процесс происходит в кислой среде, при большом количестве фульвокислот усиливается разрушение минеральной части почвы и образуется осолоделый горизонт. Строение почвенного профиля: А<sub>0</sub> – лесная подстилка или дернина; А<sub>1</sub> – перегнойно-элювиальный горизонт; А<sub>2</sub> – осолоделый; В – иллювиальный; С – материнская порода. Реакция в верхней части профиля слабокислая, в средней и нижней – нейтральная и щелочная. На солонцовый процесс накладывается подзолистый.

Во влажных субтропиках произрастает пышная широколиственная субтропическая растительность. Растительный покров представлен следующими видами: дуб, граб, клен, бук, которые перевиты лианами с подлеском из рододендрона и лавровишни. В таких условиях формируются два близких по свойствам почвенных типа – **красноземы и желтоземы**. Почвообразование в этих почвах идет по типу подзолообразования, окраска зависит от химических соединений, входящих в состав материнской породы.

## Эрозия почвы

Эрозия - процесс разрушения почв под воздействием воды (водная эрозия) и ветра (ветровая или дефляция). Водная эрозия бывает плоскостная (поверхностная) и линейная (овражная). При плоскостной – почва разрушается под влиянием стекающих по склону дождевых или талых вод, образуются мелкие струйчатые размывы. По степени развития плоскостной эрозии почвы разделяются на: слабосмытые – гумусовый горизонт смывает не более, чем на треть от начальной мощности; среднесмытые – гумусовый горизонт смывает на 30-50%; сильносмытые – большая часть гумусового горизонта смывает. Линейная эрозия – размыв почвы в глубину более мощной струей воды. Первой стадией является образование глубоких струйчатых размывов и промоин. Дальнейшее их развитие приводит к образованию оврагов. О степени развития овражной эрозии судят по проценту площади, которую занимают овраги или по суммарной протяженности оврагов на квадратный километр площади (км/км<sup>2</sup>).

Ветровая эрозия или дефляция чаще наблюдается в районах неустойчивого увлажнения, в засушливых областях (в Северном Казахстане, на юго-востоке Украины и Заволжья, в степных районах Сибири) и особенно в пустынях и полупустынях.

В результате эрозии происходит ухудшение плодородия почв или полное уничтожение почвы. Снижение плодородия связано с постепенным удалением верхнего плодородного слоя. В пахотный горизонт вовлекаются менее плодородные нижние горизонты. При этом ухудшается химический состав, свойства и режим почв: снижается содержание и запас гумуса, ухудшается его качество. Ухудшаются физические и биологические свойства почв. В таких почвах снижаются запасы элементов питания и содержание их в подвижных формах, усваиваемых растениями. Ухудшается структурное состояние и сложение, уменьшается пористость и увеличивается плотность. Все эти процессы приводят к снижению водопроницаемости, увеличению поверхностного стока, снижению влагоемкости и запаса доступной для растений влаги. Потеря гумуса ведет к снижению биологической активности почв: уменьшается численность микроорганизмов, падает активность ферментов. Ухудшение питательного, водного и биологического режимов приводит к падению плодородия почв и к снижению урожая.

Главная причина развития эрозии – неправильное использование земельной территории, особенно там, где природные условия предрасположены к проявлению эрозийных процессов. Чтобы исключить развитие эрозии, необходимо проводить комплекс противоэрозийных мероприятий, бережно относиться к земле.

## **Почвенный покров Саратовской области**

Почвенный покров – это совокупность различных почв на определенной территории. В Саратовской области он сформировался в условиях континентального климата, сложного рельефа, различного состава и возраста почвообразующих пород, под влиянием лесной, степной и



полупустынной растительности. Саратовская область расположена в Юго-Восточной части Русской равнины и занимает площадь более 10 миллионов га. Из-за значительной площади области вся территория расположена в трех зонах – лесостепной, степной и полупустынной. Река Волга пересекает территорию области с северо-запада на юго-восток и делит ее на две почти равные части, неодинаковые по почвенно-климатическим условиям – Правобережье и Левобережье. Нарастание континентальности климата в долготном направлении и наличие Приволжской возвышенности, как естественного природного барьера, также наложили отпечаток на растительность и почвенный покров. Правобережье расположено в лесостепной и степной зонах с умеренно засушливым климатом. Здесь почвенный покров представлен плодородными черноземами – выщелоченным, типичным, обыкновенным, южным. Под лесными массивами сформировались светло-серые и темно-серые лесные почвы. В Левобережье климат резко континентальный, очень засушливый, особенно в южной части. Северная часть до реки Большой Иргиз представлена зоной черноземных почв, к югу переходит в зону каштановых почв, в пределах которой темно-каштановые сменяются типичными каштановыми и далее светло-каштановыми; в южной части (к югу от города Новоузенска) значительное место занимают солончаки и солонцы. Это засоленные почвы, в которых легкорастворимые соли находятся в значительных количествах на поверхности или по всему профилю, они характеризуются неблагоприятными агрономическими свойствами.

В долинах рек почвенный покров представлен пойменными почвами. Та часть территории речной долины, которая заливадается паводковыми водами, называется поймой, здесь накапливаются различные по гранулометрическому составу элементы в виде отложений, они являются естественным удобрением пойменных почв. Чем больше илистых отложений (наилок), тем лучше развита растительность и в большинстве луговые травы, следовательно основной почвообразовательный процесс здесь – дерновый, образуются различные подтипы дерновых почв – от рыхлопесчаных дерновых до мощных дерновых почв (черноземовидные). В некоторых местах, где грунтовые воды находятся близко к поверхности развиваются болотные почвы.

## **Раздел II. ЗЕМЛЕДЕЛИЕ С ОСНОВАМИ АГРОХИМИИ**

### **Научные основы земледелия**

#### **1. Условия жизни растений и приёмы их регулирования.**

Сельскохозяйственные растения зависят от условий окружающей среды, которые обеспечивают их нормальный рост, развитие и максимальную продуктивность. Эти условия определяются факторами жизни растений. Знание требований к ним в различные периоды жизни растений позволяет лучше их удовлетворить с помощью системы агротехнических мероприятий. В земледелии факторы жизни делятся на космические — свет и тепло — и земные — вода, элементы питания и воздух.

**Свет.** С его помощью осуществляется фотосинтез и другие важные биохимические процессы в растении. Разные растения имеют различную потребность в свете — в степени его интенсивности и в продолжительности светового дня. В то же время условия солнечного освещения на разных географических широтах различные. Все это определяет отношение сельскохозяйственных культур к условиям освещения. Так, растения пшеницы, ржи, ячменя, овса, гороха, клевера, льна-долгунца и некоторых других сельскохозяйственных культур хорошо растут и развиваются в условиях продолжительного (более 12 ч) светового дня. Поэтому их называют **растениями длинного дня** и они особенно хорошо себя чувствуют в условиях северных широт умеренного климатического пояса. А культуры южных районов — кукуруза, просо, рис, соя, хлопчатник и др. — являются **растениями короткого дня**.

Недостаток света в полевых условиях сельскохозяйственные культуры могут испытывать при сильной засоренности посевов сорняками. То же самое наблюдается и при загущенных посевах сельскохозяйственных культур. Поэтому борьба с сорняками, соблюдение оптимальной для данной культуры густоты стояния обеспечивает благоприятный для растений световой режим.

**Тепло.** По отношению к этому фактору жизни растения делят на теплолюбивые и менее требовательные к теплу. Однако, потребность растений в тепле в различные периоды жизни разная. Для каждого периода вегетации культурных растений установлены минимальные, оптимальные и максимальные значения температуры окружающей среды. Наиболее интенсивный рост и хорошее развитие растений, обеспечивающие их высокий урожай, могут быть только при оптимальной температуре во все фазы их развития и при наличии в оптимальном количестве всех других факторов жизни.

Культурные растения имеют различную устойчивость к низким и отрицательным температурам, что имеет большое значение для начала или окончания их вегетации. Для одного и того же растения она различна в зависимости от фазы развития. Так, овес, ячмень, горох, вика яровая, люпин однолетний, лен-долгунец, конопля в фазу всходов выдерживают понижение температуры до  $-5-8$  °С, а в фазу цветения и созревания повреждаются заморозками  $-1-3$  °С. Такие теплолюбивые культуры, как хлопчатник, рис, страдают уже от нулевых температур.

**Вода.** Этот фактор жизни растения в основном потребляется из почвы, поэтому его называют почвенным или земным фактором жизни. Для формирования урожая культурные растения потребляют большое количество воды. Количество воды, потребляемое растениями, зависит от вида растений и от фазы развития каждого вида растений. Максимальное потребление растениями воды происходит в период наиболее интенсивного формирования вегетативной массы. Этот период часто бывает **критическим**, так как в это время растения особенно чувствительны к недостатку влаги. Так, у большинства зерновых культур он приходится на фазу выхода в трубку — колошение, когда из-за недостатка влаги снижается продуктивная кустистость растений. Для картофеля этот период приходится на фазы бутонизации и цветения, когда в результате недостатка влаги замедляется рост клубней и снижается содержание крахмала в них.

**Элементы питания.** Подавляющее большинство элементов питания поступает в растение из почвы, что оправдывает название этого фактора жизни как земного. Все они делятся на **макроэлементы** — азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера — и **микроэлементы**, которые потребляются растениями в незначительных количествах, — марганец, цинк, медь, бор, алюминий, молибден, фтор, йод и др. Если углерод, водород и кислород как основа органического вещества, создаваемого растениями в результате процесса фотосинтеза, практически в земледелии не лимитируется, то азот и зольные элементы обычно находятся в ограниченном количестве, и из-за недостатка каждого из них может быть замедлен и даже приостановлен рост растений. Потребность растений в элементах питания у разных культур и в разные фазы развития различна.

**Воздух.** Он необходим для растений как источник кислорода для дыхания и как источник углекислоты для процессов фотосинтеза. Кроме того, воздух используют почвенные микроорганизмы, которые разлагают органическое вещество почвы, переводя элементы питания в доступные для растений формы. Между атмосферой и почвой происходит воздухообмен. Растения предъявляют высокие требования к содержанию кислорода в почве. При избыточном увлажнении и недостатке кислорода и почве образуется повышенная концентрация углекислого газа, которая вызывает образование вредных для растений соединений.

**2. Основные законы земледелия.** В естественных условиях все факторы жизни растений взаимосвязаны и взаимозависимы. Изменение хотя бы одного из них влияет на характер действия на растение всех остальных факторов; В результате длительного изучения процессов роста и развития растений во взаимодействии с окружающей средой были установлены основные закономерности этого взаимодействия. Они, в основном, выражены в законах земледелия, которые являются частным выражением законов

природы. Знание этих законов, правильное их использование в практике современного земледелия обеспечивает успешное решение задач по повышению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур.

**Закон незаменимости и равнозначности факторов жизни растений** говорит о том, что ни один из факторов жизни растений не может быть заменен другим и поэтому все они равнозначны. Каждый фактор жизни играет свою роль в системе «растение — окружающая среда». Смысл равнозначности в том, что нет первостепенных, второстепенных, малозначащих для жизни растений факторов. Если не удовлетворяется даже ничтожная потребность растения в каком-либо факторе, нарушается его нормальная жизнедеятельность и, следовательно, снижается урожайность. Игнорирование этого закона путем подмены одного фактора другим, недооценка какого-то фактора на том или ином этапе роста и развития растений приводят к отрицательным результатам.

**Закон минимума, оптимума и максимума** говорит о том, что наиболее высокий урожай может быть лишь при условии, когда каждый фактор жизни растений будет находиться в оптимальном количестве. В практике сельскохозяйственного производства при увеличении количества фактора, например удобрения, от меньшего к оптимальному условия роста и развития растений будут улучшаться и вместе с этим будет увеличиваться урожай. Но при последующем увеличении доз удобрений урожай будет снижаться.

На рост и развитие растений влияет совокупность факторов. Урожай сельскохозяйственных культур зависит от фактора жизни, находящегося в минимуме. По мере того как количественно ограничивающий фактор, т. е. тот, который находится в минимуме, увеличивается, урожай повышается до тех пор, пока в минимуме не окажется какой-либо другой фактор.

Рост урожайности сельскохозяйственных культур могут сдерживать не только факторы жизни, но и условия окружающей среды — почвенные, агротехнические и др. Поэтому с помощью системы агротехнических мероприятий устраняют отрицательное влияние этих условий на рост и развитие растений. Этим же путем снимается отрицательное влияние тех факторов жизни растений, которые на различных этапах их роста и развития могут оказаться в минимуме.

**Закон совокупного действия факторов жизни растений** говорит о том, что растения с тем большей продуктивностью используют находящийся в минимуме фактор, чем большее число других факторов находится в оптимуме. В условиях современного земледелия это значит, что наивысший урожай сельскохозяйственных растений возможен лишь при наличии всех факторов жизни в оптимальном соотношении. Этот закон земледелия прямо связан с уже рассмотренными здесь законами, и он не только не подменяет

закон минимума, оптимума и максимума, но еще раз подтверждает его объективность, так как фактор, находящийся в минимуме, является ведущим в общей совокупности и именно на него в первую очередь надо обращать внимание при регулировании условий роста растений.

**Закон возврата** устанавливает, что все вещества, используемые растениями при формировании урожая, должны полностью возвращаться в почву с удобрениями. Этот закон служит основой для расширенного воспроизводства плодородия почвы. В соответствии с этим законом все биологически важные для растения факторы жизни, израсходованные при формировании урожая сельскохозяйственных культур или утраченные при этом другими путями, должны быть возвращены в почву с некоторым избытком, обеспечивающим повышение урожайности последующих культур и с учетом возможных их потерь в результате смыва, денитрификации, испарения, выщелачивания, окисления и т. д.

**Закон плодосмена** говорит о том, что любое агротехническое мероприятие более эффективно при плодосмене (чередовании культур), чем при бессменном возделывании. Этот закон лежит в основе принципов построения севооборотов в различных почвенно-климатических условиях.

**3. Приёмы регулирования почвенных режимов.** Для обеспечения культурных растений основными факторами жизни с целью получения высоких урожаев в земледелии регулируют водный, воздушный, тепловой и питательный режимы почвы. Это регулирование имеет комплексный характер и осуществляется в соответствии с основными законами земледелия.

**Водный режим.** Регулирование водного режима — одна из важнейших задач земледелия, так как в некоторых районах нашей страны вода является фактором, ограничивающим уровень урожайности сельскохозяйственных угодий. В этих районах большое значение имеет искусственное орошение, которое обеспечивает оптимальный водный режим во все периоды роста и развития растений и позволяет эффективно использовать удобрения и другие средства производства для получения высоких урожаев. **Орошение** осуществляется дождеванием, поливом по бороздам и полосам, сплошным затоплением, а также подпочвенно с помощью трубопроводов, заложенных в почве на глубине 0,5 м от ее поверхности по определенной системе.

Однако более 90% площади пашни в нашей стране не орошается, поэтому на этой территории при недостаточном увлажнении основными задачами регулирования водного режима является **накопление, сохранение и продуктивное использование почвенной влаги**, регулирование естественного стока воды при одновременной защите почвы от засоления. Эти задачи успешно решаются при использовании комплекса агротехнических, мелиоративных и других приемов. Ведущую роль в этом

комплексе играют агротехнические мероприятия. К ним относятся снегозадержание за счет образования снежных валов, полос, кулис и использования переносных щитов. Снегозадержанию служат и посадка по границам полей лесополос, и оставление на зиму высокой стерни зерновых и других культур. Снегозадержание снегопахами проводят в течение зимы два-три раза, снежные валы делают параллельно на расстоянии 4—6 м один от другого, перпендикулярно направлению господствующих ветров и склонов. Кулисы-полосы из нескольких рядков высокостебельных культур (кукурузы, горчицы, подсолнечника) размещают на паровых полях на расстоянии 15—20 м друг от друга также перпендикулярно господствующим ветрам.

В районах, в которых проявляется ветровая эрозия, лучшее накопление и использование влаги при одновременной защите почвы от ветровой эрозии обеспечивает система обработки почвы с применением различных плоскорезных орудий и оставлением на поверхности почвы растительных остатков, полосное размещение посевов сельскохозяйственных культур на полях севооборотов, правильный подбор засухоустойчивых и высокоурожайных сортов, оптимальные сроки и способы их посева.

Для успешного регулирования водного режима на склонах большое значение имеют агротехнические приемы, обеспечивающие задержание поверхностного стока и защиту почвы от водной эрозии: вспашка поперек склона, глубокое безотвальное рыхление, гребневание, лункование, щелевание, кротование и др.

В системе обработки почвы при возделывании большинства сельскохозяйственных культур для сохранения запасов влаги в почве большое значение имеют приемы поверхностной обработки почвы в весенне-летний период, обеспечивающие создание на поверхности небольшого слоя рыхлой почвы. Этот слой почвы выполняет роль мульчирующего материала, предохраняющего почвенную влагу от потерь через испарение ее по капиллярам. Такую же роль выполняет тонкий слой торфа, опилок, которые используют в качестве мульчирующего материала в овощеводстве, плодоводстве, лесоводстве. Для лучшего контакта семян с почвой и подтягивания к ним почвенной влаги эффективно допосевное и послепосевное прикатывание почвы катками.

В условиях избыточного увлажнения регулирование водного режима направлено на удаление излишней воды, понижение уровня грунтовых вод при одновременном улучшении аэрации почвы. Здесь весь комплекс агротехнических, мелиоративных и других мероприятий должен обеспечивать интенсификацию процессов испарения и процессов оттока избыточной влаги. Ведущую роль среди них играет дренаж открытого и закрытого типа как основа осушительных мелиоративных мероприятий. В современных условиях строятся мелиоративные системы двухстороннего

действия, которые в случае избытка влаги работают на осушение, а при недостатке влаги используются как оросительные системы. На переувлажненных почвах избыточное увлажнение снимают и агротехническими приемами — почвоуглубление, щелевание, гребневые, грядковые посевы и другие приемы.

**Воздушный режим.** Приемы регулирования водного режима часто являются одновременно и приемами регулирования воздушного режима почвы. Наиболее эффективны приемы обработки почвы: вспашка, глубокое рыхление, культивация, дискование, боронование, прикатывание и др.

Аэрация почвы обеспечивает нормальные условия для развития корневой системы растений, для активной жизнедеятельности почвенной микрофлоры, играющей большую роль в создании для растений оптимального питательного режима. Постоянный газообмен между атмосферным и почвенным воздухом активно осуществляется в хорошо оструктуренных рыхлых почвах без избыточного увлажнения. Поэтому регулирование условий газообмена в первую очередь важно на тяжелых и заплывающих почвах, на орошаемых почвах после полива, где очень часто образуется поверхностная корка, которая резко ограничивает газообмен и является причиной затухания многих биологических и биохимических процессов в почве.

**Тепловой режим.** Основным источником тепла в земледелии является солнечная энергия. При регулировании теплового режима необходимо учитывать все приходные и расходные статьи теплового баланса и потребность растений в тепле в те или иные периоды их жизни.

В зависимости от географических, почвенно-климатических условий, требований растений задачи регулирования теплового режима могут быть различными. Для северных и центральных районов с недостатком тепла все приемы регулирования теплового режима должны быть направлены на эффективное использование и сохранение солнечной энергии с помощью мульчирования почвы торфом, перегноем, растительными остатками, темной бумагой, темной синтетической пленкой и другими материалами. Улучшению теплового баланса в этих условиях способствует внесение больших доз органических удобрений, рыхление почвы, устранение избытка влаги в почве. На тяжелых по механическому составу (глинистых) переувлажненных почвах прогревание их ускоряется глубоким рыхлением, поделкой гребней и гряд. Для уменьшения промерзания почвы и защиты посевов озимых культур и многолетних трав от вымерзания проводят снегозадержание. Теплолюбивые культуры — кукурузу, овощные культуры, ранний картофель — необходимо размещать на южных склонах с хорошо окультуренными и быстро прогреваемыми почвами.

В южных районах против перегрева почвы эффективно ее мульчирование различными светлыми материалами — резаной соломой, белой бумагой, опилками, синтетической пленкой светлого цвета и т. п. На орошаемых землях против перегрева почвы и растений эффективно дождевание.

Для регулирования теплового режима большое значение имеют полевые защитные лесные полосы, способы, сроки и нормы посева, подбор сортов, приемы ухода за растениями, чистота посевов от сорняков, рельеф полей и экспозиция склона, механический состав, степень окультуренности почвы и другие условия.

В условиях защищенного грунта регулирование теплового режима осуществляется наиболее точно. Наряду с энергией солнца для обогрева защищенного грунта применяется технический обогрев, обогрев теплыми сточными водами, гидротермальными водами, а также биологический обогрев — теплом, которое выделяется при разложении навоза и других органических удобрений.

**Питательный режим.** Основная часть элементов питания — азот и зольные элементы — находится в почве в виде нерастворимых соединений, главным образом в составе органического вещества почвы. Поэтому регулирование питательного режима в сторону увеличения содержания в почве растворимых, т.е. доступных для растений форм азота и зольных элементов, осуществляют двумя путями: внесением органических и минеральных удобрений в почву и активизацией процессов минерализации органического вещества в почве и выветривания материнской породы. Одновременно с минерализацией органического вещества почвы запасы его должны постоянно пополняться за счет внесения навоза, торфа, компостов, зеленого удобрения, растительных остатков возделываемых культур. В пополнении запасов азота в почве большую роль играют бобовые культуры, способные фиксировать азот воздуха (клевер, люцерна, горох, люпин и др.).

Процессы перевода элементов из недоступных для растений форм в доступные регулируются с помощью агротехнических приемов. Обработка почвы обеспечивает хорошую ее аэрацию и тем самым создает благоприятные условия для почвенных микроорганизмов, которые активно участвуют в процессах разложения органического вещества до минеральных соединений, доступных для растений. Этому же способствует и орошение или осушение как приемы регулирования водного режима до оптимального состояния не только для растений, но и почвенной микрофлоры. Химическая мелиорация (известкование или гипсование) доводит реакцию почвенного раствора до нейтральной — наиболее благоприятной для растений и почвенных микроорганизмов.



Обработка почвы и другие агротехнические приемы позволяют эффективно регулировать поверхностный сток и тем самым предотвращать потери элементов питания растений в результате водной эрозии почвы и выноса в грунтовые воды. Известкование, гипсование, внесение органических удобрений в сочетании с обработкой почвы позволяют повысить поглотительную способность почвы и существенно снизить потери азота и зольных элементов из почвы.

Сорные растения являются сильными конкурентами культурных растений в потреблении элементов питания, воды и других факторов жизни растений. Поэтому борьба с сорняками на полях является эффективным средством улучшения всех режимов почвы, тесную взаимосвязь которых необходимо учитывать.

## Сорные растения и борьба с ними

**Сорняками** называются растения, не возделываемые человеком, но засоряющие сельскохозяйственные угодья. **Засорителями** называются культурные растения, произрастающие в посевах сельскохозяйственных культур другого вида или сорта. **Специализированными сорняками** принято называть сорные растения, засоряющие посевы родственных культур. Например, повилка клеверная засоряет посевы клевера, люцерны, торица льняная — лен, костер ржаной — озимую рожь.

Сорные растения наносят большой ущерб сельскому хозяйству — снижают урожайность культурных растений, ухудшают качество урожая, затрудняют эффективное использование сельскохозяйственной техники и т. д. Это происходит в связи с тем, что сорные растения потребляют большое количество воды и элементов питания, быстро истощают почву, затеняют культурные растения, снижая использование солнечной радиации на 30—40% и температуру почвы на 2—4°C, ослабляют биологическую активность почвы, рост и развитие культурных растений.

Сорняки усложняют уборку урожая, засоряют своими семенами ворох, повышают его влажность и вызывают дополнительные затраты на сушку и очистку зерна и другой продукции. Сорные растения являются носителями болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, многие из них ядовиты. Например, семена плевела опьяняющего, белены, засоряя зерно и продукты его переработки, вызывают отравление людей и животных, а полынь горькая при попадании в корм скоту придает молоку и маслу неприятный вкус. Ежегодный ущерб, наносимый сельскохозяйственному производству сорняками, исчисляется десятками миллиардов рублей. Поэтому борьба с сорными растениями является важной задачей по увеличению производства продуктов земледелия.

Для успешной борьбы с сорными растениями важно знать их биологические особенности. Сорняки обладают исключительно высокой приспособляемостью к условиям внешней среды и конкурентной способностью по отношению к культурным растениям. Они имеют большой коэффициент размножения семян. Например, одно растение осота дает до 20 тыс. семян, полыни горькой и лебеды — до 100 тыс., щирицы запрокинутой—до 500 тыс. семян. В результате такой плодовитости из-за ослабления борьбы с сорняками их семена накапливаются в верхнем слое почвы в огромном количестве — до 2—3 млрд. шт. на 1 га.

Семена многих сорняков имеют различные приспособления в виде летучек, зацепок, крючков и др., с помощью которых они могут распространяться ветром, водой, животными и человеком на большие расстояния. Семена большинства сорняков длительное время сохраняют свою жизнеспособность в почве, а также после прохождения через желудочно-кишечный тракт животных.

Наиболее злостные многолетние сорные растения, помимо семян, способны размножаться корневищами, корневыми отпрысками, усами и другими вегетативными органами. Так, пырей ползучий на 1 га площади может накопить до 29 т корневищ с 260 млн. спящих почек, каждая из которых дает побег.

**1. Классификация сорных растений.** На территории России встречается более 1500 видов различных сорных растений, среди которых около 400 ядовитых. Такое разнообразие сорняков потребовало их классификации — объединения по сходным признакам в биологические группы с целью лучшего изучения их биологических особенностей и на основе этого определения эффективных мер борьбы с ними. В отличие от ботанической классификации в основу агрономической группировки положены три наиболее важных с позиций борьбы с сорняками биологических признака: способ питания, продолжительность жизни и способ размножения. Все сорняки по способу питания разделены на *непаразитные* и *паразитные* (полупаразитные). В свою очередь непаразитные сорняки по продолжительности жизни разделены на две группы: *малолетние* и *многолетние*. Многолетние делятся по способу размножения на две подгруппы: *размножающиеся вегетативно* и *преимущественно семенами*. И все эти группы и подгруппы состоят из собственно биологических групп сорных растений, объединенных общими биологическими свойствами.

**Паразитными сорняками** называют сорные растения, утратившие способность к фотосинтезу и питающиеся за счет культурного растения-хозяина. Они поселяются на корнях (корневые паразиты) или на стеблях

(стеблевые паразиты) и с помощью присосок забирают у растения-хозяина воду и растворенные в ней питательные вещества.

К **корневым паразитным** сорнякам относятся многочисленные виды заразихи. Они представляют собой однолетние травянистые растения, имеющие утолщенный у основания стебель с чешуйками. Мелкие семена заразихи легко разносятся ветром и водой, сохраняют всхожесть до 8—10 лет, присасываются к корням растения-хозяина на глубине 4—10 см. Паразитирует заразиха на корнях подсолнечника, капусты, табака, махорки, томатов, конопли, тыквы, дыни, моркови и других культур. Одно растение заразихи может дать до 100 тыс. семян. Пораженные заразихой растения плохо растут и развиваются, дают низкий урожай или погибают еще до плодоношения. Меры борьбы: очистка семян, правильный севооборот, посев заразихоустойчивыми сортами и др.

К **стеблевым паразитным** сорнякам относятся повилики. Это однолетние растения, не имеющие корней и зеленых листьев. Размножаются семенами, проростки которых поселяются на стеблях клевера, люцерны, донника, вики, льна, обвивая их и прикрепляясь присосками, с помощью которых растения повилики извлекают из растения-хозяина готовые пластические вещества. Семена повилики сохраняют всхожесть в почве до 2—5 лет и прорастают с глубины 4—6 см. Все виды повилики являются карантинными сорняками. Меры борьбы: очистка семян на электромагнитных установках и сортировках, скашивание сорняков с последующим сжиганием и обработкой почвы гербицидами, проведение карантинных мероприятий.

**Полупаразитные сорняки** - сорные растения, паразитирующие на культурных растениях, но способные к фотосинтезу. К ним относятся погребок большой, очанка короткая, зубчатка поздняя. Это однолетние растения, паразитирующие на корнях ржи, льна, тимофеевки и некоторых других растений. В течение 4—6 недель они живут как обычные растения, а потом присасываются к корням растения-хозяина. Семена сохраняют всхожесть в течение 1 года. Меры борьбы: очистка семян, посев семенами прошлых лет, соблюдение севооборота, химическая прополка.

**Непаразитные сорняки** — обширная группа сорных растений, которая характеризуется автотрофным типом питания, хорошо развитой корневой системой и надземной частью.

К ним относятся **малолетние сорные** растения, которые живут не более 1—2 лет и плодоносят один раз, после чего отмирают. Малолетние сорные растения подразделяются на эфемеры, яровые ранние и яровые поздние, зимующие, озимые и двулетки.

К **многолетним сорнякам** относятся растения с продолжительностью жизни более двух лет, размножающиеся и вегетативно, и семенами, и

неоднократно плодоносящие в течение своей жизни. По способу размножения они подразделяются на две подгруппы — не размножающиеся или слабо размножающиеся вегетативно и размножающиеся главным образом вегетативно. Из многолетних выделяют биологические группы: стержнекорневые, мочковатокорневые, луковичные, клубнекорневые, ползучие, корневищные и корнеотпрысковые.

**Малолетние сорняки.** *Эфемеры* — сорные растения с коротким периодом вегетации, способные за лето дать несколько поколений. Наиболее распространенный представитель этой биологической группы — мокрица, или звездчатка средняя. Влаголюбивое растение, размножается в основном семенами. Одно растение может дать до 25 тыс. семян, сохраняющих всхожесть в почве в течение 4 лет. Засоряет овощные, яровые зерновые культуры, многолетние травы.

*Яровые ранние сорняки* — сорные растения, семена которых прорастают ранней весной. Растения заканчивают свое развитие до уборки или одновременно с созреванием культурных растений. К ним относятся овсюг, марь белая, дымянка, редька дикая, горец птичий и др.

*Яровые поздние сорняки* — сорные растения, семена которых прорастают весной при достаточно хорошем прогревании почвы, плодоносят и отмирают в том же году, но позже уборки ранних яровых культур, поэтому их называют еще пожнивными сорняками. Засоряют в основном поздние яровые зерновые и пропашные культуры. К ним относятся: мышей сизый и зеленый, щирца запрокинутая, куриное просо, курай и др..

*Зимующие сорняки* — сорные растения, которые при ранневесенних всходах развиваются как яровые растения и заканчивают вегетацию в год появления всходов, а при прорастании в более поздние сроки зимуют в любой фазе развития и заканчивают вегетацию на следующий год. Морозостойкие растения засоряют посевы озимых культур, многолетних трав. К ним относятся: трехреберник непахучий, василек синий, пастушья сумка, ярутка полевая и др.

Основные меры борьбы с эфемерами, яровыми и зимующими сорняками — очистка семян, агротехнические в системе зяблевой, паровой и полупаровой предпосевной и междурядной обработки почвы в сочетании с химической прополкой.

*Озимые сорняки* — сорные растения, для развития которых необходимы низкие температуры в зимний период независимо от срока прорастания семян. Всходы озимых сорняков появляются во второй половине лета, в фазе образования розетки или кущения они зимуют. Размножаются озимые сорняки только семенами и являются специализированными сорняками озимых зерновых культур. К этой биологической группе относятся: костер ржаной, костер полевой, метлица обыкновенная и др..

Меры борьбы: очистка семян, чередование посевов озимых культур с яровыми, своевременное боронование и подкормка посевов озимых культур весной, борьба с избыточным увлажнением.

Двулетники — сорные растения, которые развиваются в течение двулетнего цикла: в первый год они формируют розетку листьев и мощную корневую систему, зимуют, во второй год дают стебли, цветут, плодоносят и отмирают. Засоряют посевы озимых культур, многолетних трав. К ним относятся: донник желтый и белый, белена черная, свербига восточная и др. Растения этих сорняков могут при попадании в корм вызывать отравления животных.

Основные меры борьбы: очистка семян, чередование посевов озимых культур с яровыми, своевременное боронование и подкормка посевов озимых культур весной, борьба с избыточным увлажнением.

**Многолетние сорняки.** Мочковато корневые сорняки — сорные растения с многочисленными нитеобразными корнями, с укороченным главным корнем или без него. Размножаются в основном семенами, способность к вегетативному размножению ограничена. Представители этой группы — лютик едкий, подорожник большой. Засоряют сенокосы и пастбища, реже посевы зерновых, овощных культур. Лютик едкий ядовит, распространен на переувлажненных почвах.

Меры борьбы — подрезание приемами обработки почвы, осушение.

Стержнекорневые сорняки — сорные растения с хорошо развитым, глубоко проникающим в почву стержневым корнем, размножаются преимущественно семенами при ограниченном вегетативном размножении. К ним относятся: полынь горькая, одуванчик, щавель кислый, цикорий дикий, смолевка-хлопушка и др.. Засоряют пахотные и сенокосно-пастбищные угодья. Меры борьбы: очистка семян, подрезание розеток, подкашивание на сенокосах и пастбищах до созревания семян.

Ползучие сорняки - вегетативно размножающиеся сорные растения со стелящимися и укореняющимися побегами (усами). К ним относятся: лютик ползучий, лапчатка гусиная, будра плющевидная.

Клубневые и луковичные сорняки — вегетативно размножающиеся (луковицами и клубнями) сорные растения: чистец болотный, лук круглый и некоторые другие. Эти две биологические группы сорных растений засоряют полевые культуры на осушенных землях, влажные сенокосы и пастбища.

Основные меры борьбы с ними: осушение, глубокое рыхление в системе зяблевой обработки почвы, применение гербицидов, коренное улучшение сенокосов и пастбищ.

Корневищные сорняки — многолетние сорные растения, размножающиеся преимущественно вегетативно подземными стеблями — корневищами. Одна из самых злостных биологических групп сорняков,

распространенная во всех почвенно-климатических зонах и засоряющая посевы всех сельскохозяйственных культур. Корневища имеют многочисленные почки, которые, пробуждаясь, укореняются и дают побеги — новые растения. В корневищах накапливается большое количество питательных веществ, которые используются молодыми побегами. Способность к быстрому вегетативному размножению в сочетании с большой жизнеспособностью затрудняет борьбу с корневищными сорняками. К ним относятся: пырей ползучий, вострец ветвистый, гумай, хвощ полевой, свинорой и др.

Основные меры борьбы — агротехнические: провокация с последующим удушением, вычесывание, вымораживание, высушивание корневищ в системе зяблевой, паровой и полупаровой обработки почвы, систематическое, по мере появления побегов, подрезание на истощение растений в системе паровой обработки почвы.

Корнеотпрысковые сорные растения — биологическая группа злостных, широко распространенных сорняков, размножающихся преимущественно вегетативно с помощью боковых корней, несущих на себе большое количество спящих почек. Из этих почек в течение всего вегетационного периода образуются новые растения сорняков, и постепенно от одного растения во все стороны образуются куртины, которые при благоприятных условиях могут распространиться и образовать сплошной покров сорняков на поле. Корни этих сорняков глубоко (на 1,5 м и более) проникают в почву, что позволяет им хорошо переносить засуху и другие неблагоприятные условия. К корнеотпрысковым относятся: осот полевой, бодяк полевой, вьюнок полевой, сурепка обыкновенная, льнянка обыкновенная, горчак ползучий, молочай лозный и др..

Основные меры борьбы — агротехнические, предусматривающие систематическое послыйное подрезание побегов сорняков в системе паровой, полупаровой обработки почвы, предпосевной подготовки почвы в сочетании с применением гербицидов.

**2. Меры борьбы с сорняками.** Система мероприятий по борьбе с сорняками состоит из предупредительных и истребительных мер.

**Предупредительные меры** включают: очистку от семян сорняков семенного материала, тары, автомашин, сельскохозяйственных машин, поливных вод, кормов; предупреждение заноса семян сорняка вместе с навозом путем правильного его приготовления и хранения, скармливание скоту зерноотходов, содержащих семена сорняков, только в размолотом или запаренном виде; своевременную и на низком срезе уборку зерновых культур комбайнами, оборудованными уловителями семян сорняков; обкашивание меж, обочин дорог, канав, берегов каналов, пустырей до образования семян сорняков; противосорняковый внутренний и внешний карантин,

предотвращающий завоз карантинных сорняков из других районов страны или из-за рубежа.

**Истребительные меры** делятся на механические, химические и биологические. Механические меры направлены на уничтожение сорных растений, а также их семян и вегетативных органов размножения в почве. Семена в почве уничтожают путем провокации их на прорастание с последующим уничтожением их проростков одним из приемов обработки. При обработке почвы культиваторы, дисковые лущильники, бороны и другие орудия поверхностной обработки почвы заделывают семена в почву или повреждают вегетативные органы и тем самым пробуждают на прорастание спящие почки. Примером провокации на прорастание с последующим уничтожением всходов сорняков является метод борьбы с пыреем, предложенный В. Р. Вильямсом. В системе зяблевой обработки почвы проводится перекрестное двухкратное лущение стерни дисковыми лущильниками на глубину залегания корневищ пырея, которое измельчает их и вызывает прорастание почек. С появлением всходов (шилец) пырея проводят глубокую вспашку поля плугом с предплужником и заделывают их глубоко в почву. Истощив запасы пластических веществ на прорастание, проростки пырея уже не смогут выбраться на поверхность с такой глубины и погибают. Этот метод борьбы с корневищными сорняками называется методом провокации и удушения.

Для борьбы с корнеотпрысковыми сорняками эффективно систематическое послонное подрезание плоскорезными орудиями корней сорняков на разную глубину. Этот метод истощения основан на том, что такое подрезание пробуждает все новые и новые почки на прорастание, и они расходуют большое количество пластических веществ и истощают тем самым все растение, вызывая его гибель. Такая серия приемов обработки почвы проводится в системе паровой и полупаровой обработки почвы, при возделывании пропашных культур, при предпосевной подготовке почвы.

Химические меры борьбы предусматривают применение для уничтожения сорняков специальных химических препаратов — гербицидов. Применение гербицидов позволяет сократить затраты труда по уходу за посевами, повысить его производительность, что очень важно при интенсивной технологии возделывания культур.

Гербициды подразделяют на препараты сплошного и избирательного действия. При использовании гербицидов сплошного действия на полях уничтожается вся растительность. Поэтому их применяют тогда, когда нет культурных растений: на полях после уборки урожая, в чистых парах, на обочинах дорог, по межам, на оросительных каналах. Значительно шире в земледелии применяют гербициды избирательного действия, которые поражают одни виды растений и не повреждают другие. В зависимости от

характера поражения растений эти препараты подразделяют на системные и контактные.

**Системные гербициды** — соли и эфиры 2,4-Д, 2М-4Х, карбин, атразин, симазин и многие другие — воздействуют на все растение, проникая в него через листья, корни, стебли, передвигаются по сосудистой системе. Это наиболее распространенные гербициды, и среди них есть почвенные гербициды, которые вносятся в почву, всасываются корневыми волосками и с транспирационным током передвигаются по всем органам растений, и листовые гербициды, которые при опрыскивании сорняков проникают в растения через листья. Системные гербициды, накапливаясь в токсических дозах в листьях, в корнях, в зонах активного роста, вызывают глубокие нарушения физиологических процессов. Они подавляют фотосинтез, разрушают хлорофилл, нарушают углеводный и азотный обмен, в результате чего деформируются и скручиваются листья и стебли, сорные растения прекращают рост и через 2—3 недели погибают.

**Контактные гербициды** —пропанил, реглон, динитроорто-крезол (ДНОК) — поражают листья и стебли растений лишь в местах непосредственного соприкосновения с ними. Они не повреждают корневой системы, и многие сорняки после обработки гербицидами снова отрастают.

Гербициды применяют в виде водных растворов, суспензий, эмульсий и гранулированных препаратов. Наиболее распространенный способ внесения — опрыскивание посевов и почвы. Гранулированные гербициды вносят в почву одновременно с минеральными удобрениями. На орошаемых землях гербициды можно вносить вместе с оросительной водой (гербигация).

На полях, предназначенных для посева полевых культур, гербициды вносят до посева или одновременно с посевом, до всходов культурных растений и по вегетирующим культурным растениям и сорнякам в разные фазы их развития. Посевы зерновых культур обрабатывают гербицидами весной в фазу их кущения, однако на посевах озимых культур возможна и осенняя обработка. Сахарная свекла, картофель, подсолнечник и некоторые другие культуры чувствительны к гербицидам, поэтому химическую прополку на них часто проводят до всходов или до посева. На сенокосах и пастбищах гербициды применяют в начале весны или сразу после скашивания или стравливания трав, но не позже чем за 3—4 недели до скашивания или стравливания во избежание накопления остатков гербицидов в корме.

Химическую прополку проводят в ранние утренние или в вечерние часы при безветренной погоде. В солнечную погоду при температуре 16—22 ° С эффективность гербицидов наибольшая.

Многие гербициды токсичны для человека и животных. При транспортировке, хранении и применении гербицидов необходимо строго



соблюдать правила безопасной работы. Работающие с гербицидами обязаны пройти специальный инструктаж, медицинский осмотр, иметь специальную одежду, укомплектованную аптечку. К работе с гербицидами не допускаются лица моложе 18 лет, беременные женщины, кормящие матери. Продолжительность рабочего дня с гербицидами не более 6 ч. Во время работы с гербицидами не разрешается снимать спецодежду, принимать пищу, пить, курить. Гербициды хранят в исправной таре в специальных складах, удаленных от жилых домов, ферм и оборудованных надежными запорами и противопожарными средствами. Перевозят гербициды в специально оборудованном транспорте в хорошо упакованной таре.

Рабочие растворы гербицидов готовят на огражденных площадках, удаленных от источников воды, ферм и жилых помещений. Перед работой проверяют исправность шлангов, опрыскивателей, герметичность кабины трактора. После работы емкости машин промывают 50%-ным теплым раствором каустической соды, а спецодежду дезинфицируют. Тару, в которой хранили гербициды, сжигают, а золу закапывают в почву. Гербициды, растворы и тару нельзя оставлять в поле без присмотра. Запрещается обрабатывать поля в период цветения растений, пасти скот, косить траву на обработанных участках в течение 40—45 суток.

**Биологические меры.** Наиболее эффективными из этой группы мер борьбы с сорняками являются чередование культур в севообороте, способы, сроки и нормы посева сельскохозяйственных культур. Благодаря высокому уровню агротехники, лучшим условиям для жизни культурных растений в севооборотах повышается их конкурентная способность по отношению к сорнякам. Особенно высока она у многолетних трав и озимых зерновых культур. Соблюдение севооборота в сочетании с высокими нормами удобрений, оптимальными сроками и нормами посева, известкованием дерново-подзолистых почв подавляет сорняки в посевах.

Другим важным биологическим приемом борьбы с сорняками является использование возбудителей болезней и вредителей, поражающих только сорные растения. Для борьбы с заразихой применяют мушку фитомизу, которая откладывает яйца в цветки заразихи. Развивающиеся из яиц личинки повреждают 70—90% растений заразихи и существенно снижают засоренность посевов этим злостным сорняком. Водной суспензией гриба альтернария опрыскивают очаги поражения повиликой. Попавшие на стебли повилики споры гриба прорастают, и в течение 5—10 дней повилика погибает. Точно так же споры гриба ржавченика губят растения другого злостного сорняка — бодяка полевого. Однако такие биологические приемы еще не нашли широкого распространения.

Наибольший эффект в борьбе с сорняками дает комплексное использование всех методов, которое особенно хорошо проявляется в

севообороте как основе всех других элементов интенсивной технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Предупредительные меры борьбы должны умело сочетаться с истребительными с учетом биологических особенностей сельскохозяйственных культур. Только при этом условии достигается полное и быстрое очищение посевов от сорняков, а почвы — от семян и вегетативных органов размножения сорняков, обеспечивается высокая культура земледелия.

## Севообороты

**Севооборотом** называется научно обоснованное чередование культур и паров во времени и на территории. Последовательность чередования сельскохозяйственных культур и паров по годам на каждом поле севооборота определяется **схемой севооборота**. Например: 1) чистый пар, 2) озимая пшеница, 3) кукуруза, 4) ячмень. В основе такого севооборота лежит **структура посевных площадей** — процентное соотношение площади посевов сельскохозяйственных культур и паров, при котором чистый пар и каждая из культур занимают по 25% от общей площади пашни. Для этого севооборота земельный участок делится на четыре равных по площади поля, на которых и размещаются культуры и чистый пар. Если каждая из этих культур будет возделываться долгое время на одном и том же поле, то такие посевы будут называться **бессменными**. Бессменный посев только одной культуры в хозяйстве называется **монокультурой**. Культура, возделываемая на одном и том же поле два года подряд, называется **повторной**.

Приведенная выше схема севооборота имеет четырехлетнюю **ротацию** — период, в течение которого все культуры и пар проходят через каждое поле севооборота в последовательности, предусмотренной схемой севооборота. План размещения культур и паров по полям и чередование их по годам на период ротации называется **ротационной таблицей**.

В ротационной таблице и в другой севооборотной документации нумерацию полей принято обозначать римскими цифрами в отличие от порядка чередования культур в схеме севооборота, обозначаемого арабскими цифрами.

**1. Причины чередования культур.** Многовековой опыт земледелия показывает, что при бессменном возделывании большинства сельскохозяйственных культур их урожайность снижается. И в современных условиях, несмотря на комплексную химизацию, механизацию, мелиорацию земледелия, предотвратить это снижение пока не удастся, хотя с позиций специализации земледелия бессменные посе­вы были бы экономически очень выгодны. Особенно резкое снижение урожая дают бессменные посе­вы сахарной свеклы, подсолнечника, льна, зернобобовых и других культур.

Обобщая громадный опыт практического земледелия и достижения агрономических наук, Д. Н. Прянишников дал всестороннее научное обоснование теории севооборота с учетом характера влияния растений на последующие культуры и плодородие почвы и сформулировал основные четыре группы причин необходимости чередования сельскохозяйственных культур на полях.

**Причины химического порядка.** Сельскохозяйственные культуры выносят из почвы с урожаем разное количество основных элементов питания. Поэтому бессменное возделывание культур приводит к одностороннему истощению почвы по какому-либо элементу питания и ухудшает ее питательный режим.

Некоторые культуры (зернобобовые, гречиха, озимая рожь, горчица и др.) с помощью своих корневых выделений растворяют труднодоступные для растений фосфаты почвы и переводят их в легко­растворимые, доступные для растений формы, что улучшает питательный режим почвы для последующей культуры. Чередую посе­вы бобовых культур с пропашными и зерновыми, можно рационально использовать почвенное плодородие, существенно улучшая питание одних растений азотом, других фосфором, третьих калием и в различном их соотношении и совокупности. Чередование различных культур позволяет регулировать баланс не только минерального питания, но и процессы синтеза и распада органического вещества в почве. Например, многолетние травы с бобовыми компонентами способны накапливать в почве большие запасы азота и органического вещества, которые эффективно могут быть использованы для получения высокого урожая картофеля, кукурузы и других пропашных культур, сменяющих на полях многолетние травы.

Другой важной причиной чередования культур является различная глубина проникновения их корней в почву и связанная с этим различная способность использования питательных веществ и влаги из разных слоев почвы. Поэтому чередование культур с глубоко проникающей корневой системой (люцерна, клевер, люпин) с культурами, имеющими корневую систему с малой глубиной проникновения (лен, просо, гречиха), позволяет полнее и эффективнее использовать элементы питания.

**Причины физического порядка** вытекают из различного воздействия сельскохозяйственных культур на структуру, строение, плотность почвы и ее

водный режим. Одни культуры - многолетние травы - в большей степени улучшают структуру почвы, другие - однолетние культуры - в меньшей степени. Многие культуры - подсолнечник, кукуруза, сахарная свекла, люцерна - сильно иссушают почву. При возделывании пропашных культур, особенно при недостатке органических удобрений, разрушается структура почвы.

На физические свойства почвы по-разному влияет и различная способность растений к накоплению органических остатков в почве. Например, после многолетних трав в почве остается до 50% корневых и поукосных остатков, тогда как после зерновых лишь 15—30%. Если после зерновых культур почва остается обычно сильно уплотненной, то после пропашных корнеплодных и клубнеплодных культур почва имеет рыхлое сложение. На физические свойства почвы положительно влияют также различные формы органических удобрений (навоз, торфокомпосты, зеленое удобрение, солома и т. п.), которые вносятся под отдельные культуры.

Все эти различия при чередовании культур позволяют учитывать положительное или отрицательное влияние предшественника на физические и водно-физические свойства почвы и целенаправленно строить севооборот с получением максимально возможного эффекта от лучших предшественников по их влиянию на плодородие почвы. Кроме того, это позволяет снижать затраты труда и средств на энергоемких операциях по обработке почвы.

**Причины биологического порядка.** При бессменных посевах увеличивается засоренность посевов, растения поражаются болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур. Например, при бессменном посеве растения озимой пшеницы сильно поражаются гнилями и ржавчиной, клевер — фузариозом, картофель — фитофторой, паршой, подсолнечник — белой гнилью, заразихой, сахарная свекла — нематодами, зернобобовые — клубеньковым долгоносиком. При этом в почве накапливаются токсические выделения растений — колины, фитонциды, продукты обмена микроорганизмов почвы, подавляющих жизнедеятельность растений и полезных микроорганизмов. Все это в совокупности вызывает так называемое утомление почвы, что отрицательно действует на рост и развитие растений.

При бессменных посевах в почве возрастает отрицательный фитопотенциал — на растительных остатках одной и той же культуры накапливаются возбудители ее болезней и каждый последующий посев поражается ими в еще большей степени. Точно так же при этом увеличивается заселенность почвы вредителями, повреждающими посевы данной культуры. Но простая смена культур на полях лишает возбудителей болезней (обычно почвенные грибы) и вредителей своего растения-хозяина, и они гибнут.

Бессменное возделывание вызывает быстрое засорение полей так называемыми специализированными сорняками, которые хорошо приспособлены к биологии и технологии возделывания данной культуры и от них трудно избавиться с помощью истребительных мер. Например, озимые хлеба при бессменном посеве сильно засоряются метлицей, костром ржаным, яровая пшеница — овсюгом, подсолнечник — заразихой. Но простое чередование озимых с яровыми, с чистым или занятым паром, с пропашными культурами позволяет избавиться от этих злостных сорняков. В борьбе с сорняками эффективно используется высокая конкурентная способность ряда культур (многолетние травы, озимые зерновые культуры).

При интенсификации земледелия широкое применение минеральных удобрений, комплексной механизации, орошения, пестицидов и других приемов передовых технологий возделывания сельскохозяйственных культур позволяет в основном снять целый ряд причин чередования химического, физического порядка. Но современные средства интенсификации, к сожалению, не позволяют устранить причины биологического порядка, поэтому они в настоящее время становятся главными и фитосанитарная роль севооборота возрастает.

**Экономические и организационно-хозяйственные причины** чередования культур определяются тем, что севооборот является основным звеном зональной системы земледелия. Он обеспечивает рациональное использование земли, агроклиматических ресурсов и биологического потенциала растений, техники, удобрений, рабочей силы. Севооборот создает благоприятные предпосылки для успешной защиты растений от болезней, вредителей, сорняков, почвы — от водной и ветровой эрозии, для повышения плодородия почвы, для получения устойчивых и высоких урожаев сельскохозяйственных культур при наименьших затратах труда и средств на единицу продукции.

Наличие в севообороте культур с разной продолжительностью вегетационного периода и с различной технологией возделывания дает возможность разгрузить периоды напряженных работ во время посева и уборки, равномернее использовать рабочую силу и технику и выполнить все полевые работы в оптимальные сроки и при высоком качестве. Правильная организация системы севооборотов в хозяйстве с учетом особенностей землепользования создает предпосылки для высокопроизводительного использования широкозахватной техники и других средств производства, для успешного внедрения подрядной и других прогрессивных форм организации труда.

**2. Предшественники сельскохозяйственных культур.** Для построения правильного чередования культур в севообороте нужно знать их лучшие предшественники. **Предшественником** называется сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году. Его влияние

на плодородие почвы и урожай последующей культуры и оценка как предшественника связаны с его биологией и технологией возделывания. По степени убывания ценности предшественники делятся на следующие группы: 1) чистые и занятые пары; 2) многолетние травы (бобовые — люцерна, клевер, эспарцет, донник; злаковые—тимофеевка, житняк, овсяница, костер безостый и др.); 3) зернобобовые (горох, вика, бобы, соя и др.); 4) пропашные (картофель, кукуруза, - корнеплоды); 5) озимые зерновые (пшеница, рожь, ячмень); 6) яровые зерновые непропашные (пшеница, овес, ячмень, гречиха, просо, рис и др.); 7) технические непропашные (лен, конопля).

**Предшественники озимой пшеницы и озимой ржи.** Лучшими из них являются чистые пары (в районах недостаточного увлажнения) и занятые пары и многолетние травы (в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях).

**Паром** называется поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение определённого периода времени и поддерживаемое в чистом от сорняков состоянии. Все пары делятся на чистые и занятые. **Чистым паром** называется поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур и обрабатываемое в течение всего вегетационного периода. Чистые пары играют важную роль в накоплении влаги и в создании устойчивого земледелия в засушливых районах.

Чистые пары могут быть черными и ранними. Черным называется чистый пар, основная обработка которого проводится летом или осенью предшествующего парованию года. Ранним называется чистый пар, обработка которого начинается весной в год парования.

Для накопления влаги с помощью снегозадержания и защиты почвы от ветровой эрозии чистые пары делают кулисными. С этой целью поперек господствующего направления ветров размещают кулисы - летние посевы на паровых полях полосами высокостебельных культур.

**Занятым паром** называется пар, в течение некоторого периода занятый культурными растениями, а в остальное время подвергающийся обработке. Парозанимающие культуры - однолетние травы на зеленый корм, ранний картофель, подсолнечник или кукуруза на силос или зеленый корм - быстро растут и рано освобождают поле, в котором проводится комплекс приемов по подготовке почвы под посев озимой культуры. Занятые пары делятся на пропашные, сплошного сева и сидеральные. К пропашным парам относятся пары, занятые посевом пропашных культур (картофель, подсолнечник, кукуруза), к парам сплошного сева - пары, занятые смесями однолетних трав на корм ( вико-овсяные, горохо-подсолнечниково-овсяные, горохо-ячменные и др.). Сидеральным называется поле занятого пара, в котором возделываются бобовые и другие культуры для заправки их зеленой массы в

почву в качестве органического удобрения (люпин, сераделла, донник, рапс, горчица и др.). Сидеральные пары особенно эффективны как предшественники озимых зерновых культур на почвах легкого механического состава. На Кубани и в некоторых других южных районах возделывания озимых культур их предшественниками могут быть и непаровые культуры - рано освобождающие поля зерновые, зернобобовые, технические культуры, после уборки которых остается еще несколько месяцев до посева озимых. В этот период проводят так называемую полупаровую обработку почвы, состоящую из серии послонных обработок, сходных с обработками почвы в полях чистого пара.

В районах недостаточного увлажнения допускается повторное возделывание озимой пшеницы после чистого пара.

**Предшественники яровой пшеницы и других яровых культур.** Яровая пшеница — основная зерновая культура восточных степных районов нашей страны — Поволжья, Западной Сибири, Алтая, где суровые условия малоснежных зим исключают возможность возделывания озимых зерновых культур. Основным условием получения высоких устойчивых урожаев яровой пшеницы в этих районах является наличие влаги и чистота полей от сорняков. Поэтому она размещается после чистых кулисных паров, влияние которых настолько высоко, что яровую пшеницу после них обычно сеют повторно два года. Прибавки урожая зерна пшеницы от использования чистого пара достигают 70—80% в первый год, 30—40% на второй год посева этой культуры. Чистый пар в этих условиях создает предпосылки устойчивого земледелия и в остро засушливые годы. Хорошие урожаи яровая пшеница дает и после многолетних трав зернобобовых и пропашных культур.

Ячмень, овес и другие ранние яровые культуры размещают после пропашных и озимых культур, после многолетних трав и яровой пшеницы, идущей по чистому пару и другим хорошим предшественникам. Поздние яровые зерновые культуры — просо, гречиху — лучше размещать после многолетних трав, хорошо очищающих поля от сорняков.

Посевы яровых зерновых культур сильно засоряются сорняками и поражаются болезнями, поэтому они являются плохими предшественниками для многих культур и поля после них отводят под чистый или занятый пар, под многолетние травы или пропашные культуры.

Лучшее место **пропашных** культур в севообороте — после озимых и яровых хлебов, идущих по чистому или занятому пару, а также по пласту многолетних трав и другим хорошим предшественникам при условии, что почва на этих полях, хорошо заправлена органическими удобрениями. На высоком агрофоне возможно повторное и бессменное возделывание картофеля и кукурузы на силос. Для **льна-долгунца** хорошим

предшественником являются многолетние травы, озимые и пропашные культуры, идущие по пласту многолетних трав.

**Клевер, люцерна** в смеси со злаковыми многолетними травами подсеваются весной под покров яровых или озимых зерновых культур. Но при урожайности зерновых покровных культур 30—40 ц/га подсеянные травы могут сильно изреживаться, поэтому в этих случаях возможен их чистый посев или подсев под озимые промежуточные культуры на корм, рано освобождающие поле, или под покров однолетних трав на корм (вико-овсяная и другие смеси).

**Зернобобовые, сахарную свеклу, лен, подсолнечник** нельзя возделывать повторно из-за поражения болезнями, нематодами, возбудителями (у подсолнечника). Их можно возвращать на одно и то же поле не раньше чем через 3—4 года, подсолнечник — через 7—9 лет.

**3. Классификация севооборотов.** Большое разнообразие почвенно-климатических условий и возделываемых в нашей стране сельскохозяйственных культур определяет необходимость иметь различные севообороты, которые подразделяются на типы и виды. **Тип** севооборота определяется производимой главной продукцией (зерно, корма, овощи и т. д.), а **вид** — соотношением площадей, отводимых под культуры и пар. Выделяют **три типа** севооборотов — полевые, кормовые и специальные.

**Полевыми** называются севообороты, предназначенные для производства зерна, технических культур, картофеля.

**Кормовыми** называются севообороты, предназначенные в основном для производства грубых и сочных кормов. Этот тип севооборотов подразделяется на два подтипа — прифермские и сенокосно-пастбищные.

**Специальными** называются севообороты, в которых возделываются культуры, требующие особых условий и специальной технологии. К ним также относятся почвозащитные севообороты.

По видам севообороты делятся на зернопаровые, зернопаро-пропашные, зернопропашные, зернотравяные, плодосменные, травопольные, пропашные, травяно-пропашные, сидеральные. Одни и те же виды севооборотов могут относиться к разным типам. В последнее время стали выделять специализированные севообороты — особый вид полевого севооборота, в котором посевы одной из ведущих культур достигают предельно допустимого насыщения, возможны ее повторные посевы и более частое, чем обычно, возвращение на одно и то же поле (зерновые, картофельные, свекловичные, льняные и др.).

В зернопаровых севооборотах большая часть пашни занята посевами зерновых культур и имеется поле чистого пара. Например: 1) чистый (кулисный) пар; 2) яровая пшеница; 3) яровая пшеница; 4) овес и ячмень — севооборот для засушливых степей Западной Сибири.



Зернопаропропашные севообороты отличаются от зернопаровых тем, что в них зерновые, занимая 50—70% площади пашни, чередуются еще и с пропашными культурами. Например, для полузасушливых районов Среднего и Нижнего Поволжья, Северного Кавказа и Южного Урала, некоторых районов (лесостепь) Сибири используют севооборот: 1) чистый пар; 2) яровая пшеница (иногда озимая рожь); 3) яровая пшеница; 4) пропашные; 5) яровая пшеница; 6) ячмень и овес.

Зернопропашные севообороты — 50% пашни и более отводится под зерновые, которые чередуются с пропашными культурами. Например: 1) горох на зерно; 2) озимая пшеница; 3) кормовые корнеплоды; 4) кукуруза на зерно; 5) картофель ранний; 6) озимая пшеница; 7) кукуруза на зерно; 8) кукуруза на силоса 9) овес и ячмень; 10) подсолнечник. Зернопропашные севообороты распространены на орошаемых землях, в районах достаточного увлажнения Северного Кавказа, в Центрально-Черноземном районе.

В зернотравяных севооборотах большая часть пашни занята зерновыми культурами, а остальная часть — многолетними и однолетними травами. Это севообороты Нечерноземной зоны и других районов достаточного увлажнения: 1) занятый пар (вика-овес); 2) озимая рожь; 3) ячмень с подсевом многолетних трав; 4) многолетние травы 1-го года пользования; 5) многолетние травы 2-го года пользования; 6) озимая пшеница; 7) овес.

Плодосменными называют такие севообороты, в которых около половины площади пашни занимают зерновые культуры, чередующиеся с пропашными и бобовыми культурами. Например: 1) клевер; 2) озимая пшеница; 3) картофель; 4) ячмень с подсевом клевера. Плодосменный севооборот называют еще зерно-травяно-пропашным, если в нем в качестве бобовых культур используются многолетние травы. Например: 1) многолетние травы (смесь клевера с тимофеевкой) 1-го года пользования; 2) многолетние травы 2-го года пользования; 3) озимая пшеница; 4) картофель; 5) овес; 6) кукуруза на силос; 7) ячмень с подсевом многолетних трав. Такие и им подобные севообороты распространены в Нечерноземной зоне, в лесостепи России, на орошаемых землях.

К пропашным относятся севообороты, в которых большая часть площади пашни занята пропашными культурами. Например: 1) капуста; 2) томат; 3) лук и огурец; 4) морковь и столовая свекла; 5) зеленные овощи или 1) картофель; 2) кукуруза на силос; 3) ячмень и овес; 4) кормовые корнеплоды и кукуруза на силос. Это севообороты овощные (специальные) или прифермские (кормовые) на хорошо окультуренных почвах.

Сидеральными называются севообороты, в которых одно или несколько полей отводится для культур на зеленое удобрение. Это севообороты легких почв нечерноземных районов России. Например: 1) люпин однолетний на зеленое удобрение; 2) озимая рожь + пожнивная горчица на зеленое

удобрение; 3) картофель; 4) ячмень с подсевом сераделлы на зеленое удобрение; 5) кукуруза на силос; 6) овес.

Травяно-пропашные севообороты состоят из чередующихся друг с другом пропашных культур и многолетних трав. Это кормовые прифермские севообороты пригородных хозяйств молочно-картофельной специализации. Например: 1) однолетние травы с подсевом многолетних трав; 2) многолетние травы 1-го года пользования; 3) многолетние травы 2-го года пользования; 4) картофель; 5) кукуруза на силос; 6) кормовые корнеплоды и картофель или овощные севообороты с многолетними травами. Например: 1) озимая рожь на зеленый корм с подсевом многолетних трав; 2) многолетние травы 1-го года пользования; 3) многолетние травы 2-го года пользования; 4) капуста; 5) томаты; 6) столовые корнеплоды; 7) зеленные овощи. На орошаемых землях применяют травяно-пропашные севообороты кормового типа: 1—4) люцерна; 5—7) кукуруза на силос; 8) кукуруза на силос с подсевом люцерны.

В травопольных севооборотах большая часть пашни занята посевами многолетних трав. К ним относятся кормовые сено-косно-пастбищные севообороты с чередованием: 1) однолетние травы с подсевом многолетних трав; 2—5) многолетние травы; 6) кукуруза на силос; 7) ячмень или 1) ячмень с подсевом многолетних трав; 2—5) многолетние травы. Эти севообороты применяют в хозяйствах с мясо-молочной специализацией, а также для защиты почвы от эрозии.

Севообороты также характеризуются и по количеству полей; указывается площадь поля и общая площадь пашни, которую занимает севооборот. Количество полей в севообороте устанавливают, исходя из структуры посевных площадей, особенностей рельефа и землепользования конкретного хозяйства. В севообороте может быть от 2-3 до 10-12 полей.

В условиях возрастающей интенсификации земледелия все большее значение приобретают в севооборотах посевы *промежуточных культур*, которые выращиваются в период времени, свободный от возделывания основных культур севооборота. Это позволит высвободить из-под кормовых культур значительные площади пашни для посева зерновых, технических и других ценных культур. Промежуточные культуры занимают важное место в укреплении кормовой базы животноводства, так как дают свежие корма в те периоды года, когда основные кормовые культуры еще не достигли кормовой спелости (весной) или уже сошли с полей (осенью).

Одновременно они имеют большое агротехническое, организационно-хозяйственное и экологическое значение. Промежуточные культуры служат важным источником высококачественного органического — зеленого удобрения. Они предупреждают засоление почвы и вымывание элементов питания из пахотного слоя, являются важным средством борьбы с эрозией почвы. Посевы промежуточных культур имеют для севооборота большое

фитосанитарное значение, так как они ослабляют вредоносность возбудителей болезней растений, снижают засоренность посевов сорняками. Особую роль играют эти культуры в условиях специализации земледелия при уменьшении набора возделываемых основных культур. Отличаясь по биологии и технологии возделывания от основных культур, они выполняют роль утраченных элементов чередования культур в севооборотах различной специализации.

В зависимости от сроков сева и места в севообороте промежуточные культуры делят на четыре подгруппы: озимые, пожнивные, поукосные и подсевные. К озимым промежуточным относятся культуры озимого сева, которые убирают весной на корм или запахивают как зеленое удобрение и после них возделывают основные поукосные культуры. Пожнивными называют культуры, высеваемые по обработанному жнивью зерновых культур и используемые в том же году. К поукосным промежуточным относятся культуры, высеваемые после уборки однолетних трав на корм. Поукосно могут быть высеяны те же культуры, которые используются и для пожнивного сева. Подсевными промежуточными называются культуры, высеваемые под покров зерновых культур и однолетних трав и убираемые в тот же год.

Выбор промежуточных культур с учетом особенностей их биологии и агротехники определяется местными агроклиматическими ресурсами. К озимым промежуточным предъявляется в первую очередь требование быть устойчивыми к неблагоприятным условиям перезимовки, рано трогаться в рост и быстро расти весной, к пожновым и поукосным — быть засухоустойчивыми, быстро расти и хорошо переносить осенние заморозки, к подсевным — сохраняться под покровом основной культуры и быстро расти после освобождения от нее. Но при этих обязательных требованиях все они должны давать высокие устойчивые урожаи, с высоким экономическим эффектом, окупающим затраты на возделывание промежуточных культур.

**4. Введение и освоение севооборотов.** Введение и освоение севооборотов — два последовательных этапа освоения и эффективного использования новой системы севооборотов, которая разрабатывается на основе перспективной для данного хозяйства структуры посевных площадей. Введение севооборотов — это разработка, утверждение и перенесение проекта системы севооборотов на территорию землепользования хозяйства. Освоение севооборотов — выполнение плана освоения севооборотов и переход к размещению сельскохозяйственных культур по предшественникам согласно схемы севооборотов.

Введение севооборотов начинают с разработки системы севооборотов как основы проекта внутрихозяйственного землеустройства. Он разрабатывается проектными землеустроительными организациями совместно со специалистами данного хозяйства. На основе перспективного

плана развития хозяйства и рациональной структуры посевных площадей разрабатывается наиболее эффективное с агротехнической и экономической стороны чередование культур, обеспечивающее наибольший выход зерна, кормов, овощей и другой продукции с единицы площади пашни. При этом используются данные почвенно-агрохимических картограмм, карты засоренности и эрозионного состояния полей, учитываются особенности размещения пахотных и других сельскохозяйственных угодий, населенных пунктов, состояние дорог, уровень культуры земледелия и многое другое.

После обсуждения проекта системы севооборотов в коллективе хозяйства по нему производят землеустроительные работы — размещают севообороты и нарезают их поля на земельных массивах хозяйства. При этом стремятся разместить поля и весь севооборот на одном земельном массиве, без пересечения их дорогами, оврагами, речками, лесом, заболоченными понижениями, но края полей должны совпадать с этими естественными границами и выходить к дорогам. На эрозионно опасных склоновых землях поля севооборотов должны нарезаться длинной стороной поперек склона или под небольшим углом к нему. Поля должны быть прямоугольной формы и примерно равными по площади.

Севообороты считаются введенными после завершения землеустроительных работ по новому проекту. Следующий этап — освоение новых севооборотов — длится несколько лет — 2—3 года. В это время реализуется план перехода к новым севооборотам, который разрабатывается и утверждается одновременно с другой документацией по новой системе севооборотов. В период освоения севооборотов допускается некоторое отклонение от принятого чередования культур и замена культур в пределах одной группы (многолетних трав — однолетними, озимых зерновых — яровыми и т. д.). Однако при этом структура посевных площадей по группам культур и урожайность должны быть близкими к планово-перспективным.

Севооборот считается освоенным, если размещение культур по полям идет по предшественникам, предусмотренным новой схемой чередования при одновременном соблюдении границ полей.

Год освоения севооборота является первым годом его ротации, и размещение культур по полям в этот год является основанием для составления ротационной таблицы.

Все эти материалы содержатся в агроэкономическом обосновании новой системы севооборотов, и на их основе составляются книга истории полей и агротехнические паспорта полей. В них отражается не только схема чередования и размещения культур, но и дается характеристика плодородия почвы, состояние поля в предшествующие годы и намечаются комплекс мероприятий по повышению плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, количественные и качественные

характеристики проведенных и планируемых агротехнических мероприятий. Эти документы имеются в каждом хозяйстве и ведутся агрономами.

## Обработка почвы

1. Повышение плодородия почвы и создание благоприятных условий для роста растений неразрывно связаны с обработкой почвы. Под обработкой понимают механическое воздействие на почву в целях создания оптимальных почвенных условий жизни для выращиваемых растений, уничтожения сорняков, защиты почвы от эрозии. Обработка почвы – основное агротехническое средство регулирования почвенных режимов, интенсивности биологических процессов, поддержания хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов. Качественная обработка повышает эффективное плодородие и урожайность культур.

С помощью механической обработки почвы достигаются следующие цели:

- придание почве мелкокомковатого структурного состояния (плотности, пористости и др.) , при котором создаются благоприятные для роста растений условия водного, воздушного, питательного и теплового режимов;
- поддержание хорошего фитосанитарного состояния почвы и посевов: заделка семян, подрезание сорняков, уничтожение болезней и вредителей культурных растений;
- предотвращение эрозийных процессов, чрезмерного уплотнения почвы, уменьшение ее смыва, снижение потерь из почвы воды, гумуса, питательных веществ в целях сохранения потенциального плодородия.

Обработка почвы необходима для увеличения мощности пахотного слоя, а также для заделки органических и минеральных удобрений, извести и других мелиорантов в целях воспроизводства и окультуривания почвы.

С помощью обработки улучшается аэрация почвы, влагообеспеченность растений, активизируется жизнедеятельность почвенных организмов (бактерий), повышается доступность растений влаги и питательных веществ. При разрыхлении и выравнивании почвы создаются оптимальные условия для роста культур, качественного выполнения полевых работ – посев, уход за растениями, уборка урожая.

**2. Технологические операции при обработке почвы.** Под воздействием механических орудий происходит изменение физического состояния почвы и ее свойств, которые характеризуются рядом технологических операций. Основными из них являются: оборачивание, рыхление, крашение, перемешивание, уплотнение, выравнивание поверхности почвы, подрезание

сорняков и создание на поверхности почвы микрорельефа (гребней, лунок, борозд), сохранение стерни.

Оборачивание – перемешивание в вертикальном направлении слоев или горизонтов почвы, различающихся по содержанию влаги, гумуса, питательных веществ и другим агрономическим свойством.

Под воздействием удобрений, растений, света, микроорганизмов верхний слой почвы приобретает более высокую оструктуренность, плодородие по сравнению с нижним горизонтом. Оборачивание улучшает свойства и плодородие нижней части пахотного слоя. Оборачивание выполняют плугами, лемешными луцильниками и другими орудиями.

Рыхление почвы – изменение взаимного расположения почвенных отдельностей (комков, агрегатов) с образованием более крупных пор. При рыхлении улучшаются водо – и воздухопроницаемость, изменяется тепловой режим, активизируется деятельность почвенных организмов. Более рыхлое состояние почвы облегчает проникновение корней растений в глубокие слои почвы и перенесение засухи. Рыхление выполняется плугами, культиваторами, луцильниками, боронами и фрезами.

Крошение – дробление крупных комков и глыб с уменьшением их размеров. Его осуществляют чаще всего одновременно с другими операциями. При крошении уменьшается испарение влаги, ускоряются появления всходов и рост растений, обеспечивается равномерная заделка семян. Для крошения глыб используют дисковые бороны, катки.

Перемешивание почвы создает однородный обрабатываемый слой, в котором равномерно распределены продукты разложения органических веществ, органические и минеральные удобрения. Перемешивание почвы с известью или гипсом устраняет повышенную кислотность, а на солонцах – чрезмерную засоленность, улучшает доступность растениям питательных веществ. Эту операцию осуществляют плугами, отвальными и дисковыми луцильниками, почвенными фрезами.

Уплотнение почвы – изменяется взаимное расположение почвенных отдельностей с образованием более мелких пор. При уплотнении уменьшается пористость, происходит более тесное соприкосновение семян с почвой. Уплотнение почвы проводят катками с различной рабочей поверхностью и другими орудиями.

Выравнивание поверхности почвы – устранение неровностей поверхности почвы. Оно необходимо для уменьшения испарения влаги из почвы, подготовки участка к орошению, равномерной заделки семян, качественной работы посевных и уборочных машин. Выравнивание осуществляют шлейфами, волокушами, боронами, катками.

Подрезание сорняков осуществляют одновременно с рыхлением, оборачиванием и перемешиванием почвы при вспашке, лушении,

культивации. Для этого используют специальные ножевые, штанговые и другие культиваторы.

Создание микрорельефа (борозд, гряд, гребней, щелей, лунок, микролиманов) на поверхности почвы необходимо для регулирования водного, воздушного, питательного режимов на склоновых землях, подверженных водной эрозии. Оно предотвращает сток воды, а с ней питательных веществ, смыв почвы. С помощью борозд отводят избыточную воду на переувлажненных землях, проводят орошение. Эти работы выполняют с помощью бороздоделателей, окучников, грядоделателей, приспособлений к плугам. На почвах, подверженных эрозии оставляют стерню. Стерня снижает скорость ветра, способствует накоплению снега и уменьшает глубину промерзания почвы. Это ускоряет поглощение атмосферных осадков, предохраняет почву от иссушения и от выдувания. Сохранение стерни достигается применением культиваторов-плоскорезов, игольчатых борон и других орудий.

**3. Приемы основной и поверхностной обработок почвы.** Различные приемы и способы обработки почвы применяются в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий и вида выращиваемых культурных растений.

Основным приемом обработки почвы является вспашка. Вспашка может быть отвальной и безотвальной.

При отвальной вспашке выполняется несколько технологических операций: подрезание, рыхление, оборачивание и перемешивание пахотного слоя. Такую вспашку производят отвальными плугами с предплужниками, применяют на хорошо окультуренных почвах, не подверженных процессам эрозии.

Безотвальная вспашка – это прием рыхления почвы орудиями без ее оборачивания. Ее применяют в условиях недостаточного увлажнения, в степных районах, подверженных ветровой эрозии. При такой обработке почву рыхлят с оставлением стерни на поверхности поля, а также хорошо подрезаются сорняки. Стерня задерживает снег и повышает устойчивость почвы против выдувания, зимой почва промерзает на меньшую глубину и весной несколько раньше оттаивает, стерня уменьшает сток талых вод, запас воды в почве повышается примерно в два раза по сравнению с отвальной обработкой. Выполняется обработка безотвальными плугами или плугами со снятыми отвалами. Однако безотвальная вспашка имеет и отрицательные стороны: в верхнем слое почвы накапливаются семена и вегетативные органы размножения сорняков, возбудители различных болезней растений. Т.С.Мальцевым была разработана система безотвальной обработки почвы. Эта система включает глубокое безотвальное рыхление почвы один раз в 3-5 лет, которое сочетают с ежегодными мелкими обработками – лущением или дискованием на небольшую глубину.

Глубина вспашки зависит от зональных особенностей, мощности пахотного слоя и типа почвы, от биологических особенностей возделываемой культуры и от санитарного состояния поля (количества сорных растений). Вспашку на глубину менее 20 см считают мелкой, на глубину 20-23 см – обычной (нормальной), 24-40 см глубокой, а глубже 40 см – сверхглубокой (плантажной).

Время вспашки определяется почвенно-климатическими условиями, увлажнением почвы и особенностями возделываемых культур.

Кроме основной обработки почвы применяют поверхностную обработку. К приемам поверхностной обработки почвы относятся лушение, шлейфование, боронование, культивация, прикатывание, окучивание.

Лушение – это поверхностное рыхление почвы корпусными или дисковыми орудиями с одновременным подрезанием сорняков и некоторым оборачиванием верхнего слоя почвы. Для лушения применяют различные плуги–луцильники и дисковые бороны.

Шлейфование – прием обработки вспаханной почвы с целью создания ровной ее поверхности. При шлейфовании размельчаются глыбы, засыпаются углубления, поверхность поля выравнивается. Для этого используют специальные орудия – волокуши и шлейф-бороны.

Боронование – прием поверхностного рыхления почвы на небольшую глубину (до 10 см) с одновременным ее выравниванием. Боронование оказывает комплексное воздействие на почву и растения: оно уничтожает поверхностную корку, улучшает аэрацию почвы, уменьшает испарение влаги из почвы, уничтожает появляющиеся всходы сорняков, заделывает в почву минеральные удобрения. Для боронования применяют различные бороны: зубовые, пружинные, дисковые.

Культивация – рыхление ранее вспаханной почвы на разную глубину (12 - 15 см) с подрезанием сорняков, но без оборачивания почвы. Культивация может быть сплошной и междурядной, когда поле занято пропашной культурой, выполняется различными видами культиваторов.

Прикатывание – уплотнение и выравнивание поверхности пахотного слоя. Этот прием применяют для усиления притока влаги к семенам, предохранения почвы от чрезмерного испарения, для дробления крупных глыб, для прикатывания растений – сидератов. Для прикатывания применяют шпоровые, гладкие, кольчатые и рубчатые катки.

Окучивание – приваливание рыхлой почвы к нижней части стебля. Этим приемом увеличивают образование придаточных корней у некоторых культур (картофель, кукуруза и др.) в целях повышения урожайности. При окучивании уничтожаются сорняки. Для окучивания применяют универсальные культиваторы, снабженные лапами – окучниками.



Главной задачей системы обработки почвы следует считать создание наилучших условий жизни культурных растений.

## Агрохимия

*1. Агрономическая химия*, или агрохимия, — наука о взаимоотношениях между растением, почвой и удобрениями в процессе питания сельскохозяйственных культур. Главной задачей агрохимии является изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растении, которые могут повышать урожай или изменять его состав. Теоретические основы агрохимии включают в себя следующие вопросы: 1) теория питания растений; 2) учение о свойствах почвы с точки зрения питания растений и взаимодействия ее с удобрениями; 3) учение о свойствах удобрений.

Агрохимия является одновременно и химической, и биологической наукой. Внося удобрения и осуществляя синтез всех воздействий, применяемых в земледелии для получения максимального урожая высокого качества, необходимо учитывать последствия этих воздействий. Так, например, неграмотное применение азотных удобрений может привести к загрязнению нитратами грунтовых вод. Избыточное одностороннее, не сбалансированное по другим элементам азотное питание растений приводит к избыточному накоплению нитратов в продукции, и, прежде всего в зеленых овощах, картофеле, что может нанести непоправимый вред тем, кто их потребляет. Внесение в кислую почву избыточных количеств навоза переводит дополнительное количество марганца в подвижную форму, что может стать причиной гибели урожая. Избыточное содержание в почве подвижной меди может вывести почву из землепользования на десятки лет. В свою очередь недостаток того или иного микроэлемента может привести к значительному недобору урожая и резкому ухудшению его качества. Опыт мирового земледелия показывает, что уровень урожайности сельскохозяйственных культур находится в тесной зависимости от количества применяемых удобрений.

Значительно возросла роль агрохимиков в сельскохозяйственном производстве. На их плечах лежит ответственность за рациональное использование удобрений, за правильное решение вопросов охраны окружающей среды.

Следует отметить, что необходимо разрабатывать принципы реализации возможностей растений, научное обоснование коэффициентов использования удобрений на основе диагностики питания. Необходимо обратить особое внимание на раннюю диагностику нарушений режима питания. Актуальна дальнейшая разработка критериев качества сельскохозяйственной продукции. Важным вопросом является оптимизация питания в закрытом

грунте. В нашей стране только около 60% пашни находится в благоприятных климатических условиях. 150 млн. га площади подвержены различным видам эрозии и деградации.

Необходимость высокой отдачи от удобрений требует коренного пересмотра прежних основ определения норм удобрений. Полное использование генетического потенциала урожайности культур и высокая эффективность использования удобрений без отрицательного влияния на качество самих культур и окружающую среду возможно только при учете всех факторов жизнедеятельности растений. Учитываемые факторы: разновидность почвы, ее механический состав, рН, содержание доступных для растений соединений фосфора и калия, степень эрозии, предшественник, внесение NPK и органики под предшественник, культура, сорт, планируемый урожай, обеспеченность кальцием.

В системе агрохимического обслуживания существует единая специализированная агрохимическая служба. Основные агрохимические анализы выполняются сетью институтов и зональных лабораторий. Зональная агрохимическая лаборатория состоит из 5 отделов: 1) оперативного (агрохимическое обслуживание почв, разработка рекомендаций, оформление документации, составление картограмм); 2) аналитического (анализ почв и удобрений); 3) отдела химизации животноводства; 4) отдела охраны окружающей среды, химической токсикологии и радиологии; 5) административно-хозяйственного.

## **2. Научные основы питания растений.**

**Химический состав растений.** Питание растений — это обмен веществ между растением и средой. Воздушное питание растений путем фотосинтеза происходит интенсивнее, чем корневое. Фотосинтез зависит от температуры, влажности, биологических особенностей растений, густоты посевов, содержания и соотношения элементов питания в почве. Корневое питание зависит от температуры, влажности, биологических особенностей растения, фотосинтеза, роста корней, рН, микрофлоры, свойств почвы, содержания и соотношения в почве элементов питания растений. Растение строит свой организм из определенных химических элементов, находящихся в окружающей среде. Оно состоит из сухого вещества и содержит большое количество воды: в вегетативных органах—до 95%, в семенах—до 15%. В сухом веществе растений около 95% С, О, Н, N и около 5% зольных элементов. По имеющимся литературным сведениям, растениям необходимы 20 элементов, 12 элементов являются условно необходимыми (приведены в скобках): I. Н, (Li), Na, K, Си, (Ag); II. Mg, Ca, Zn, (Sr, Cd); III. В, (Al); IV. С, (Si, Ti, P); V. N, P, V; VI. O,S, (Cr), Se, Mo; VII. (F), Cl, Mn, J; VIII. Fe, Co (Ni).

Основные органические вещества, входящие в состав растений: белки, жиры, крахмал, сахара, клетчатка. В зерне бобовых растений белка в 3 раза

больше, чем в зерне ржи или овса. Семена подсолнечника, льна, конопли, мака. клещевины имеют большое количество жира. Злаковые растения и картофель накапливают много крахмала. В состав плодов и ягод входят разнообразные сахара.

Вынос элементов питания с урожаями различных культур колеблется в широких пределах. Избирательность поглощения определяет характер круговорота элементов. Различают биологический и хозяйственный вынос элементов питания. Под **хозяйственным выносом** подразумевают вынос элементов питания с урожаем основной и побочной продукции (например, зерно и солома). **Биологический вынос** включает вынос элементов питания из почвы всеми частями растения, кроме основной и побочной продукции, сюда входят пожнивные остатки, корни, опавшие листья.

**3. Теория поступления элементов питания в растение.** В основе жизни растительного организма лежит многообразие реакций обмена как с внешней средой, так и внутри клетки, и между клетками или различными органами.

Существуют два типа питания живых организмов: *автотрофный* (усвоение минеральных солей, воды, углекислоты и синтез из них органического вещества) и *гетеротрофный* (использование организмами готовых органических веществ).

Основным процессом, в результате которого создаются органические вещества в растениях, является фотосинтез. В небольших количествах растения могут усваивать из окружающей среды аминокислоты, ростовые вещества, витамины, антибиотики. Азот, вода, зольные элементы поступают в растение в основном из почвы через корневую систему. Помимо поглощения, корень выполняет функции закрепления растения в почве, первичного усвоения веществ, включая их в метаболизм, распределения и перемещения воды и минеральных веществ. Корень также является органом, в котором осуществляются многочисленные биосинтетические и другие процессы. Поглощение основной массы питательных веществ осуществляется молодыми, растущими участками корня. В корневой системе осуществляется синтез ряда физиологически активных веществ, в частности цитокининов, которые задерживают старение листьев, приостанавливают разрушение субклеточных структур, повышают приток ионов калия и уменьшают поступление ионов кальция. Необходимые факторы роста стебля — гиббереллины — частично синтезируются также в корнях.

Функции корневой системы тесно связаны с надземными органами растений. Из листьев в корни оттекают ассимиляты в форме сахарозы, которая используется на: 1) метаболизм корня, его рост и поддержание функционирующих клеток корня в физиологически активном состоянии; 2) построение веществ, выделяемых корнем в наружную среду; 3) построение

веществ, поступающих с пасоккой в надземные органы на обеспечение синтетической деятельности корня.

#### **4. Влияние условий внешней среды на питание растений.**

Поглощение элементов питания из почвы представляет собой активный физиологический процесс, связанный с жизнедеятельностью всего растения в целом. Он зависит от биологических особенностей растения, механического состава почвы, ее свойств, в частности от уровня потенциального плодородия, связанного с содержанием органического вещества и минералогическим составом, температуры, влажности, аэрации, реакции и концентрации почвенного раствора, освещенности и т. д. Постоянное совершенствование способов применения удобрений возможно на основе глубокого изучения не только свойств почв и удобрений, но и постоянно изменяющихся потребностей растений в питательных веществах, механизма поступления питательных веществ и других вопросов, относящихся к физиологии, биохимии растений, почвоведению и т. д.

**Влажность почвы.** Содержание достаточного количества влаги в почве является необходимым условием для нормального развития растений и оказывает большое влияние на поступление в них элементов питания.

Влияние влажности почвы на поступление в растение элементов питания определяется в основном следующими факторами: 1) улучшением общего физиологического состояния растений, так как нормальная обводненность тканей способствует фотосинтезу, биосинтезу белков и некоторым другим процессам обмена веществ, которые во многом определяют поглощение растениями элементов питания; 2) улучшением развития и расположения корней при нормальном содержании влаги в почве; 3) универсальностью воды как среды диффузии ионов из почвенного раствора и почвенного поглощающего комплекса к корневым волоскам растений.

По многочисленным данным, при оптимальной влажности почвы в растения поступает много макро- и микроэлементов. При избытке влаги увеличивается содержание в почве закисных соединений железа и марганца, что неблагоприятно сказывается на развитии растений. При дефиците влаги нарушается согласованность в работе ферментных систем, усиливаются процессы гидролиза и распада органических веществ, резко снижается интенсивность фотосинтеза, прекращается рост растений.

Только около 0,2% воды, поглощаемой корнями, расходуется на построение тканей растения; свыше 99% ее испаряется. Расход воды, необходимый для создания единицы сухого вещества, значительно уменьшается в условиях достаточного обеспечения растений элементами минерального питания.

При высокой влажности воздуха значительно снижается испарение воды растениями и увеличиваются интенсивность роста растений и поглощение

ими элементов питания. На запас воды в почве значительное действие оказывает применяемая агротехника. При внесении высоких норм удобрений необходимо учитывать обеспеченность посевов достаточным количеством влаги, а в засушливых условиях — обращать внимание на нормы азотных и калийных удобрений, которые в основном оказывают решающее воздействие на ионную силу раствора. При достаточной влагообеспеченности почвы повышается отдача от внесения удобрений, что подтверждается практикой применения удобрений в условиях орошения.

**Тепло.** Все проявления жизнедеятельности растений возможны только в известных температурных пределах. Для большинства растений при нормальном освещении и достаточном снабжении влагой благоприятна температура воздуха 15—30 °С. Для поступления азота и фосфора в зерновые культуры оптимальной является температура в пределах 23—25 °С. При повышении температуры до 35 °С содержание белка в зерне пшеницы может заметно возрасти. Отмечено, что белка в пшенице на юго-востоке нашей страны содержится больше, чем на северо-западе, что связано с повышенными температурами в юго-восточных районах.

Для хорошего роста корней температура почвы должна быть несколько ниже, чем температура воздуха для роста надземной части растений, но разница температур не должна быть слишком значительной. Слишком сильный перегрев почвы может неблагоприятно сказаться на развитии растений.

Минимальная температура почвы для появления всходов у яровых зерновых и гороха равна 4—5 °С, гречихи 7—8 °С, кукурузы и проса 10—11 °С, риса, хлопчатника 14—15 °С. Для формирования репродуктивных органов необходима следующая минимальная температура: для яровых зерновых, гороха 10—12 °С, для гречихи, подсолнечника, кукурузы, проса 12—15 °С, для риса, хлопчатника 18—20 °С. Во время плодоношения для большинства культур достаточна температура 10—12 °С, а для риса и хлопчатника 15—20 °С.

Для каждого вида и сорта растений можно отметить температуры, соответствующие наиболее интенсивному поглощению тех или иных элементов минерального питания.

**Свет.** В процессе фотосинтеза растения усваивают энергию света. При затенении снижается не только интенсивность фотосинтеза, но и поглощение элементов питания корнями. Выдерживание растений в течение нескольких часов в темноте приводит к полному прекращению поступления элементов минерального питания. Это объясняется тем, что в процессе фотосинтеза накапливаются органические вещества, служащие материалом, используемым в процессе дыхания. При затенении растений процесс дыхания постепенно прекращается. Ингибиторы дыхания также прекращают

поступление элементов минерального питания. Усвоение световой энергии - начало сложного цикла энергетического обмена между растением и внешней средой. Влияние света на поглощение элементов питания выражается в том, что в процессе фотосинтеза растение создает вещества, необходимые для дальнейших метаболических реакций поглощенных ионов, и создается запас энергетического материала.

**Аэрация.** Условия снабжения воздухом почвы и питательного раствора также влияют на интенсивность поглощения элементов питания. Содержание кислорода и углекислого газа в среде, окружающей корни, сильно варьирует. В частично анаэробных условиях ухудшается снабжение поглощающих клеток кислородом и повышается содержание углекислоты. При выращивании растений в водной культуре одним из основных требований является продувание питательного раствора воздухом. Роль структуры почвы в минеральном питании также в определенной степени объясняется улучшением газообмена корней. Многочисленными исследованиями доказана неодинаковая чувствительность растений к условиям аэрации при поглощении элементов питания ( $K < Ca < Mg < N < P$ ).

Поглотительная деятельность корней у большинства сельскохозяйственных культур может осуществляться только в условиях достаточной аэрации.

Содержание кислорода в почве определяет окислительно-восстановительный потенциал веществ или систем веществ, находящихся в почве. Для катионов, например, как правило, более растворима и подвижна форма соединений металлов с возможной низкой валентностью (Fe, Mn и др.). Для анионов подвижность усиливается с увеличением валентности входящего в состав элемента (Mo, Cr, V).

Аэрация почвы, как уже говорилось, оказывает сильное воздействие на почвенные микроорганизмы и связанные с их жизнедеятельностью процессы превращения питательных веществ в почве.

Одна из важнейших задач обработки почвы—придание ей рыхлости для обеспечения корневой системы достаточным количеством воздуха. Исключением является культура риса, которая имеет воздухопроводные ходы и растет в условиях затопления.

**Реакция почвенной среды.** Кислотность или щелочность почвенного раствора зависит от соотношения в нем ионов  $H^+$  и  $OH^-$ . Реакция почвенной среды, выражаемая через pH, имеет весьма важное физиологическое значение для всех растительных организмов. Изменение pH почвы в результате известкования, когда происходит замена ионов H на Ca, изменяет возможности использования растениями ряда элементов минерального питания. Как известно, кальций тормозит поступление ионов водорода в

растения и они при повышенном содержании Са способны переносить более кислую реакцию среды.

Реакция среды оказывает на растение прямое и косвенное влияние. В последнем случае она влияет не на само растение, а на условия, от которых зависит процесс его жизнедеятельности, и прежде всего доступность растениям тех или иных элементов минерального питания.

В кислом растворе преобладают ионы Н, поэтому увеличение кислотности раствора улучшает поступление анионов. При подщелачивании раствора усиливается поступление катионов. Ухудшение роста ряда растений при щелочной реакции среды частично может объясняться снижением в этих условиях необходимого количества доступных соединений фосфора.

Различные растения лучше развиваются в определенных интервалах рН. Так, например, развивается лучше при рН=5,0, люцерна — при рН=7—8, сахарная свекла и ячмень—при рН=7,0. Для пшеницы, гороха, кукурузы, клевера требуется нейтральная и слабокислая реакция почвенного раствора. Некоторые культуры могут нормально развиваться на почвах с большим интервалом рН=4—8 (овес) и рН=4—7 (картофель и рожь). Для обеспечения нормального роста и продуктивности большинства сельскохозяйственных растений лучшей является слабокислая реакция среды — рН=6,5.

В природных условиях реакция среды колеблется в значительных пределах: от рН=2,5—3 в сфагновых торфах до рН=9—10 в солонцовых почвах.

Необходимо отметить, что особенно чувствительны к реакции среды растения в первый период роста. Например, сдвиг реакции среды в кислую сторону (рН=3,5) в период от 40 до 60 дней после всходов не оказывает заметного влияния на урожай ячменя, но сдвиг реакции в кислую сторону в первые 20 дней, а также в течение всей вегетации резко снижает урожай.

Растения легче переносят неблагоприятную реакцию среды на почвах, имеющих большую емкость поглощения и большую буферность.

**Микроорганизмы.** В пахотном горизонте на 1 га живая масса бактерий составляет 3—8 т. Автотрофные зеленые и пурпурные серобактерии, нитрификаторы, железобактерии используют энергетические ресурсы фотосинтеза или окисления некоторых минеральных веществ. Гетеротрофные микроорганизмы усваивают углерод готовых органических соединений. Автотрофы используют простые минеральные азотистые соединения, например соли аммония, азотной кислоты. Среди автотрофов попадаются фотосинтезирующие организмы, которые усваивают атмосферный азот. Гетеротрофы могут усваивать азот из минеральных соединений, некоторые — из атмосферы. Существуют специфические микроорганизмы, способные использовать элементы питания из гумуса.

Микроорганизмы развиваются лучше при влажности, равной 50—60% от полной влагоемкости.

Органический азот не усваивается растениями, поэтому аммонификаторы являются основным поставщиком аммонийного азота для растений. В процессе **аммонификации** принимают участие бактерии, актиномицеты, грибы. Используются белки, аминокислоты, нуклеиновые кислоты, пуриновые основания, мочевины; труднее аммонифицируются гумусовые вещества. Аммиак частично адсорбируется в глинистых минералах и веществах гумусовых частиц или нейтрализует кислотность почвы, часть его идет на построение клеток микробов и грибов; часть окисляется в нитраты, нитриты (автотрофами), а некоторое количество свободного аммиака выделяется в атмосферу.

Очень важное значение имеет процесс **нитрификации** — окисление аммиачных солей до нитратов. Нитраты также важнейший источник азота для растений. Большое влияние на содержание нитратов в почве оказывает влажность и рН среды. Сохранению нитратов способствует правильная обработка почвы, создающая благоприятную влажность и циркуляцию воздуха. Образование нитратов идет при температуре 10—33° С, оптимальная температура 30 °С. Нитраты легко вымываются и могут восстанавливаться в результате денитрификации до молекулярного азота.

**Денитрификация** — источник газообразных потерь азота — восстановление нитратов до молекулярного азота или промежуточных соединений. Процесс анаэробный, но может протекать и в аэробных условиях.

Велико значение азотфиксаторов. В почве происходит несимбиотическая фиксация атмосферного азота, которая в благоприятных условиях служит надежным резервом пополнения запасов почвенного азота. Кроме того, микроорганизмы рода *Rhizobium* в симбиозе с бобовыми растениями усваивают значительное количество азота. Например, благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями такая бобовая культура, как люцерна, может усваивать до 300 кг N на га за вегетацию.

В последние годы в связи с активной деятельностью человека возникли определенные трудности. Ранее почва вместе с населяющими ее организмами была универсальным биологическим адсорбентом и нейтрализатором самых разнообразных органических соединений, что приводило к разложению большинства попавших в почву отходов хозяйственной деятельности человека. В наше время микроорганизмы все труднее справляются с переработкой массы веществ, поскольку в окружающую среду выбрасывается колоссальное количество промышленных стоков, отходов ферм, городских отходов и пр. Встала острая необходимость позаботиться о безотходных технологиях производства в целях охраны окружающей среды.



**Физиологическая реакция солей.** Соли, применяемые в качестве минеральных удобрений, могут быть гидролитически кислыми, гидролитически щелочными или нейтральными. Растения в процессе роста избирательно поглощают ионы. Значение тех или иных катионов и анионов в питании растений определяет различную интенсивность их поглощения. Остающиеся в питательном растворе ионы определяют его реакцию.

Физиологическая кислотность удобрения — свойство его подкислять среду, связанное с преимущественным использованием растениями катионов из состава соответствующей соли.

Физиологическая щелочность удобрения — свойство удобрения подщелачивать среду, связанное с преимущественным использованием растениями анионов из состава соли. При определении действия питательных смесей на изменение рН среды следует учитывать не только первичную реакцию солей, но и их физиологическую реакцию.

В практике, особенно при высоком уровне применения удобрений и на малобуферных почвах, следует обязательно учитывать физиологическую реакцию солей. В случае применения физиологически кислых солей необходимо проводить опережающее известкование. Как правило, из солей, содержащих азот, именно этот элемент в первую очередь поглощается растениями. Поэтому аммиачные соли являются физиологически кислыми, а селитры — физиологически щелочными.

У калийных солей физиологическая кислотность выражена слабее. При выращивании культур, слабо нуждающихся в калии, таких, как овес и ячмень, калийные соли физиологически почти нейтральны. При выращивании таких культур, как свекла, подсолнечник и кукуруза, потребляющих много калия, калийные соли являются физиологически кислыми.

Почвы с высокой буферной способностью, которая в большой степени зависит от емкости поглощения и состава поглощенных катионов, лучше противостоят физиологической кислотности применяемых удобрений.

**Отношение растений к условиям питания в разные периоды вегетации.** Поглощение элементов питания в течение вегетации осуществляется неравномерно и зависит от интенсивности и направленности биохимических процессов. Система применения удобрений должна на основе глубокого знания изменяющихся в течение вегетации потребностей растений своевременно обеспечивать растения нужными элементами питания в необходимых количествах и соотношениях.

Недостаточность питания растений в тот или иной период их жизни вызывает снижение урожая и ухудшение его качества. Особенно важно это учитывать в так называемой критический период, когда потребление элементов питания может быть ограниченным, но недостаток их в это время

резко ухудшает рост и развитие растения, так же как и в период максимального поглощения.

В начальный период роста у растений наблюдается высокая чувствительность как к недостатку, так и к избытку элементов минерального питания. Этот период является критическим в отношении фосфорного питания. Критический период у молодых растений в ранние периоды роста объясняется тем, что, с одной стороны, в растениях происходят интенсивные синтетические процессы, а с другой — в это время их корневая система еще слаборазвита. Например, недостаток азота в почве в период закладки и дифференциации репродуктивных органов у зерновых культур приводит к уменьшению формирования числа колосков и снижению урожая. Последующее достаточное питание азотом не исправляет нанесенного растению ущерба в питании.

Интенсивность поглощения элементов питания в разные периоды развития у различных растений неодинакова. Травы, сахарная свекла отличаются длительным периодом поглощения элементов питания. Яровые зерновые наибольшее количество элементов минерального питания усваивают в период от выхода в трубку до колошения. Так, к периоду колошения пшеница усваивает азота, фосфора и калия около 76% от максимального, ячмень около 67% и овес — 47%. Капуста поглощает наибольшее количество элементов питания во время формирования кочана.

Поглощение отдельных элементов питания растениями характеризуется различной интенсивностью. Хлопчатник в начале роста сильнее поглощает N, а в фазу цветения — массового созревания — P и K. Злаковые наиболее требовательны к азотному питанию в период формирования ассимиляционного аппарата и в период дифференциации репродуктивных органов. Сахарная свекла нуждается в повышенном уровне обеспеченности K в период сахаронакопления. Лен наиболее чувствителен к азотному питанию в период от «елочки» до бутонизации, а к уровню калийного питания — в период от бутонизации до цветения. Огурцы требовательны к питанию N в период формирования ассимиляционного аппарата, а к питанию P — перед цветением. В период плодоношения огурцы нуждаются в усиленном обеспечении N и K. В целом в начальный период роста растений они, как правило, нуждаются в больших количествах P по сравнению с N и K. Усиление азотного и отчасти фосфорного питания в период бутонизации и цветения способствует увеличению урожая зерновых. Достаточное азотное питание в период образования листовой массы и усиление фосфорно-калийного питания в дальнейшем позволяют получать хорошие урожаи корнеклубнеплодов. В период плодообразования в целом размеры потребления питательных веществ снижаются; в конце вегетации процессы

жизнедеятельности в растениях осуществляются в основном за счет реутилизации ранее накопившихся элементов питания.

Огурцы, морковь, кукуруза в раннем периоде роста не выносят повышенных концентраций элементов питания. Минеральное питание растений должно изменяться в течение вегетации. Потребность в элементах питания постоянно изменяется не только на протяжении вегетации растений, но и в разное время суток. Практически суточная периодичность отмечена для всех процессов жизнедеятельности. Создать условия, наиболее полно соответствующие потребностям растений в элементах питания, легче всего при выращивании их на искусственных питательных средах. Выращивание растений в управляемых условиях при беспочвенной культуре приобретает все большее значение. Главное при выращивании растений в искусственных условиях — концентрация питательного раствора, режим его применения в течение вегетационного периода. Режим питания с возрастом растений должен изменяться. Временным прекращением притока элементов питания из внешней среды в определенные периоды вегетации можно вызвать интенсивное развитие корневой системы. Временная замена питательного раствора на воду вызывает голодание растений и тем самым стимулирует образование клубней у картофеля, завязей плодов у томатов и, таким образом, позволяет получить «эффект скороспелости».

Помимо годовых, сезонных, суточных ритмов, у растений есть ритмы, носящие импульсный характер, с периодом от нескольких часов до секунд.

## Минеральные удобрения

**Минеральные удобрения** подразделяются на две группы в зависимости от того, какие в них находятся элементы питания растений и в каком количестве. К **простым**, или односторонним, удобрениям относят азотные, фосфорные, калийные и отдельные микроудобрения (борные, молибденовые и др.). **Комплексные**, или многосторонние, удобрения содержат одновременно два или несколько основных элементов питания.

**1. Азотные удобрения.** Азоту принадлежит особое место в жизни растений и животных. Он является обязательным компонентом белков. Азот также входит в состав РНК, ДНК, хлорофилла, алкалоидов, ряда витаминов и других органических веществ. Растения используют аммиачный и нитратный азот, а бобовые и некоторые другие растения в симбиозе с микроорганизмами и молекулярный азот.

Наиболее интенсивный азотный обмен у растений наблюдается в период их максимального роста. Нормальное питание азотом ускоряет рост и замедляет старение листьев, повышает урожай и содержание белков в продукции. Избыток азота задерживает созревание, ухудшает качество продукции. Аммиак более экономичный источник азота: через 5—20 мин

после внесения он уже используется растением для синтеза аминокислот и поступает в листья.

**Азот в почве.** В земной коре общие запасы азота составляют десятки миллиардов тонн. В основном он присутствует в виде органических соединений. Разложение органических азотистых веществ в почве происходит следующим путем: белки, гуминовые вещества - аминокислоты, амиды — аммиак - нитриты - нитраты. Процесс аммонификации идет в аэробных и анаэробных условиях, но в анаэробных условиях при сильноокислой и щелочной реакциях замедляется. В аэробных условиях соли аммония окисляются до нитратов. Содержание нитратов (обычно 2—20 мг/кг почвы) зависит от состояния почвы. Например, под паром или под какой-либо культурой содержание нитратов может различаться в десятки раз. В дерново-подзолистой почве при кислой реакции, избыточной влажности, плохой аэрации и низкой температуре процесс минерализации останавливается на стадии образования аммиака. Нитрификация подавляется осенью и ранней весной, летом этот процесс протекает интенсивно. Улучшение аэрации в результате обработки почвы усиливает нитрификацию; известкование также улучшает протекание данного процесса. Внесение органических и минеральных удобрений обогащает почву элементами питания, усиливая минерализацию. В паровых полях происходит не только обогащение почвы нитратами; велики также потери. Чтобы избежать больших потерь азота при поливах, необходимо рассчитать количество поливной воды таким образом, чтобы почвенные воды не смыкались с грунтовыми. Большие потери азота происходят в результате процесса денитрификации — восстановления нитратов до газообразного азота. Особенно интенсивна денитрификация при анаэробных условиях, в щелочной среде и большом количестве органического вещества. Часть азота почвы и внесенных удобрений теряется в виде аммиака, например, при внесении аммонийных солей в карбонатные почвы или мочевины поверхностно. При внесении аммиака нужна глубокая заделка удобрений. Солома или солоmistый навоз закрепляют азот (иммобилизация) в телах микроорганизмов. Микроорганизмы дополнительно используют минеральный азот, содержащийся в почве. После отмирания микроорганизмов азот, закрепленный в их телах, минерализуется и может быть использован растениями.

В круговороте веществ в земледелии велика роль как биологического азота, так и азота минеральных удобрений. Коэффициент использования минеральных азотных удобрений обычно составляет 60—70% и зависит в значительной степени от особенностей растений, поглотительной деятельности его корневой системы, форм удобрений, погодных условий, кислотности, окультуренности почвы и т. д.

Мобилизация азота почвы зависит от температуры и влажности почвы. При увеличении температуры на 10 °С темп мобилизации азота почвы увеличивается в 2 раза. При повышенной влажности мобилизация снижается. Образующиеся при нитрификации кислотные продукты усиливают разложение органического вещества почвы.

Действие удобрений в большой степени зависит от биологических особенностей растений. Например, конопля лучше отзывается на применение нитратных удобрений, а рис — аммиачных.

На кислых почвах эффективность аммиачных удобрений как физиологически кислых снижается. Известкование почв не только повышает коэффициент использования азота удобрений, но и улучшает использование азота почвы.

На плодородных почвах азот удобрений используется не менее интенсивно, чем на слабогумусированных. а доля почвенного азота в общем выносе азота культурами больше.

Эффективность азотных удобрений находится в тесной зависимости от применения фосфорных удобрений. Калийные удобрения, внесенные вместе с аммиачными, на почвах, фиксирующих аммоний, снижают его поступление. Если же калийное - удобрение предшествовало внесению азотного удобрения, то коэффициент использования последнего увеличивается.

Недостаток и избыток влаги резко снижает использование азота удобрений. В связи с этим весьма важно правильное сочетание оптимальных доз удобрений и поливов. При недостатке поливной воды нормы удобрений следует снижать. Удобрения хорошо вносить совместно с поливной водой.

Для снижения потерь азота удобрений широко применяются ингибиторы нитрификации, препараты, замедляющие процесс нитрификации, а вслед за ним и денитрификации, что дает возможность растениям полнее использовать азотные удобрения. Весьма эффективно также применение медленнодействующих удобрений: мочевино-формальдегидных, магний-аммонийфосфата и др.

Для покрытия гранул азотных удобрений широко используются такие материалы, как воск, парафин, полимерные пленки, асфальт. Это перспективно под культуры с продолжительным периодом вегетации, под многолетние культуры, на лугах и пастбищах, в орошаемых условиях и в районах с обильными осадками.

В настоящее время в агрохимслужбе разрабатываются шкалы обеспеченности почв нитратным азотом и потребности растений в азотных удобрениях. Например, для светло-каштановых почв Заволжья содержание в слое 0—60 см 9 мг/кг почвы нитратного азота обеспечивает получение урожая 50 ц/га. Наиболее эффективно определять рано весной сумму

аммиачного и нитратного азота в слое 0—60 см с целью прогнозирования возможного урожая.

Повышение эффективности применения азотных удобрений должно идти по следующим основным направлениям: 1) расширение производства и применения медленнодействующих, гранулированных удобрений с защитной оболочкой; 2) дробное внесение удобрений; 3) ингибирование нежелательных микробиологических процессов; 4) применение сбалансированного питания растений всеми элементами; 5) повышение агротехники, общей культуры земледелия.

Важнейшим источником азотного питания растений является гумус. Он удерживает от миграции многие катионы, поглощает токсические вещества и металлы. На легких почвах высокий урожай культур можно получить при содержании гумуса 1,8—2,1%, на суглинистых — 2—2,5%. Ежегодно содержание гумуса уменьшается на 0,5—1 т/га. Органические удобрения компенсируют неизбежные потери гумуса при минерализации. Если вносить 8—20 т/га в год навоза, баланс по гумусу будет положительный. Действие минеральных удобрений на содержание гумуса в почве слабее. Применение одних минеральных удобрений в большинстве случаев приводит к снижению содержания гумуса в почве и в лучшем случае стабилизирует его содержание на определенном уровне. Безусловно, наиболее благоприятным следует признать разумное сочетание минеральных и органических удобрений.

**Виды азотных удобрений.** Выпускаемые промышленностью азотные удобрения можно подразделить на следующие группы:

1. Аммиачные удобрения (безводный и водный аммиак).
2. Аммонийные (сульфат аммония, хлористый аммоний).
3. Нитратные (натриевая и кальциевая селитры).
4. Аммонийно-нитратные (аммиачная селитра).
5. Амидные (мочевина, цианамид кальция, мочевино-формальдегидные удобрения).

Лучшими следует признать наиболее концентрированные удобрения: жидкий аммиак, мочевины, аммиачную селитру, сложные удобрения.

**Аммиачная селитра** —  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  — содержит 34,6% азота, получается при нейтрализации азотной кислоты аммиаком. Соль гигроскопична, поэтому удобрение производится в гранулированном виде (диаметр гранул 1—3 мм) и хранится в сухом помещении в пятислойных бумажных мешках.

Аммиачную селитру вносят в качестве допосевного удобрения в рядки, в подкормку. Очень эффективно ее внесение весной для озимых культур. На кислых почвах аммиачную селитру лучше применять совместно с известью.

**Сульфат аммония** —  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  — получают нейтрализацией серной кислоты аммиаком, выделенным из отходящих газов при коксовании углей или синтетическим. Удобрение содержит до 21% азота и до 24% серы.

Аммоний поглощается почвенно-поглощающим комплексом (ППК). Удобрение мало слеживается. Не рекомендуется вносить сульфат аммония в подкормку.

**Хлористый аммоний** —  $\text{NaN}_4\text{Cl}$  — белое кристаллическое вещество, содержащее 24—25% азота, мало гигроскопично. Получается при производстве соды. Поглощается ППК, подвергается нитрификации. Для нейтрализации лучше вносить одновременно с углекислым кальцием. Присутствие хлора в удобрении снижает урожай картофеля, табака, винограда, а на дерново-подзолистых почвах отрицательно действует на лук, капусту, лен, коноплю. В связи с этим данное удобрение лучше вносить с осени для вымывания хлора.

**Безводный аммиак** —  $\text{NH}_3$  — жидкое азотное удобрение, содержащее 82,3% азота. Это самое концентрированное безбалластное удобрение, которое получают путем сжижения газообразного аммиака под давлением. Представляет собой бесцветную подвижную жидкость с температурой кипения 34 °С. Хранится в толстостенных стальных цистернах.

**Аммиакаты**, содержащие 30—50% азота, получают растворением в водном аммиаке аммиачной селитры и мочевины в различных комбинациях, введением в 15%-ную аммиачную воду горячего 75—82% раствора аммиачной селитры или смеси с азотнокислым кальцием. Можно перевозить в емкостях, рассчитанных на небольшое давление, вызывает коррозию черных металлов.

**Нитратные удобрения** получают окислением синтетического аммиака. Нитраты калия, натрия и кальция растворимы в воде. Их рекомендуется применять в подкормки. Нитратные удобрения физиологически щелочные. Нитрат натрия содержит 15—16% азота. Кальциевая селитра содержит 15,5% азота, она очень гигроскопична, хранится в влагонепроницаемых мешках. Применяется обычно до посева, под культивацию, для подкормки озимых и пропашных культур. В рядки вносить не рекомендуется из-за неблагоприятных физических свойств.

**Мочевина (карбамид)** —  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  — содержит 46% азота. Это самое концентрированное из твердых азотных удобрений. Получается в результате взаимодействия углекислого газа и аммиака при высоком давлении и температуре. Выпускают в гранулированном виде, диаметр гранул 0,2—2,5 мм, их покрывают жировой добавкой. В процессе грануляции образуется биурет. Содержание биурета более 3% угнетает рост растений, поэтому мочевины лучше вносить за 10—15 дней до посева, после разложения биурета.

**2. Фосфорные удобрения.** Основное количество фосфора в растениях представлено в органической форме. В первую очередь фосфор необходим для синтеза нуклеиновых кислот ДНК и РНК, а также для синтеза АТФ. Нуклеиновые кислоты составляют 0,1—1% от сухой массы растения, причем

в молодых растениях их содержится больше. Эффективность фосфора, поглощенного листьями, ниже, чем фосфора, поглощенного корнями.

Главный источник фосфора для растений — соли ортофосфорной кислоты. Фосфор интенсивно поглощается в первый период развития растений. Нехватку фосфора в первые периоды роста растений уже нельзя возместить в последующем. Недостаточность фосфора у растений выражается красновато-фиолетовой окраской листьев, у томатов она багровая, у картофеля края листьев закручиваются вверх, окраска их темнее обычного. У кукурузы в здоровых листьях содержится 0,30—0,35%  $P_2O_5$ ; при более низком содержании фосфора листья приобретают пурпурную окраску.

**Фосфор в почве.** Содержание фосфора в почве — показатель ее окультуренности. Обычно валовое содержание фосфора в почве составляет 1,2—6 т/га. Оно зависит от механического состава почвы и содержания гумуса. Фосфор в почве находится в минеральной и органической форме. Минеральные фосфаты присутствуют, как правило, в виде гидроксил или фторапатитов, ди- и трикальцийфосфатов. В кислых почвах преобладают фосфаты железа и алюминия, на нейтральных и карбонатных почвах — фосфаты кальция и магния.

Органический фосфор накапливается в результате деятельности высших и низших растений, животных и микроорганизмов, он составляет на различных почвах от 14 до 44% от общего. Он содержится в гумусе, в плазме микроорганизмов и фитатах. Кальциевые и магниевые соли фитина содержатся в нейтральных почвах, а фитаты алюминия и железа — в кислых.

Фосфор обладает малой подвижностью. Фиксация фосфора происходит в результате химического связывания его с кальцием, магнием, железом и алюминием. Вначале этот процесс носит обменный характер, затем переходит в химический с образованием  $AlPO_4$ . С химической адсорбцией связано неполное использование фосфора удобрений. Коэффициент использования фосфорных удобрений колеблется от 5 до 35%, в среднем — 20%. На кислых почвах он составляет меньшую величину. Коэффициент использования также зависит от культуры, под которую вносятся удобрения. Картофель использует 35% фосфора, ячмень — 20%, люпин—15%, просо—11%, кукуруза—7%. На лугах использование фосфора может достигать до 40%.

Внесенный в почву в виде однозамещенного фосфата фосфор переходит в двузамещенный фосфат, а при избытке  $Ca(HCO_3)_2$  в нейтральных почвах и на карбонатных—в трехзамещенный фосфат кальция. Свежеосажденные трехзамещенные фосфаты еще бывают доступны растениям. В аморфном состоянии гидроксилapatит также еще доступен растениям; после кристаллизации использование его растениями резко ухудшается.

В кислых почвах в результате большого содержания полуторных окислов образуются фосфаты железа и алюминия.



На поведение фосфатов в почве влияют все агрохимические свойства почвы. Например, органические кислоты связывают в кислой среде катионы алюминия и железа и препятствуют переводу фосфатов в труднорастворимые соединения. Высушивание почвы увеличивает подвижность фосфора за счет разрушения агрегатов при последующем их смачивании.

**Виды фосфорных удобрений.** Производимые промышленностью фосфорные удобрения подразделяются на растворимые, полурстворимые и нерастворимые.

Наиболее распространенное растворимое фосфорное удобрение — **суперфосфат** — получают при взаимодействии фосфатного сырья с серной кислотой. Суперфосфат нежелательно смешивать с большой массой почвы, его лучше вносить очагами или в гранулированном виде. Гранулы суперфосфата обычно имеют диаметр 1—4 мм. В суперфосфате содержание фосфора составляет 19,5—22% в виде усвояемой  $P_2O_5$ ; в простом суперфосфате также содержится около 40% сульфата кальция. Простой суперфосфат не рекомендуется возить на большие расстояния. Это удобрение очень хорошо действует на солонцовых, песчаных почвах, его вносят под бобовые и капустные, для которых сера является очень ценным элементом питания.

К полурстворимым фосфатам относится **дифосфат**, или **преципитат**. Это удобрение весьма ценно для основного внесения. Его получают нейтрализацией фосфорной кислоты известковым молоком. Содержание фосфора в удобрении достигает 25—35%. При основном внесении дает близкий эффект с суперфосфатом.

Основное нерастворимое фосфорное удобрение — **фосфоритная мука**. Она может не дать эффекта, если в почве содержится много усвояемого фосфора, при низком уровне потенциальной кислотности, вследствие высокой степени насыщенности почвы основаниями. Можно применять фосфоритную муку и в зоне выщелоченных черноземов, обладающих значительной потенциальной кислотностью; при этом большое значение имеет тонина размола. Кислый торф, физиологически кислые удобрения усиливают разложение фосфоритной муки. Очень хорошее действие на усвоение фосфоритной муки оказывают торфонавозные компосты.

**Применение фосфорных удобрений.** Гранулированный суперфосфат рекомендуется для предпосевного внесения под различные сельскохозяйственные культуры в дозе 7,5—20 кг/га  $P_2O_5$ . Под кукурузу, подсолнечник, хлопчатник суперфосфат вносят с таким расчетом, чтобы не было непосредственного контакта удобрений с семенами. Суперфосфат можно смешивать с семенами зерновых культур при условии, что семена и удобрение будут сухими.

В зонах недостаточного увлажнения особое значение имеет глубина заделки удобрений, их надо заделывать под плуг. Лучшее место фосфоритования почвы — чистый пар, так как высокое содержание нитратов усиливает действие фосфорного удобрения. Фосфоритную муку также можно применять в занятых парах. Эффективность фосфоритной муки выше в теплые годы, когда более интенсивно протекает процесс нитрификации. Азотную кислоту нейтрализует не только фосфорит, но и бикарбонат кальция, а также другие соединения кальция.

Если в основное внесение было использовано недостаточное количество фосфорных удобрений, обнаружен недостаток элемента или если нужно повысить коэффициент использования удобрений с целью сокращения времени контакта удобрений с кислой почвой, применяют дополнительную подкормку. Суперфосфат поверхностно вносить нельзя. Особенно прочно он связывается на карбонатных почвах или сильнокислых красноземах. В карбонатных почвах образуется гидроксилapatит, в кислых красноземах — варисцит. Остаточный фосфор удобрений более доступен, чем почвенный, имеет сильное последствие. Первой культурой из удобрений используется 5—15—25%  $P_2O_5$ , на лугах иногда до 40%. Значительные количества фосфора, как уже говорилось, переходят в малодоступные для растений формы. Действие известкования на коэффициент использования фосфора из удобрений и почвы чаще всего положительное.

Повысить коэффициент использования фосфора можно следующими способами: 1) дифференцированием доз в зависимости от обеспеченности почвы доступными для растений соединениями фосфора; 2) внесением его очагами во влагообеспеченный слой; 3) внесением под отзывчивые на фосфорное удобрение культуры; 4) установлением оптимального соотношения макро- и микроэлементов; 5) применением жидких комплексных удобрений и более равномерным внесением удобрений.

**3. Калийные удобрения.** 4/5 калия содержится в клеточном соке. Больше его в хорошо освещенных растениях. Больше количество калия содержится в нетоварной части урожая, за исключением клубнеплодов, зернобобовых и льна. На создание 1 ц урожая зерновых необходимо 2—3 кг калия, картофеля — 0,6—0,9 кг, гороха — 3,5 кг, капусты — 4 кг, льна — 7 кг, табака — 8 кг. 300 ц картофеля выносят 154 кг калия.

Внешние признаки калийного голодания — побурение краев листьев, появление на листьях ржавых крапинок.

Максимум поглощения калия у яровой пшеницы приходится на период между выходом в трубку и колошением. У картофеля в июле поглощение калия составляет 60% от общей потребности растений. Потери калия связаны с его вымыванием дождями из старых листьев.

В большом количестве калия нуждаются плодово-ягодные культуры, сахарная свекла, капуста, корнеплоды, картофель, клевер, люцерна, подсолнечник, гречиха, зернобобовые, кукуруза. При недостатке калия в растении тормозятся многие биохимические процессы. Недостаток калия усиливает поступление в клетку натрия, магния, кальция. При этом увеличивается селективная проницаемость мембраны для калия и увеличивается мембранный потенциал. Эти изменения могут нарушить обмен веществ.

Внутри клетки калия содержится больше, чем в среде (в 100—1000 раз). Особенно богаты калием эмбриональные ткани и растущие клетки. При недостатке его замедляется синтез нуклеиновых кислот и белка, снижается интенсивность фотосинтеза; иногда это происходит одновременно с активацией дыхания. Недостаток калия в замыкающих клетках устьиц приводит к потере в них воды, и, устьица закрываются, и наоборот. При этом значительно тормозится отток продуктов фотосинтеза и дыхание становится более интенсивным. Так происходит в первый период калийного голодания, при углублении калийного голодания дыхание тормозится. В отсутствие калия замедляется полимеризация сахаров в ди- и полисахариды. Калий необходим для включения фосфата в органические соединения. В растении имеются многочисленные калий-активируемые ферменты; они контролируют гликолиз, реакции образования ацетилкоэнзима А. Калий, взаимодействуя с молекулой фермента, способен изменять его конформацию, обеспечивая образование комплекса фермент — К — субстрат. Калий является ионо-эффектором для ферментативных и других белков. Возможно, таким образом он взаимодействует с элементами мембран. Проницаемость мембран для калия выше, чем для других ионов, за исключением водорода. Повышение содержания калия в среде снижает поступление магния, и может наблюдаться магниевое голодание. При недостатке ионов  $K^+$  в клетке повышается содержание свободного аммиака и ионов водорода. Иногда недостаток калия вызывает накопление азотсодержащих соединений, несущих положительный заряд, и неорганических соединений фосфора.

**Калий в почве.** В почве калия больше, чем фосфора и азота, вместе взятых. Больше калия содержится в тяжелых почвах, так как он входит в состав многих минералов. Основная часть калия в почве находится в нерастворимой и малоусвояемой для растений форме. В подпахотном слое дерново-подзолистых и серых лесных почв калия больше, чем в пахотном. Больше всего калия в алюмосиликатах, особенно его много в полевом шпате. Из этого минерала калий почти не усваивается растениями. Значительное количество калия находится в адсорбционно-связанном состоянии на поверхности почвенных коллоидов. От валового содержания калия эта форма

элемента составляет 0,8% в супесчаных почвах и 1,5% в суглинистых. Обменный калий играет важную роль в питании растений.

Водорастворимые формы составляют 1/5—1/10 часть от обменных, т. е. 0,1 мг-экв калия на 100 г почвы. Образуются они в результате гидролиза минералов, разрушения их корневыми выделениями растений, азотной кислотой, присутствующей в почве, благодаря процессу нитрификации, вытеснением обменного калия.

В дерново-подзолистой почве около 40 кг  $K_2O$  входит в состав тел микроорганизмов.

Большое количество перегноя и известь увеличивают переход калия в необменную форму, а разрушение гумуса и подкисление снижают закрепление калия почвой. Почвы, систематически удобрявшиеся калием, при новом его внесении связывают его слабее. Клевер использует фиксированный почвой калий лучше других растений. Наиболее эффективно вносить калий на достаточную глубину, чтобы исключить пересыхание, и заделывать удобрения локально. Осенью отмечено самое низкое содержание обменного калия в почве, а весной его становится больше. Усваивается растениями и необменный калий.

**Виды калийных удобрений.** Наша промышленность выпускает следующие формы калийных удобрений:

1. Концентрированные, получаемые в результате переработки сырых калийных солей.

2. Смешанные — смесь сырых солей и концентрированных удобрений.

3. Сырые соли, получаемые в результате разлома природных калийных минералов.

Главное калийное удобрение—**хлористый калий** ( $KCl$ )— содержит до 60%  $K_2O$ , в результате добавки аминов не слеживается.

**Сульфат калия** —  $K_2SO_4$  — основное бесхлорное удобрение, содержащее  $K_2O$  до 48%.

**Азотнокислый калий** содержит 44%  $K_2O$  и 13% N.

**Калий углекислый** — **поташ** ( $K_2CO_3$ ) — получается при переработке нефелинового сырья.

**Фосфат калия** —  $(K_3PO_3)_n$  — высококонцентрированное удобрение, содержит до 40%  $K_2O$  и 60%  $P_2O_5$ .

Месторождения калийных солей открыты на левом берегу р. Камы — Соликамское, в Саратовской, Оренбургской областях, в Башкирии.

Применение калия прежде всего необходимо на торфяных, песчаных, супесчаных почвах, в поймах рек Нечерноземья, на дерново-подзолистых почвах, красноземах, серых лесных почвах и северных черноземах лесостепи. Эффективно внесение калийных удобрений под хлопчатник, люцерну, плодово-ягодные культуры. На солонцах калий не применяют, чтобы не

усиливать солонцеватость. Катион калия сильно адсорбируется коллоидами почвы и заметно не передвигается. Калийные удобрения вносятся заблаговременно везде, кроме легких почв и влажных субтропиков. На тяжелых и средних почвах в зоне континентального климата наиболее эффективна глубокая заплата с осени, чтобы калий не фиксировался необменно.

В зоне с большим количеством осадков калийные удобрения вносят весной под культиватор, если хлор, содержащийся в удобрениях, не будет угнетать молодые растения. Хлор вреден для картофеля, табака, цитрусовых. К нему также весьма чувствительны люпин, фасоль, гречиха. Натрий, содержащийся в удобрениях, полезен для свеклы, капустных, моркови, хлопчатника. Хлористый натрий, содержащийся в калийных удобрениях, положительно действует на кормовую и столовую свеклу, томаты, капусту.

Недостаток калия в первую очередь обнаруживается в старых листьях. Свекле особенно нужен калий в период сахаронакопления.

Использование калия из минеральных удобрений приблизительно одинаково с его использованием из органических удобрений. Для сельскохозяйственных культур коэффициент использования калия равен 70—80%. На песчаных почвах коэффициент использования калия выше, чем на суглинистых. Под культуры с высокой интенсивностью поглощения (подсолнечник, картофель) дозы калия значительно возрастают. Хлористый калий эффективно вносить с осени.

Таким образом, увеличение эффективности использования калийных удобрений можно достичь следующими путями: 1) оптимальным размещением фонда калийных удобрений; 2) внесении калийных удобрений в первую очередь под культуры, интенсивно усваивающие калий; 3) сбалансированным питанием растений всеми элементами; 4) рациональным использованием форм калийных удобрений.

**4. Комплексные удобрения.** Растения в процессе своей жизнедеятельности нуждаются в большом количестве разнообразных элементов питания. Для одновременного внесения в почву нескольких элементов большое распространение получили комплексные удобрения. Существуют двойные комплексные удобрения, содержащие два основных элемента питания (PK, NP, NK), и тройные (NPK).

По способу производства комплексные удобрения делятся на сложные, сложно-смешанные и смешанные. Сложные удобрения получают при химическом взаимодействии исходных компонентов. Сложно-смешанные — при взаимодействии односторонних удобрений с фосфорной или серной кислотой с последующей аммонизацией. Смешанные удобрения, или тукосмеси, получают путем механического смешивания готовых удобрений. Комплексные удобрения также делятся на твердые и жидкие.

**Сложные удобрения** получают на основе азотнокислого разложения фосфорного сырья и фосфатов аммония. Возможны также и другие методы. Двойные удобрения — это **нитрофосы**, а тройные — **нитрофоски**. Схемы получения сложных удобрений отличаются способами связывания избытка кальция: сульфатом аммония, серной или фосфорной кислотами. Сложные удобрения, получаемые на основе моноаммонийфосфата (при нейтрализации фосфорной и азотной кислот аммиаком), называются **нитроаммофосом**, при введении калия — **нитроаммофоской**, а на основе диаммонийфосфата — **диаммонитрофосом** и **диаммонитрофоской**. При разложении апатита серной кислотой в присутствии хлористого калия получается **суперфоска**.

Сложные концентрированные удобрения получают на основе суперфосфорной кислоты (смесь орто- и полифосфорных кислот) — **полифосфаты** и на основе метафосфорной кислоты — **метафосфаты**.

Полифосфат аммония содержит 16—18% азота, 58—61% водорастворимой  $P_2O_5$ . Предназначен для внесения под все культуры. Метафосфат аммония содержит до 80%  $P_2O_5$ , трудно растворим в воде.

Метафосфат калия содержит 60%  $P_2O_5$  и 40%  $K_2O$ . В воде не растворяется.

**Жидкие сложные удобрения** — это водные растворы, содержащие NP или NPK иногда с добавками микроэлементов. Их можно вносить поверхностно. Жидкие сложные удобрения можно получать на основе ортофосфорной и суперфосфорной кислот. Азот содержится в аммиачной форме, фосфор — в виде полифосфорной и ортофосфорной кислот.

Повышение концентрации элементов в жидких удобрениях ограничивается кристаллизацией. Для предотвращения ее в удобрения добавляют коллоидную глину (10—22 кг/т). Такие удобрения называются суспендированными.

**Сложно-смешанные удобрения** получают путем обработки готовых удобрений (аммофоса, диаммофоса) аммиаком и кислотами (фосфорной) с последующей грануляцией.

**Смешанные удобрения** получают механическим смешиванием односторонних и сложных удобрений. Выпускаемые промышленностью аммиачная селитра и суперфосфат малоприспособны для смешивания. Для нейтрализации добавляют мел и доломит. Хорошо смешивается фосфат аммония.

Производство комплексных удобрений нарастает. За счет повышения концентрации в удобрении элементов питания происходит уменьшение расходов на транспорт и внесение удобрений. Мировое производство комплексных удобрений развивается в двух направлениях: 1) получение нитрофосфатов разложением сырья азотной кислотой; 2) получение

фосфитов аммония и трехкомпонентных удобрений взаимодействием фосфорной и азотной кислот с аммиаком.

**5. Микроудобрения.** Микроэлементы — это необходимые элементы питания, находящиеся в растениях в тысячных — сотысячных долях процентов и выполняющие важные функции в процессах жизнедеятельности. Разработка теоретических основ применения микроэлементов в земледелии более успешно стала осуществляться после того, как была частично расшифрована их физиологическая роль в жизни растений.

Недостаток микроэлементов вызывает ряд заболеваний растений и нередко приводит к их гибели. Применение соответствующих микроудобрений не только устраняет возможность заболеваний, но и обеспечивает получение более высокого урожая лучшего качества. Положительное действие микроэлементов обусловлено тем, что они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, углеводном и азотном обменах, повышают устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям внешней среды. Под влиянием микроэлементов в листьях увеличивается содержание хлорофилла, улучшается фотосинтез, усиливается ассимилирующая деятельность всего растения. Многие микроэлементы входят в активные центры ферментов и витаминов.

Важный вопрос теории и практики применения микроэлементов — определение потребности в них различных культур. Одним из критериев степени обеспеченности растений микроэлементами является их содержание в почве. При этом наиболее важно не общее (валовое) количество отдельных микроэлементов, а наличие подвижных форм, которые в какой-то степени определяют их доступность для растений. В почве в подвижной форме содержится 10—15% (от валового содержания) Cu, Mo, Co, Zn и 2-4% B.

Валовые запасы микроэлементов в почве определяются главным образом их содержанием в материнских породах; содержание микроэлементов в подвижной форме определяется типом почвы, характером материнских пород и растительности, а также микробиологической активностью почвы. На подвижность и доступность микроэлементов растениям оказывает влияние кислотность почвы, ее окислительно-восстановительные условия. Подкисление значительно увеличивает подвижность большинства микроэлементов (Mn, Cu, B, Zn и др.); доступность растениям Mo при этом значительно уменьшается.

**Бор** широко распространен в природе в виде кислородных соединений. Среднее содержание бора в растениях 0,0001%, или 0,1 мг на 1 кг массы. Наиболее необходим этот элемент двудольным растениям. Значительное количество бора находится в цветках. Элемент усиливает рост пыльцевых трубок, прорастание пыльцы, увеличивает количество цветков и плодов, способствует процессу созревания семян. Бор необходим растениям в

течение всего периода их жизни. От его недостатка в первую очередь страдают молодые растущие органы, поскольку бор не обладает способностью к реутилизации.

В растениях элемент влияет на углеводный, белковый и нуклеиновый обмен. Дефицит бора нарушает формирование репродуктивных органов, синтез, превращение и передвижение углеводов. Основная физиологическая роль бора заключается в участии в обмене ауксинов и фенолов, регулировании их количества. Непосредственно в состав ферментов бор не входит, но он активизирует ауксиноксидазу и глюкозидазу.

При недостатке бора растения поражаются сухой гнилью сердечка (корнеплоды), дуплистостью (турнепс, брюква), бактериозом (лен), усыханием верхушки (табак), коричневой гнилью (цветная капуста), отмиранием точки роста (подсолнечник). Наиболее чувствительными растениями к борному голоданию являются корнеплоды, подсолнечник, люцерна, лен, капустные, овощные культуры. Излишки бора вызывают у растений токсикоз; в первую очередь происходит накопление бора в листьях, что выражается своеобразным ожогом нижних листьев, появлением краевого некроза, пожелтением и отмиранием.

Бедны бором дерново-подзолистые, дерново-глеевые, заболоченные почвы легкого механического состава.

В сельском хозяйстве в качестве борных удобрений используют боросуперфосфат и бормагниевые удобрения.

**Медь.** В растениях в среднем содержится меди 0,0002%, или 0,2 мг на 1 кг сухой массы. С урожаем различных культур вынос меди составляет 7—327 г/га.

В значительной степени физиологическая роль меди в растении определяется тем, что она входит в состав некоторых белков и ферментов, катализирующих окисление дифенолов и гидроксिलирование монофенолов. Медьсодержащий белок пластоцианин также выполняет в растении весьма важные функции. Цитохромоксидаза — один из основных медьсодержащих ферментов. Недостаток меди резко тормозит деятельность ферментов, в состав которых она входит. Важные функции выполняет медь в азотном обмене, так как является составляющим элементом нитритредуктазы и редуктаз оксида азота. Она улучшает процесс симбиотической и несимбиотической азотфиксации в результате активного ее влияния на синтез леггемоглобина и других ферментов. Медь также улучшает усвоение азота почвы и удобрения.

Биосинтез этилена в растении также осуществляется при помощи медьсодержащего фермента. Благодаря регулирующему действию на содержание в растениях ингибиторов роста фенольной природы медь



повышает устойчивость растений к полеганию. Она также повышает засухо-, морозо- и жароустойчивость растений.

Дефицит меди вызывает задержку роста, хлороз, потерю тургора и увядание растений, задержку цветения и гибель урожая. У злаковых растений при остром дефиците меди происходит побеление кончиков листьев и не развивается колос (белая чума, или болезнь обработки). У плодовых при недостатке меди появляется суховершинность.

В различных почвах валовое содержание меди колеблется от 0,1 до 150 мг/кг. Бедны этим элементом верховые торфяники, дерново-карбонатные почвы, болотные, песчаные и супесчаные почвы.

Известкование кислых почв уменьшает поступление меди в растения, поскольку приводит к ее закреплению.

Медные удобрения наиболее эффективны на торфяниках, дерново-глеевых, заболоченных почвах и на почвах легкого механического состава. Наиболее отзывчивы на применение медных удобрений такие культуры, как пшеница, овес, ячмень, лен, травы, корнеплоды, конопля, красный клевер, просо, подсолнечник, горчица, кормовые бобы, горох, соя, овощные культуры. Потребность в меди возрастает в условиях применения высоких норм азотных удобрений.

Потребность сельского хозяйства страны в медных удобрениях целесообразно удовлетворять за счет медного купороса и медно-калийных удобрений.

**Марганец.** Среднее содержание марганца в растениях 0,001%, или 1 мг на 1 кг сухой массы. Марганец необходим всем растениям. Особенно требовательны к достаточному содержанию доступных форм марганца в почве злаки, свекла, кормовые корнеплоды, картофель.

Основное количество марганца локализовано в хлоропластах. С урожаем различных культур с 1 га выносятся 1000—4500 г марганца.

Марганец участвует в реакциях биологического окисления из-за высокого значения окислительно-восстановительного потенциала. Установлено участие марганца в системе выделения кислорода при фотосинтезе и в восстановительных реакциях фотосинтеза. Марганец увеличивает содержание сахаров, содержание хлорофилла и прочность его связи с белком, улучшает отток сахаров, усиливает интенсивность дыхания. Он входит в гидроксилламинредуктазу и в ассимиляционный фермент, осуществляющий восстановление углекислоты при фотосинтезе. Марганец активизирует реакции превращения ди- и трикарбоновых кислот, образующихся в процессе дыхания. Он входит в целый ряд ферментных систем. В настоящее время известны 23 металлоферментных комплекса, активируемых марганцем. Марганец наряду с кальцием способствует избирательному поглощению ионов из внешней среды. При дефиците элемента в тканях растений повышается концентрация основных элементов

минерального питания, нарушается соотношение элементов в питательном балансе.

При резком недостатке элемента отмечены случаи полного отсутствия плодоношения у редиса, капусты, томатов, гороха и других культур. Дефицит марганца вызывает хлорозы, серую пятнистость злаков, пятнистую желтуху сахарной свеклы.

В почве большая часть элемента находится в виде труднорастворимых окислов и гидратов окислов. При рН 6—8 растения могут испытывать недостаток марганца вследствие перехода его в труднорастворимые соединения.

В первую очередь марганцевые удобрения следует вносить на серых лесных почвах, слабовыщелоченных черноземах, солонцеватых и каштановых почвах под овес, пшеницу, кормовые корнеплоды, картофель, сахарную свеклу, кукурузу, люцерну, подсолнечник, плодово-ягодные культуры, цитрусовые и овощные. Применение марганца дает значительные прибавки урожаев различных культур.

В качестве марганцевых удобрений используются в основном отходы предприятий марганцево-рудной промышленности; содержание элемента в них колеблется от 10 до 18%.

**Молибден.** Наибольшее его содержание в растениях отмечено у бобовых культур (0,5—20,0 мг на 1 кг сухой массы). Злаки содержат 0,2—1,0 мг/кг молибдена. При несбалансированном питании содержание молибдена в растениях может достигать 300 мг/кг сухой массы. Молибден в основном локализуется в молодых растущих органах. В листьях его больше, чем в стеблях и корнях; много молибдена содержится в хлоропластах. Недостаточность элемента может проявляться у большинства растений при его содержании ниже 0,1 мг/кг сухой массы, а у бобовых культур — ниже 0,4 мг/кг.

В растениях молибден входит в состав некоторых ферментов нитратредуктазы, которая участвует в редукции нитратов и нитрагеназы — фермента, осуществляющего связывание азота атмосферы в процессе биологической фиксации азота. Последнее объясняет его исключительное значение для бобовых культур. При недостатке молибдена в питательной среде в растениях нарушается азотный обмен, в тканях накапливается большое количество нитратов. Под влиянием молибдена в клубеньках бобовых культур усиливается активность дегидрогеназ. Молибден участвует в целом ряде физиологических процессов у растений — биосинтезе нуклеиновых кислот, фотосинтезе, дыхании, синтезе пигментов, витаминов и т. д. При применении элемента под бобовые культуры, помимо улучшения азотного питания, повышается эффективность фосфорно-калийных удобрений. С ростом урожая повышается и содержание белка. Внесение

молибдена под небобовые культуры способствует усвоению сельскохозяйственными культурами азота удобрений и почвы.

Внешние признаки умеренного дефицита молибдена у бобовых растений сходны с симптомами азотного голодания. При более резком дефиците молибдена резко тормозится рост растений, не развиваются клубеньки на корнях, растения приобретают бледно-зеленую окраску, листовые пластинки деформируются и листья преждевременно отмирают.

Избыточное количество молибдена токсично для растений, вредно для животных и человека. У животных при употреблении свежих растений, содержащих 20 мг и более молибдена на 1 кг сухой массы, наблюдаются молибденовые токсикозы. При высушивании и промораживании растений, а также при добавлении меди токсическое действие молибдена ослабляется.

На молибденовые удобрения отзывчивы такие культуры, как люцерна, клевер, соя, кормовые бобы, вика, цветная капуста, корнеплоды, рапс, овощные культуры.

Наиболее бедны молибденом почвы легкого механического состава с низким содержанием гумуса. Обычно элемент находится в почве в окисленной форме в виде молибдатов кальция и других металлов. В кислых почвах молибден образует плохо растворимые соединения с алюминием, железом, марганцем, а в щелочных почвах — хорошо растворимый молибдат натрия. Поглощение молибдена растениями при известковании повышается.

В качестве молибденовых удобрений наша промышленность в основном поставляет молибденово-кислый аммоний.

**Цинк.** Вынос цинка с урожаями полевых культур составляет 75—2250 г с 1 га посевов.

В настоящее время известно более 30 цинксодержащих ферментов: карбоангидраза, щелочная фосфатаза, малатдегидрогеназа, алкогольдегидрогеназа и т. д. Цинком активируются многие металлоферментные комплексы.

Повышенной чувствительностью к недостаточности цинка характеризуются гречиха, хмель, свекла, картофель, бобовые. У плодовых культур потребность в цинке выше, чем у полевых культур.

За счет стабилизации дыхания цинк повышает жаро- и морозоустойчивость растений. Он влияет на утилизацию фосфора растениями. При недостатке цинка в растениях повышается концентрация неорганического фосфора, снижается содержание фосфора в составе нуклеотидов, липидов и нуклеиновых кислот.

При недостатке цинка в растениях накапливаются редуцирующие сахара и уменьшается содержание сахарозы и крахмала, снижается содержание ауксина, нарушается синтез белка. При цинковом голодании резко

подавляется деление клеток, нарушается их растяжение и дифференциация тканей.

Дефицит цинка вызывает у всех растений задержку роста, у плодовых культур — мелколистность и розеточность, у citrusовых — пятнистость листьев, у кукурузы — побеление или хлороз верхних листьев, у томатов — мелколистность и скручивание листовых пластинок и черешков.

Недостаток цинка может проявляться как на кислых сильно оподзоленных легких почвах, так и на карбонатных.

В качестве цинковых удобрений применяются некоторые отходы промышленности, сернокислый цинк (22% цинка), полимикродоброения (19,6% оксида цинка, 17,4% силикатного цинка, 21,1% оксида алюминия, небольшое количество меди и марганца).

**Кобальт.** Среднее содержание кобальта в растениях 0,00002%, т. е. около 0,021 мг на 1 кг сухой массы.

Наиболее значительное содержание кобальта отмечено в бобовых растениях, где он сосредоточен в клубеньках. Также кобальт концентрируется в генеративных органах, в пыльце, ускоряя ее прорастание. Около 50% кобальта в растениях находится в ионной форме, около 20% — в форме амидных соединений и в составе витамина В<sub>12</sub>, который синтезируется микроорганизмами и поступает в растения из почвы или образуется в клубеньках. Кобальт обладает высоким значением окислительно-восстановительного потенциала. Он способствует растяжению клеточных стенок, изменяет структуру азотфиксирующего аппарата, способствуя более длительному функционированию бактериоидов, оказывает большое положительное действие на размножение клубеньковых бактерий, принимает участие в биосинтезе леггемоглобина, увеличивает содержание хлорофилла, повышает активность целого ряда ферментных систем.

Положительное действие кобальта в первую очередь проявляется на почвах с нейтральной реакцией и нормальным обеспечением всеми остальными элементами минерального питания. При содержании кобальта в 1 кг сухого сена менее 0,07 мг животные заболевают акаобальтозом.

## Органические удобрения

**1. Органические удобрения** обогащают почву элементами питания растений и улучшают ее физические и химические свойства. Применение органических удобрений в достаточном количестве позволяет сохранять и повышать запасы гумуса в почве, что имеет важное значение для повышения ее плодородия. Органические удобрения улучшают фитосанитарное состояние почвы, усиливают ее биологическую активность, улучшают водный режим, повышают буферность почвенного раствора.

В качестве органических удобрений применяют подстилочный и бесподстилочный навоз, торфонавозные и другие компосты, птичий помет, зелёные удобрения, пожнивные остатки и солому, сапропель, осадки сточных вод. Органические удобрения по содержанию элементов питания по сравнению с минеральными удобрениями являются значительно менее концентрированными.

Проведено большое количество исследований, в которых показана примерно одинаковая ценность питательных веществ навоза и минеральных удобрений, однако при правильном сочетании органических и минеральных удобрений устраняются специфические недостатки обоих видов удобрений.

Органические удобрения действуют на растения медленнее, чем минеральные, так как значительная часть элементов питания в них становится доступной растениям лишь по мере того, как они минерализуются.

Добавляя к органическим удобрениям минеральные, можно создать любое соотношение элементов питания.

**Навоз** — основное органическое удобрение. В зависимости от способов содержания животных получают подстилочный и бесподстилочный навоз. Подстилочный навоз состоит из твердых и жидких выделений животных и подстилки. В нем около 25% сухого вещества и 75% воды. Бесподстилочный навоз (полужидкий) содержит 10—11% сухого вещества и около 90% воды. Может быть еще менее концентрированный жидкий навоз.

Свойства навоза значительно улучшаются при применении соломенной и торфяной подстилки. Навоз с соломенной подстилкой содержит около 0,5% N, 0,20—0,25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 0,6% K<sub>2</sub>O. Химический состав навоза по зонам страны отражает содержание элементов питания в растениях и почвах, на которых они были выращены. Содержание азота и калия в коровьем навозе может колебаться примерно в 4 раза, а фосфора — в 6 раз в зависимости от качества кормов.

За счет того, что торф лучше поглощает жидкие выделения животных и аммиачный азот, навоз с торфяной подстилкой богаче азотом, чем навоз с соломенной подстилкой. При хранении навоза с торфом потери азота меньше, чем навоза с соломой.

В зависимости от продуктивности животного, применяемой подстилки за стойловый период в 200 дней от одной коровы получают 6—12 т навоза.

По степени разложения навоз разделяют на свежий, полуперепревший, перепревший и перегной. В районах достаточного увлажнения лучше использовать полуперепревший навоз, а в районах с дефицитом влаги для весеннего периода рекомендуется перепревший навоз. При внесении осенью в достаточно увлажненных районах высокоэффективен даже свежий навоз, а в юго-восточных районах — полуперепревший.

Лучшим способом хранения навоза является холодный или плотный способ, который предусматривает плотную укладку навоза в штабеля шириной 5—6 м и высотой 1 м. Первый слой утрамбовывают и укладывают второй, затем третий с тем, чтобы высота утрамбованного штабеля достигла 2—3 м. В штабеле создаются анаэробные условия, температура внутри штабеля поднимается только до 20—35 °С. В зимний период полуперепревший навоз получается при таком способе хранения за 3—4 месяца, перепревший навоз — за 7—8 месяцев.

При рыхлом (горячем) способе хранения навоз в штабелях шириной 2—3 м оставляют без уплотнения. Разложение идет в аэробных условиях при высокой температуре со значительными потерями азота и органического вещества.

Рыхло-плотное (горячеспрессованное) хранение предусматривает укладку навоза 3—4 слоями толщиной 80—100 см и уплотнением каждого слоя после повышения температуры штабеля до 55—60 °С. Рыхлое и рыхло-плотное хранение применяют, когда необходимо быстрее получить более разложившийся навоз или, если необходимо, биотермически обеззаразить навоз.

Подстилочный навоз хранят в специальных навозохранилищах или в поле в штабелях. В мелких кучах в поле навоз хранить нельзя, так как он промерзает зимой, пересыхает весной и летом, из него теряется значительное количество аммиачного азота.

Обогатить навоз элементами питания растений можно добавлением к нему фосфоритной муки и компостированием с торфом. Фосфоритная мука усиливает микробиологические процессы, и аммиачный азот интенсивно поглощается микроорганизмами, что снижает его потери. Фосфор фосфоритной муки под влиянием угольной и органической кислот становится доступнее растениям. На 1 т навоза добавляют 10—40 кг фосфоритной муки.

Калий находится в навозе в подвижной форме и усваивается первой культурой так же, как и из минеральных удобрений (60—70% от внесенного количества). Фосфаты навоза меньше закрепляются почвой, и поэтому они усваиваются на 35% от внесенного, а из минеральных удобрений лишь на 15—20%. Коэффициент использования азота навоза первой удобряемой культурой около 20—25%, а из минеральных удобрений — 40—50%. В полуперепревшем навозе азот находится в более доступной для растений форме, меньше доступного растениям азота в перепревшем навозе, и еще меньше в перегное. Таким образом, азот из навоза первой удобряемой культурой используется хуже, а фосфор — лучше, чем из минеральные удобрений, что следует учитывать при его применении.

Нормы внесения навоза под вспашку во влажный слой почвы разные: вносится 15—50 т/га подстилочного навоза, под зерновые — 15—25 т/га, картофель и сахарную свеклу — 25—40 т/га, вносится под огурцы, коноплю и кукурузу в Нечерноземной зоне 40—50 т/га, а в Черноземной зоне — 25—35 т/га.

Наиболее отзывчивы на внесение навоза картофель, кукуруза, огурцы, свекла, озимые культуры.

Для бездефицитного баланса гумуса в почве в севооборотах с 1—2 полями многолетних трав на суглинистых почвах следует вносить 8—10 т/га, а на легких почвах — 15—20 т/га навоза ежегодно.

Бесподстилочный навоз при влажности до 90% называют полужидким, 90—93% — жидким, при влажности более 93% смесь экскрементов называют навозными стоками.

Азот бесподстилочного навоза хорошо усваивается растениями в первый год, так как 50—70% его находится в аммонийной форме и 30—50% — в органической. Весь калий находится в растворенном состоянии, более доступен и фосфор. Поэтому действие бесподстилочного навоза проявляется сильнее, а последствие слабее, чем у подстилочного навоза. В год внесения из него используется до 40% азота, 40—50% фосфора и 70—90% калия.

Применяется бесподстилочный навоз в качестве допосевного удобрения и для подкормки, он используется также для приготовления торфонавозных компостов. Для внесения навоза используются цистерны-разбрасыватели или дождевальные установки. При внесении дождевальными установками бесподстилочный навоз разбавляется водой 1:8 или 1:10 во время вегетации и 1:1 или 1:3 во вневегетационный период. Если жидкий навоз предварительно разделяют на твердую и жидкую фракции, то жидкая фракция используется на орошение, а твердая вносится так же, как и подстилочный навоз. Поверхностно внесенный бесподстилочный навоз следует немедленно заделывать. Для обеззараживания навоза применяются термическая обработка (нагревание в течение суток при 56—58°), термофильное метановое брожение и обработка навоза формалином.

В качестве органических удобрений можно использовать солому. Ее запахивают, одновременно внося 40—80 кг/га азота, а на бедных фосфором почвах добавляется фосфор. Солому заделывают лущильником на глубину 5—7 см и через 2—3 недели проводят зяблевую вспашку. Солому запахивают в количестве 4—6 т/га, она содержит 0,5% N, 0,25% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 0,8% K<sub>2</sub>O. Хорошо вместе с соломой вносить 40—50 т/га жидкого навоза.

Ценным и быстродействующим органическим удобрением является птичий помет, так как все элементы питания находятся в нем в усвояемых для растений соединениях. Свежий помет подвергают сушке при высокой температуре, получая сухой помет, содержащий 4—6% N, 2—3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 2—

2,5%  $K_2O$ . Подстилочный куриный помет при влажности 56% содержит 1,6% N, 1,5%  $P_2O_5$  и 0,9%  $K_2O$ .

Используют птичий помет как допосевное удобрение и в подкормки. При основном внесении под пропашные культуры вносят помета, высушенного термически, 3—4 т/га, сырого помета 8—10 т/га или торфопометного компоста 20—25 т/га. Для подкормок вносят 4—5 ц/га сухого и 8—10 ц/га сырого чистого помета.

В качестве органического удобрения применяют также **торф**. Верховой торф образовался из сфагновых мхов, пушицы, багульника и других нетребовательных к питанию и влаге растений. Низинный торф образовался из требовательных к элементам питания и влаге растений. Это мхи, осоки, тростники, хвощи, ольха, береза, ель, сосна, ива и т. д. У переходного торфа нижние слои ближе к низинному, а верхние — к верховому.

В составе торфа находятся лигнин, смолы, воск и жирные кислоты, битумы — вещества, очень устойчивые к разложению микроорганизмами; белки и другие азотсодержащие соединения, входящие в торф, разлагаются значительно легче.

Сфагновый торф очень беден гуминовыми веществами (не более 20%) и элементами питания растений, обладает малой зольностью и кислой реакцией, но за счет большой влагоемкости и способности поглощать газы является хорошим материалом для подстилки. Низинный осоковый торф богат гуминовыми веществами (около 50%).

Если в торфе 5—25% гумифицированных веществ, его называют слаборазложившимся, 25—40% — среднеразложившимся и более 40% — сильноразложившимся. Сильноразложившийся торф используют на удобрение вместе с другими органическими и минеральными удобрениями, среднеразложившийся обязательно следует компостировать, а слаборазложившийся целесообразно применять для подстилки и затем использовать как торфяной навоз.

В верховом торфе содержится 0,7—1,5% азота, а в низинно-осоковом — 2,5—4,0%. Однако азот торфа становится доступным растениям только после минерализации, которая идет успешно только после компостирования с навозом, навозной жижей, фекалиями. В торфе содержится 0,1—0,4% Mn, 0,5—1,5% S, 0,03—0,4% P, 0,03—0,1% K.

Золы в верховом торфе содержится до 5%, в переходном — 5—10% и в нормальнозольном (низинном) — 8—12%. Встречается высокозольный низинный торф с содержанием золы за счет примеси глины, песка или кальция до 30%. При содержании в торфе извести свыше 10% он применяется как известковое удобрение. Низинный торф менее кислый, чем верховой. При pH ниже 4,5 торф следует использовать на подстилку, а выше 4,5 торф обязательно компостируют. Слаборазложившийся верховой торф



обладает наиболее высокой влагоемкостью. Высокая влагоемкость обеспечивает при применении торфа в качестве подстилки максимальное поглощение жидких выделений животных, а кислая реакция и высокая емкость поглощения (100—200 мг-экв на 100 г сухого вещества) — удержание аммиачного азота. Лучше на подстилку использовать верховой сфагновый торф.

Для компостирования используется торф со степенью разложения выше 20% и зольностью до 25%. В качестве компонентов для компостирования используют навоз, навозную жижу, фекалии, растительные остатки, известь, фосфоритную муку и золу.

Торф используют для приготовления торфоминерально-аммиачных удобрений (ТМАУ) и торфяных субстратов для овощеводства защищенного грунта.

С целью обогащения почвы питательными веществами и улучшения ее структуры применяют запахивание свежей растительной массы **сидератов** в почву. Данный прием называется сидерацией. В качестве сидератов возделывают люпин, сераделлу, донник, озимую вику, астрагал, эспарцет, горчицу, гречиху и другие растения.

С бобовыми культурами может запахиваться на 1 га 150—200 кг азота. За счет растений происходит обогащение почвы фосфором, калием и другими элементами. Однако под сидераты или при их запашке целесообразно вносить фосфорные и калийные удобрения.

Зеленое удобрение улучшает физические и химические свойства почвы, усиливает микробиологические процессы.

Одним из важных приемов усиления фиксации азота бобовыми является применение бактериального препарата нитрагина, содержащего активные расы клубеньковых бактерий. Эти бактерии специфичны. Например, отдельные виды или расы их способны образовывать клубеньки на корнях клевера, но не могут заражать корни люцерны, гороха, люпина и других бобовых. Поэтому нитрагин готовят для определенной бобовой культуры. Им обрабатывают семена бобовых. Делают это в местах, защищенных от солнечных лучей, поскольку клубеньковые бактерии под действием прямых солнечных лучей погибают. Применение нитрагина при выращивании бобовых культур повышает их урожайность в среднем на 10—15%, а при возделывании этих культур впервые — на 50—100%.

Нитрагин выпускается двух видов — сухой (ризобин) и торфяной (ризоторфин). Сухой нитрагин представляет собой сыпучую массу, содержит 2—5% влаги и из расчета на 1 г препарата от 3 до 5 млрд. клубеньковых бактерий. Сухой нитрагин обладает хорошей сыпучестью и прилепаемостью к семенам, что позволяет механизировать работы по его применению.

**2. Система применения удобрений.** Удобрения являются мощным средством повышения производительности сельского хозяйства при условии их правильного применения, в определенной системе под отдельные культуры и в севообороте. Под **системой удобрения** в севообороте следует понимать научнообоснованный план применения органических и минеральных удобрений, а также химических мелиорантов, в котором предусмотрены их виды, нормы, время внесения и способы заделки под отдельные культуры в зависимости от почвенно-климатических условий. Составлением такого плана занимается агроном.

Общая схема удобрений в севообороте разрабатывается на основании обеспеченности хозяйств органическими удобрениями и плодородия всех полей севооборота как минимум на ротацию с указанием норм, доз, соотношений и общей потребности в минеральных удобрениях.

Нормы минеральных удобрений ежегодно корректируются. На основании годового плана составляют календарный план приобретения минеральных и внесения органических и минеральных удобрений.

Особое значение имеет реализация применения удобрений на практике, в совхозах и колхозах. Этот этап предусматривает комплекс организационно-хозяйственных и агротехнических мероприятий.

Система удобрения должна эффективно решать следующие задачи: 1) увеличение урожая сельскохозяйственных культур и улучшение его качества; 2) повышение и постепенное выравнивание плодородия полей, а в некоторых случаях поддержание его на исходном уровне; 3) повышение темпов интенсификации земледелия, эффективное использование удобрений и охрана окружающей среды.

Агрохимической службой и научными учреждениями страны на основании обобщения данных полевых опытов разработаны средние нормы и поправочные коэффициенты к ним для различных сельскохозяйственных культур.

Азотные удобрения на малоплодородных песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах следует вносить в нормах, превышающих вынос, поскольку растения на этих почвах особенно нуждаются в азоте. Полностью возмещать вынос азота всеми культурами, исключая бобовые, необходимо на суглинистых дерново-подзолистых почвах и орошаемых землях.

Фосфорные удобрения нужно вносить в количествах, превышающих вынос фосфора урожаями при низком и очень низком содержании подвижного фосфора на всех почвах. На почвах с высоким содержанием подвижного фосфора при ограниченных ресурсах фосфорных удобрений их нормами можно обеспечивать частичное возмещение выноса данного элемента урожаем.

На почвах с низким и очень низким содержанием обменного калия следует вносить калийные удобрения в нормах, превышающих вынос.

При наличии калийных удобрений их нужно применять в нормах, обеспечивающих оптимальное содержание обменного калия в почве, что является важным резервом получения высоких, устойчивых урожаев.

## **Различные аспекты использования химических веществ в сельском хозяйстве**

### **Защита культурных растений от вредителей и болезней**

Культурные растения повреждаются многими видами вредных насекомых, клещами, нематодами, слизнями и грызунами. На растениях паразитируют грибы, бактерии и вирусы, вызывая различные заболевания. Это приводит к частичной или полной гибели урожая, или к ухудшению его качества. По данным агропродовольственной организации при ООН, ежегодные мировые потери урожая только зерновых злаков от болезней и вредителей составляют 16%, этого количества хлеба достаточно для обеспечения в течение года 400 млн человек. Во всем мире ежегодно при выращивании сельскохозяйственных культур теряется от вредителей, болезней и сорняков до 35% урожая. Таким образом, практика показывает большую экономическую выгоду мероприятий по защите растений.

Из вредителей наибольший вред приносится насекомыми. Другие вредители представлены небольшим числом видов, они приносят большой ущерб только в годы массового размножения.

По типу повреждений насекомых делят на две группы: *грызущие* и *сосущие вредители*. К *грызущим* относятся жуки, прямокрылые, гусеницы и личинки многих насекомых. Они повреждают (объедают) стебли, листья и корни, делают ходы в стеблях и плодах. К *сосущим* относятся клопы, тли, трипсы. Повреждения, вызванные этими вредителями, можно определить по изменению цвета листьев до полного обесцвечивания, деформации отдельных органов, образованию галлов (наростов), что приводит к биохимическим изменениям в клетках пораженных органов. Многие сосущие вредители являются переносчиками вирусных болезней растений.

Насекомые вредители по типу питания делятся на *многоядные*, *ограниченноядные* и *одноядные*. К первой группе относятся все саранчовые, включая нестадных (кобылки, медведки), жуки, чешуекрылые (бабочки, мотыльки). Саранчовые и гусеницы объедают преимущественно листья, оставляя одни жилки, они откладывают яйца как на культурных растениях, так и на сорных. С сорняков гусеницы переходят на культурные растения.

*Ограниченноядные* вредители питаются растениями близких семейств. Например, вредителями зерновых злаков являются тли, трипсы, клоп-черепашка, хлебные блошки, пьявица, хлебные жуки (Кузьяка, крестоносец).

Личинки жуков повреждают корни, сами жуки питаются мягким незрелым зерном пшеницы, ржи, ячменя.

*Одноядные* насекомые повреждают один вид растений. Например: к вредителям сахарной свеклы относятся: свекловичная тля, свекловичная моль, свекловичный долгоносик; хлопчатник повреждают хлопковая тля, хлопковая совка, паутинный клещ.

К *многоядным* вредителям, кроме насекомых, также относятся слизни, суслики, мышевидные грызуны и крысы.

Культурные растения поражаются различными заболеваниями. Болезни растений в зависимости от причин, их вызвавших, бывают *неинфекционные* и *инфекционные*. *Неинфекционные* заболевания возникают под влиянием неблагоприятных условий среды: резкое повышение или понижение температуры, недостаток или избыток влаги в почве и воздухе, нарушение питания. Такие заболевания не заразные, для борьбы с ними необходимо выяснить причину, их вызвавшую, и устранить ее.

Многие болезни являются *инфекционными*, они вызываются бактериями, грибами или вирусами. Большинство патогенных бактерий относится к палочковидным формам. В растения они попадают через естественные отверстия (устьица, поры) или через ранения в покровных тканях. Попадая внутрь, бактерии разрушают оболочки клеток, хлорофилл, вызывают поражения листьев и стеблей. Это проявляется в виде пятен желтого цвета. Такое заболевание называется бактериальной пятнистостью или бактериозом. При сосудистом бактериозе у растений разрушаются проводящие пучки, наступает постепенное увядание. Патогенные бактерии вызывают бактериальные гнили плодов, корнеплодов, кочанов.

Наиболее распространенными болезнями злаковых культур, вызванных паразитическими грибами, являются головня, спорынья и мучнистая роса. Картофель и томаты поражаются фитофторой, особенно в дождливую погоду. На плодовых деревьях встречается грибковое заболевание - парша. Все грибы размножаются грибницей или спорами. На пораженном месте образуются пятна белого или темного плесневидного налета. Заболевания передаются через зараженные семена или посадочный материал, поражаются обычно ослабленные растения.

Вирусы содержатся в клеточном соке больных растений и переносятся на здоровые главным образом сосущими насекомыми. Могут распространяться вирусные заболевания и при вегетативном размножении, реже через почву и семена. Признаками вирусных заболеваний являются мозаичная расцветка листьев, скручивание листовой пластины.

**Методы борьбы** с вредителями и болезнями культурных растений различные, они делятся на следующие:

**агротехнические** - это использование отдельных приемов агротехники, то есть правильное чередование культур, борьба с сорной растительностью, уничтожение послеуборочных остатков, выведение сортов, устойчивых к заболеваниям;

**механические** - это мероприятия, направленные на изменение условий среды: ручной сбор насекомых, удаление больных растений, устройство преград и канав при массовом размножении насекомых, отряхивание их с плодовых деревьев; физические: термическая обработка почвы в теплицах, семян или посадочного материала, окуривание;

**биологические** - использование для уничтожения вредителей их естественных врагов (полезные насекомые, насекомоядные птицы);

**химические** - использование различных ядов.

Самыми безопасными для окружающей среды являются биологические методы. Применение ядохимикатов наиболее быстро подавляет размножение вредных организмов, однако все химические вещества оказывают определенное, чаще негативное воздействие на почву и на сельскохозяйственные культуры.

Ядохимикаты, применяемые в сельском хозяйстве, делятся на основные группы: **гербициды** - уничтожающие сорные растения,

**инсектициды** - вещества, убивающие насекомых - вредителей,

**фунгициды** - химические вещества, подавляющие рост паразитических грибов,

**бактериоциды** - вещества, подавляющие бактериальные заболевания,

**зооциды** - яды, применяемые для уничтожения грызунов.

Наиболее часто применяются следующие ядохимикаты:

1. Для борьбы с болезнями растений применяют формалин, серу, медный и железный купорос; ртутно-органические и органические соединения - гранозан и меркуран; гексахлоран и гексахлорбензол. Почти универсальным фунгицидом является Бордоская жидкость. Для опрыскивания садов используется медный и железный купорос, для опыления виноградников и садов - молотая сера. Для протравливания семян, наряду с использованием старого средства - формалина, применяют меркуран, гранозан, гексахлорбензол. Фунгициды, используемые для обеззараживания посевного материала, называются протравителями.
2. Для борьбы с насекомыми применяются ДДТ (дихлордифенилтрихлорметан), ГХЦГ (гексахлоран, гексахлорциклогексан), ти-офос, октаметил, полихлорпинен, никотин-сульфат, а также неорганические мышьяковистые соединения - арсенит и арсенат кальция, арсенит натрия, парижская зелень (двойная медная соль уксусной и метамышьяковистой кислот), сера.
3. Яды для уничтожения грызунов разбрасываются в виде приманок, это вещества, содержащие соединения мышьяка. К ним относятся : арсенат и арсенит кальция и натрия.
4. Наиболее распространенными гербицидами являются соли и эфиры на основе 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и натриевая соль 2-метил-4-хлорфеноксиуксусной кислоты (2М-4Х), которые используются для уничтожения двудольных сорняков в посевах зерновых культур. Промышленностью выпускается большое количество различных

гербицидов, среди них пентахлорфенолят натрия, динитро-орто-крезол, симазин и многие другие. Для удобства применения ядохимикатов химическая промышленность выпускает их в виде дустов (порошков, разбавленных неядовитыми веществами) или в виде растворов, а также жидкостей со взвешенными в них ядовитыми порошками (суспензии), или мельчайшими капельками ядовитых жидкостей (эмульсии).

### **Краткая характеристика наиболее распространенных ядохимикатов:**

**Парижская зелень** (ярко-зеленый порошок) - двойная медная соль уксусной и метамышьяковистой кислот. В воде не растворима, применяется в виде водной суспензии с добавлением извести для борьбы с листогрызущими вредителями.

**Арсенат кальция** (мышьяковокислый кальций) - светлый порошок, слабо растворим в воде. Применяется в чистом виде, в смеси с известью, в смеси с тальком для опыления растений против листогрызущих вредителей, используется при приготовлении отравленных приманок для борьбы с мышевидными грызунами.

**Кремнефтористый натрий** - тяжелый белый с серым оттенком порошок. Применяется методом опыления против листогрызущих, саранчовых, гусениц озимой совки, для приготовления отравленных приманок против медведки и мышевидных грызунов.

**Фосфид цинка** - темно-серый порошок с острым запахом. Применяют для приготовления отравленных приманок для грызунов. Сильно ядовит для человека.

**Никотин-сульфат** - густая коричневая жидкость, хорошо растворима в воде. Применяется в виде водного раствора против сосущих вредителей (тли, листоблошки, клещей) с добавлением мыла или негашеной извести для лучшего смачивания растений.

**ДДТ (5,5% дуст)** - жирные на ощупь кристаллы со специфическим запахом, хорошо растворяются в органических растворителях (спирт, бензин). Дуст является универсальным инсектицидом, применяется методом опыления или в виде эмульсии с добавлением мыла против многих грызущих и сосущих насекомых.

**Гексахлоран (ГХЦГ - гексахлорциклогексан)** - кристаллическое вещество грязно-белого цвета с сильным запахом плесени. Выпускается в виде 12%-го дуста для опыления растений, добавляется в минеральные удобрения для борьбы с почвенными вредителями. Как и ДДТ является универсальным инсектицидом.

**Тиофос (НИУИФ-100)** - фосфорорганический препарат, представляет собой маслянистую жидкость темно-коричневого цвета с резким чесночным запахом. Применяется в виде водной эмульсии для борьбы с сосущими и грызущими вредителями овощных, садовых и технических культур. Сильно ядовит для человека и животных.

**Бордосская жидкость** - универсальный фунгицид. Состоит из смеси 1:1 раствора медного купороса и раствора гашеной извести. Применяется в 1 %-ной концентрации - по 100 г каждого вещества на 10 литров воды методом опрыскивания.

**Формалин** - представляет собой 40%-ный водный раствор формальдегида. Применяется для протравливания семенного зерна, для обеззараживания зернохранилищ, элеваторов, овощехранилищ, теплиц и почвы.

**Гранозан (НИУИФ-2)** - порошок, содержащий 2-3% ртутноорганических соединений. Применяется для сухого протравливания семенного зерна, как злаковых, так и других культур. Сильно ядовит для человека и домашних животных.

Большинство ядохимикатов ядовиты для человека и домашних животных, поэтому при работе с ними нужно соблюдать меры безопасности. Работа с такими веществами должна проводиться в спецодежде (комбинезон из ткани с пропиткой), в защитных очках, резиновых сапогах и перчатках. При работе с пылевидными препаратами надевается марлевая повязка (маска) или респиратор. Неиспользованные остатки ядовитых веществ хранят на специально оборудованных складах с соблюдением мер безопасности или закапывают в землю вдали от водоемов, ферм и жилых помещений. Следует соблюдать все необходимые условия использования и хранения ядохимикатов, чтобы не было вредных последствий для населения и окружающей среды или накопления токсичных веществ в продуктах растениеводства.

### **Использование индуцированного мутагенеза в селекции**

В настоящее время известно, что наследственная информация о всех качественных и количественных признаках любого живого организма заключена в кариотипе (наборе хромосом). У каждого вида растений и животных хромосомы всегда имеют определенное строение и постоянное число. Под действием химических веществ, различных излучений и некоторых других факторов окружающей среды может меняться строение самих хромосом, то есть строение или последовательность расположения генов. Это приводит к образованию мутантов - организмов с новыми свойствами. Мутации возникают в любом живом организме в процессе его жизни, это спонтанные мутации, частота их появления очень низка. Мутации могут быть полезными, вредными или нейтральными для организмов. В природных условиях естественный отбор оставляет полезные изменения, повышающие жизнеспособность организма. При селекции растений и животных выделяются желаемые для хозяйственных целей признаки, которые не обязательно полезны для самого организма. Мутантные формы используются в селекции для выведения новых сортов растений и пород домашних животных с нужными для человека признаками и свойствами.

Так как спонтанные мутации возникают очень редко, применяются различные методы для их искусственного получения. Как генные, так и хромосомные мутации можно вызвать искусственно при помощи различных факторов. Процесс получения искусственных мутаций называется индуцированным мутагенез. Большое количество мутаций возникает под влиянием ряда химических веществ. Эти вещества называются химическими мутагенами, а процесс возникновения мутаций - химический мутагенез. Роль химических факторов в процессе возникновения мутаций была открыта русским генетиком И.А.Рапопортом и английским ученым Ш.Ауэрбахом, указавшими на сильное мутагенное действие некоторых химических веществ. Центром работы с химическими мутагенами в нашей стране является отдел генетики в Институте химической физики АН РФ.

В настоящее время известны серии мутагенных веществ, относящихся к различным классам химических соединений. В качестве мутагенов чаще всего используются такие вещества, как этиленмин, диэтилсульфат, диметилсульфат, аминоэтиленмин, N-нитрозэтил-мочевина, 1,4-бисдиазоацетилбутан и многие другие химические соединения. По данным, полученным в Институте химической физики АН РФ, два последних химических соединения являются наиболее мощными мутагенами.

Для селекции чаще всего используются химические мутагены в виде растворов концентрацией от десятых до сотых и тысячных долей процента.

Химические мутагены оказались значительно более эффективными, чем физические, они часто обладают более специфическим и более тонким действием на клетку. Если при помощи излучений у сельскохозяйственных растений возникает 10-15% жизнеспособных наследственных изменений, то химические мутагены позволяют получить их до 30-60%. Некоторые вещества способны вызывать 100% наследственных изменений у растений и животных. Они получили название супермутагенов.

Приоритет открытия большинства известных в настоящее время мутагенов, в том числе и наиболее широко используемых во всем мире - формальдегида, уретана, этиленмина, окиси этилена, диэтилсульфата, диметилсульфата - принадлежит русскому ученому И.А.Рапопорту.

### **Возможности использования различных химических соединений в сельском хозяйстве**

Существуют и другие аспекты использования химических соединений в сельском хозяйстве.

С помощью химических соединений перед уборкой некоторых сельскохозяйственных культур удаляют листья с растений или подсушивают кустарник. Применяемые для этого препараты называются дефолиантами и десикантами, к ним относятся хлорат магния, цианамид кальция, бутифоси другие органические соединения. Дефолианты и десиканты используются на уборке хлопчатника, их применяют и при уборке картофеля и томатов механизированным способом.



Химические методы используют и для ускорения созревания плодов. Известно, что еще в древнем Китае плодовые деревья окуривали дымом ладана для ускорения созревания плодов. Сейчас установлено, что в этом случае действующим веществом являлся этилен. В настоящее время известно около 150 веществ, называемых стимуляторами роста. Производные уксусной кислоты - 2,4-Д (2,4 дихлорфеноксиуксусная кислота) ускоряют созревание плодов. Сильными стимуляторами роста, которые мобилизуют скрытые возможности растений, являются гиббереллиновые кислоты. Гиббереллины оказывают сильное воздействие на виноград, картофель, томаты и другие культуры, стимулируют их рост и плодоношение.

Большую выгоду приносит использование полимеров в сельскохозяйственном производстве. Широко используется полиэтиленовая пленка: использование пленки для выращивания рассады позволяет обходиться без применения теплых парников. Отмечают, что температура почвы на необогреваемых участках с укрытием из пленки оказывается выше, чем в парниках с обычным стеклянным покрытием. Полиэтиленовая пленка пропускает больше ультрафиолетовых лучей, чем обычное стекло, легко пропускает кислород и углекислоту, все это создает хорошие условия для развития растений. С помощью полиэтиленовой пленки можно быстрее, дешевле и проще изготавливать парники и теплицы для выращивания овощей и других культурных растений.

Полиэтиленовые трубы, производство которых хорошо налажено в нашей стране, пригодны для оросительных систем, животноводческих ферм и других объектов. Такие трубы гораздо легче металлических, эластичны, быстро монтируются, обладают достаточной механической прочностью и устойчивостью к коррозии.

Химическая промышленность поставляет животноводству микроэлементы – медь, йод, цинк, кобальт, марганец, молибден, которые являются важной составной частью многих биологических соединений живого организма. Микроэлементы добавляются в корм животных в качестве витаминов и ферментов и в качестве минеральной подкормки; это такая же важная составная часть рационов животных, как белки, жиры и углеводы. Также химическая промышленность позволяет восполнить недостаток белка в кормах. Наиболее распространенным способом увеличения белка в кормах является использование карбамида (синтетической мочевины). Добавка его к кормам жвачных животных делает более полноценным их рацион.

Химическая промышленность дает также и такие ценные продукты, как кормовые дрожжи и аммиачную воду. Кормовые дрожжи являются отходом производства спирта из древесины. Они вырабатываются и на Саратовском гидролизном заводе. В состав кормовых дрожжей входит не только белок, но и витамины, а также такие элементы, как фосфор, калий, кальций, железо, магний, натрий, кобальт, марганец. Дрожжи скармливают продуктивному скоту и птице как в чистом виде, так и в смеси с другими кормами.

Большое значение в животноводстве имеют стимуляторы роста, которые одновременно повышают устойчивость животных к различным заболеваниям. Это различные антибиотики – пенициллин, биомицин и другие.

С помощью химии можно с большой экономической выгодой решить задачу полного высвобождения поставляемого сельским хозяйством пищевого сырья в производстве этилового и бутилового спирта, глицерина, моющих средств, олифы, смазок, лаков и др. Себестоимость синтетического спирта примерно в четыре раза ниже себестоимости спирта, получаемого из пищевого сырья.

Искусственная шерсть – нитрон по своим свойствам не только не уступает натуральной, но и превосходит ее по ряду качеств. На Саратовском химкомбинате впервые в стране освоено производство нитрона. Себестоимость нитрона почти в десять раз ниже себестоимости шерсти.

Роль химии в сельском хозяйстве исключительно велика и приведенные выше примеры не исчерпывают всех возможностей агрохимической науки, которая, развиваясь, дает новые соединения и материалы, позволяющие решать труднейшие задачи, поставленные перед сельским хозяйством в настоящее время.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО РАЗДЕЛАМ «ПОЧВОВЕДЕНИЕ», «ЗЕМЛЕДЕЛИЕ С ОСНОВАМИ АГРОХИМИИ»

Подготовка к практическим занятиям проводится по учебникам, учебным и учебно-методическим пособиям, лекциям.

### Раздел «Почвоведение»

**Занятие №1.** Тема: Строение почвенного профиля.

Морфологические признаки почвы.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что такое почвенные разрезы и какие они бывают?
2. Что такое почвенный профиль?
3. Что такое генетические горизонты почвы и как они обозначаются?
4. Какой порядок описания почвенного профиля?
5. Какое строение имеет почвенный профиль типичных черноземов и каштановых почв?
6. Перечислите морфологические признаки почвы?
7. Какую окраску имеют горизонты разных типов почв, от чего она зависит?
8. Что такое структура почвы, какие типы структуры выделяют?
9. Что такое сложение почвы и каким оно бывает?
10. Что такое включения и какими они бывают?
11. Что такое новообразования и как их подразделяют?

**Занятие №2.** Тема: Гранулометрический состав почвы.

Водный режим почвы.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Что называют гранулометрическим составом почвы?
2. Что такое механические элементы и как их подразделяют?
3. Как классифицируются почвы по гранулометрическому составу?
4. Какие свойства почвы зависят от гранулометрического состава?
5. Какие почвы называются легкими, какие тяжелыми?
6. Как определяется гранулометрический состав почвы в полевых и в лабораторных условиях?
7. Какие существуют формы воды в почве?
8. Как определяется влажность почвы в полевых и в лабораторных условиях?
9. Назовите водные свойства почвы?
10. Что такое влажность почвы и от чего она зависит?
11. Что такое влагоемкость почвы и как она определяется?
12. Что такое водопроницаемость почвы, как она определяется и от чего зависит?
13. Что такое водоподъемная способность почвы (капиллярность), как

она определяется и от чего зависит?

14. Что такое водный режим почвы, как его определяют?

**Занятие №3.** Тема: Химические свойства почв.

Характеристика почвенного покрова Саратовской области.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие границы изменения рН почвенного раствора?
2. Какие бывают виды кислотности и чем они обусловлены?
3. Какие бывают виды щелочности и чем они обусловлены?
4. Как определяются рН солевой и рН водной вытяжки в лабораторных условиях?
5. Какие основные источники засоленности почв?
6. Какие применяются меры борьбы с повышенной кислотностью и щелочностью почвы?
7. Какие культурные растения могут расти на кислых почвах?
8. Что такое буферность почвы и какую роль она играет?
9. Какие природные условия характерны для Саратовской области?
10. Какие почвенно-климатические зоны расположены на территории Саратовской области?
11. Какие типы почв распространены в Правобережье и чем это обусловлено?
12. Какие типы почв распространены в Левобережье и чем это обусловлено?
13. Какой почвенный покров формируется в поймах рек и как это используется?

### Раздел «Земледелие с основами агрохимии»

**Занятие №4.** Тема: Посевные качества семян.

Построение общих севооборотов.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Перечислите основные показатели качества посевного материала.
2. В каком документе изложены кондиции на посевные качества семян?
3. На какие классы делятся семена в зависимости от посевных качеств?
4. Что такое чистота семян и как она определяется?
5. Как определяется всхожесть семян?
6. Как и для чего определяется показатель влажности семян?
7. Для чего и как определяют массу тысячи семян?
8. Как рассчитывается посевная годность семян?
9. Как выражают норму высева семян?
10. Что такое севообороты и какие они бывают?
11. Что такое предшественники?
12. Каковы предшественники основных групп сельскохозяйственных

- растений?
13. Какие схемы чередования культур используются в севооборотах основных почвенно-климатических зон страны?

**Занятие №5.** Тема: Сорные растения и меры борьбы с ними.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие признаки положены в основу биологической классификации сорных растений?
2. Какие сорные растения являются карантинными сорняками?
3. Какие сорные растения наиболее тяжело истребляемые, как проводится борьба с ними?
4. Какие существуют агротехнические меры борьбы с сорняками?
5. Какие существуют химические меры борьбы с сорняками?
6. Какие существуют биологические меры борьбы с сорняками?
7. Какие методы используют для учёта засорённости полей?

**Занятие №6.** Тема: Основы агрохимии.

Вопросы для самостоятельной работы:

1. Какие существуют виды удобрений?
2. Как определить минеральные удобрения по внешнему виду?
3. Как определить минеральные удобрения по реакции на раскислённом угле?
4. Как определить минеральные удобрения по растворимости в воде?
5. Как определить дозу внесения удобрения в зависимости от процентного содержания в нём действующего вещества?
6. Какие факторы учитывают при определении доз внесения минеральных удобрений?
7. Какие правила учитываются при смешивании различных минеральных удобрений?
8. Каким способом пользуются при определении нитратов в растениях?
9. Как классифицируют ядохимикаты?
10. Какие применяются средства защиты от вредителей и болезней сельскохозяйственных растений?

## **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО РАЗДЕЛАМ «ПОЧВОВЕДЕНИЕ», «ЗЕМЛЕДЕЛИЕ С ОСНОВАМИ АГРОХИМИИ»**

1. Почвоведение как наука, ее связь с другими науками. Вклад русских ученых в развитие почвоведения, как науки.
2. Почвообразовательный процесс, его слагаемые.
3. Факторы почвообразования.
4. Морфологические признаки почвы.
5. Классификация почв по гранулометрическому составу.
6. Почвенные разрезы, их виды и строение.
7. Строение почвенного профиля.
8. Химический состав и свойства почв.
9. Кислотность почвы, ее источники и виды. Борьба с избыточной кислотностью.
10. Щелочность почвы, ее источники, виды и борьба с ней.
11. Буферность почвы, и ее значение.
12. Поглотительная способность почвы, ее виды и значение.
13. Водный режим почвы.
14. Виды почвенной влаги, их доступность для использования растениями.
15. Классификация почв.
16. Почвенные зоны, выделяемые на территории России.
17. Болотный процесс почвообразования.
18. Особенности подзолообразовательного процесса.
19. Дерновый процесс почвообразования.
20. Характеристика тундровых почв.
21. Характеристика дерново-подзолистых почв.
22. Характеристика серых лесных почв.
23. Характеристика черноземов.
24. Характеристика каштановых почв.
25. Засоленные почвы, причины засоления.
26. Характеристика почвенного покрова Саратовской области.
27. Земледелие как наука о рациональном использовании почв и повышении их плодородия.
28. Основные законы земледелия.
29. Классификация систем земледелия в историческом разрезе.
30. Интенсивные основы земледелия.
31. Вспашка как основной приём обработки почвы. Виды вспашки, орудия.
32. Приёмы поверхностной обработки почвы: боронование, культивация, лущение, прикатывание -задачи, орудия.
33. Система обработки почвы под яровые культуры.
34. Система обработки почвы под озимые культуры.
35. Виды паров. Их значение в сельском хозяйстве.
36. Биологические особенности способов, норм и сроков посева сельскохозяйственных культур.
37. Сроки и способы сева, нормы высева. Глубина заделки семян.
38. Классификация сорных растений.

39. Меры борьбы с малолетними и многолетними сорняками.
40. Понятие о севооборотах и их ротации.
41. Классификация севооборотов.
42. Научные основы химизации земледелия.
43. Органические и минеральные удобрения.
44. Понятие о гербицидах, инсектицидах, фунгицидах, зооцидах и других защитных веществах.
45. Условия применения химических средств защиты без нарушения биологического равновесия в природе.
46. Различные аспекты применения химических соединений в сельском хозяйстве.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баздырев Г. И. и др. Земледелие. – М.: Колос, 2002. – 552 с.
2. Болдырев В.А., Пискунов В.В. Полевые исследования морфологических признаков почв: Учебное пособие для студентов биологического и географического факультетов. – Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2001. – 42 с.
3. Ващенко И.М., Колесников Е.В. Практические работы по курсу «Основы сельского хозяйства». – М.: Просвещение, 1970. – 158 с.
4. Заев П.П., Коротков А. А. Общее земледелие с почвоведением. – Л.: Колос, 1978. – 416 с.
5. Никольский Н.Н. Почвоведение. Учебное пособие для пед. институтов. – М.: Учпедгиз, 1963. – 304 с.
6. Карнаухов И.П. и др. Основы сельского хозяйства. – М.: Просвещение, 1965. – 616 с.
7. Основы сельского хозяйства. Под ред. И.М. Ващенко. – М.: Просвещение; 1987. – 576 с.
8. Основы сельского хозяйства. Учебное пособие для студентов биол. специальностей пед. ин-тов. Под ред. П.М. Фокеева. – М.: Просвещение, 1976. – 431 с.
9. Почвоведение: учебник для вузов / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, отв. ред. В.Ф. Вальков. – М.; Ростов н/Д.: МарТ, 2006. – 495 с.
10. Почвоведение. Под ред. И.С. Кауричева. – М.: Агропромиздат, 1989. – 719 с.
11. Справочная книга фермера. Выпуск 1. Организация фермерского (крестьянского) хозяйства. Под ред. А.П. Кубанцева и А.В. Лысова. – Саратов: Изд-во Саратовского с.-х. ин-та, 1992. – 112 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение . . . . .	3
Раздел I. «Почвоведение» . . . . .	4
Становление почвоведения как науки . . . . .	4
Почвообразовательный процесс . . . . .	5
Почвенный профиль . . . . .	7
Химический состав и свойства почвы . . . . .	10
Водные свойства почвы . . . . .	15
Классификация почв . . . . .	17
Характеристика основные типов почв и процессов почвообразования . . . . .	18
Эрозия почвы . . . . .	23
Почвенный покров Саратовской области . . . . .	24
Раздел II. «Земледелие с основами агрохимии» . . . . .	25
Научные основы земледелия . . . . .	25
Сорные растения и меры борьбы с ними . . . . .	32
Севообороты . . . . .	41
Обработка почвы . . . . .	52
Агрохимия . . . . .	56
Минеральные удобрения . . . . .	66
Органические удобрения . . . . .	83
Различные аспекты использования химических веществ в сельском хозяйстве . . . . .	90
Практические занятия по разделам «Почвоведение», «Земледелие с основами агрохимии» . . . . .	98
Контрольные вопросы по разделам «Почвоведение», «Земледелие с основами агрохимии» . . . . .	101
Список литературы . . . . .	103