

Новосибирский государственный аграрный университет
Институт фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ

Учебное пособие



Новосибирск 2023

УДК 631.8(0.75)

ББК 40.44, я73

С 409

Кафедра почвоведения, агрохимии и земледелия

Составители: *А.Н. Мармулев*, канд. с.-х. наук, доц.

А.Г. Митракова, канд. с.-х. наук

Рецензенты: *А.Ф. Петров*, канд. с.-х. наук, доц. (Новосибирский ГАУ);

К.А. Никкаръ, канд. с.-х. наук (ФГБУ «ЦАС «Новосибирский»).

Система удобрения: учебное пособие / Новосибирский государственный аграрный университет, Институт фундаментальных и прикладных агробиотехнологий; составители: А.Н. Мармулев, А.Г. Митракова. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – 86 с.

В учебном пособии изложены основные научные принципы построения систем удобрений, способы и приемы внесения удобрений с учетом почвенно-климатических условий и приведена информация об удобрении отдельных полевых, овощных и плодово-ягодных культур, а также газонов и лесных питомников.

Предназначено для аудиторной и самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения по направлениям подготовки 35.03.04 – Агрономия, 35.03.03 – Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.01 – Лесное дело, 35.03.10 – Ландшафтная архитектура.

Утверждено и рекомендовано к изданию учебно-методическим советом Агрономического факультета (протокол № 6 от 10 февраля 2023 г.).

© Новосибирский ГАУ, 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ. НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ	5
2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ	10
3. СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ	15
4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВ И УДОБРЕНИЙ	20
5. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР	23
5.1. Удобрение зерновых культур	23
5.2. Удобрение зернобобовых и крупяных культур	29
5.3. Удобрение кукурузы и подсолнечника	32
5.4. Удобрение картофеля	35
5.5. Удобрение полевых капустовых культур	37
5.6. Удобрение льна	39
5.7. Удобрение многолетних трав	40
6. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР	43
7. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР	53
7.1. Удобрение плодовых культур	54
7.2. Удобрение ягодных кустарников	56
8. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ	59
9. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ГАЗОНОВ	61
СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	75
ПРИЛОЖЕНИЯ	77

ВВЕДЕНИЕ

Главным отличием современных агротехнологий от традиционной технологии выращивания сельскохозяйственных культур должно стать системное и точное выполнение технологических операций с целью получения продукции запрограммированного количества и качества.

Высокая эффективность удобрений возможна только при применении их в определенной научно обоснованной системе с учетом конкретных почвенно-климатических и ландшафтных условий, особенностей питания отдельных культур и чередования их в севообороте, агротехники, свойств удобрений и других факторов.

Система удобрения является составной частью реализуемой в хозяйстве зональной системы земледелия. Ее разрабатывают с учетом биологического потенциала агроландшафта, лимитирующих факторов для сельскохозяйственного использования земель, выявленных в результате агрохимического обследования почв и проведения агроэкологического мониторинга.

В представленном учебном пособии изложены основные научные принципы построения систем удобрений, способы и приемы внесения удобрений с учетом почвенно-климатических условий и приведена информация об удобрении отдельных полевых, овощных и плодово-ягодных культур, а также газонов и лесных питомников.

1. ПОНЯТИЕ О СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЯ. НАУЧНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УДОБРЕНИЙ

Под системой удобрений в хозяйстве понимают комплекс агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий по рациональному их применению в целях повышения урожайности культур с высоким качеством продукции и сохранения плодородия почвы.

Основными звеньями системы являются:

- анализ результатов и перспектив хозяйственной деятельности (производственная специализация, план урожайности, структура посевных угодий и площадей, севообороты);
- оценка почвенно-климатических условий;
- планирование мероприятий по максимальному накоплению местных удобрений;
- определение потребности в минеральных удобрениях исходя из реального экономического положения хозяйства.

Система применения удобрений – это генеральная схема развития хозяйства на перспективу. Она строится на основе применения удобрений в севообороте с учетом плодородия почвы, биологических особенностей питания культур, состава и свойств самих удобрений.

Система удобрения направлена на получение максимально возможной продуктивности севооборота, рациональное использование плодородия почвы и его сохранение при наиболее агрономически и экономически выгодном применении удобрений с условием минимизации негативного воздействия на окружающую среду при имеющихся природно-экономических ресурсах предприятия.

Схема системы удобрения севооборота или агроценоза разрабатывается и используется на полную ротацию на основании средней за 5-10 лет обеспеченности предприятия удобрениями и состояния плодородия почв

полей севооборота с определением видов, доз, соотношений и общей потребности в килограммах действующих веществ удобрений, а также баланса питательных элементов.

Необходимая информация для составления плана применения удобрений:

- организационно-хозяйственный план, отражающий севообороты;
- почвенные карты и агрохимические картограммы;
- данные о фактической урожайности за последние 5 лет;
- средние рекомендованные нормы применения органических и минеральных удобрений;
- книга истории полей;
- информация о типе водного режима почвы, рельефе, подверженности почв водной и ветровой эрозии;
- информация о специализации хозяйства;
- сведения о возможностях для накопления и применения всех видов местных удобрений, финансовых ресурсах, технической оснащенности по внесению удобрений, наличии складов для хранения.

Задачи системы удобрения в хозяйстве:

- увеличение продуктивности возделываемых культур и улучшение качества продукции;
- устранение различий в плодородии отдельных полей каждого севооборота и повышение плодородия почв до оптимального уровня;
- повышение отдачи от единицы внесенных удобрений прибавками урожаев культур, т. е. экономической эффективности удобрений;
- рост производительности труда, улучшение организационно-хозяйственной и управленческой деятельности;
- постоянное соблюдение требований охраны окружающей среды и санитарно-гигиенического законодательства.

При разработке системы удобрения в севообороте учитывают систему почвозащитной обработки почвы, предшественники, характер пожнивных корневых остатков, их влияние на агрохимические, агрофизические свойства, микробиологическую активность, отзывчивость отдельных культур на некоторых почвах на кальций, магний, серу, микроэлементы.

Так, на песчаных почвах проявляется потребность в калийных и магниевых удобрениях, на нейтральных и карбонатных – в марганцевых, на торфяно-болотных – в медных, на дерново-подзолистых, особенно известкованных, почвах – в азотных удобрениях.

Основным показателем использования удобрений в севообороте является количество каждого вида удобрений на 1 га площади севооборота.

В зависимости от уровня интенсификации сельскохозяйственного производства в конкретных хозяйствах используют различные технологии возделывания культур: экстенсивные, нормальные (традиционные), интенсивные и высокоинтенсивные (высокие).

Экстенсивные технологии ориентированы на использование естественного плодородия почв без внесения удобрений или применение их небольшого количества.

Нормальные (традиционные) технологии наряду с использованием плодородия почв, а также источников биологического азота предусматривают проведение мероприятий по предотвращению деградации почв, применение органических и минеральных удобрений для частичной компенсации выноса питательных веществ из почвы с урожаем в дозах, обеспечивающих окупаемость получаемой продукцией. При этом биологический потенциал сорта реализуется не менее чем на 40-50 %.

Интенсивные технологии предполагают получение качественной продукции при урожайности не менее 60-65 % биологического потенциала сорта за счет не только природных ресурсов, но и компенсации выноса

питательных веществ из почвы с урожаем путем применения соответствующих количеств удобрений при высоком уровне их окупаемости.

Высокоинтенсивные (высокие) технологии рассчитаны на реализацию биологического потенциала сорта не менее чем на 80-85 % при высоком качестве продукции за счет полного комплекса средств химизации в обеспечении потребности растений в элементах питания для достижения планируемой урожайности. При этом необходимо учитывать экономическую рентабельность и экологическую безопасность применения удобрений.

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» от 03.07.1998 года №308-ФЗ (с изменениями от 31.07.2020), проведение почвенных, агрохимических, фитосанитарных и эколого-токсикологических обследований и мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения является одним из основных направлений агрохимического обслуживания. Этим законом в области обеспечения плодородия почв определены в качестве важнейших научные исследования по разработке показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения с учетом природно-сельскохозяйственного районирования земель, а также методик оценки состояния земель сельскохозяйственного назначения и учета показателей состояния их плодородия. Источниками финансирования агрохимического мониторинга являются федеральный бюджет, субсидии субъекта РФ (область, край), собственные средства предприятия.

Контрольные вопросы

1. Что понимают под системой применения удобрений в хозяйстве?
2. Какие основные задачи решает система применения удобрений в хозяйстве?

3. Какая информация необходима для составления системы применения удобрений в хозяйстве?
4. Назовите основные принципы при разработке системы удобрения.
5. Опишите уровни интенсификации сельскохозяйственного производства с точки зрения применения удобрений.
6. Какой федеральный закон регламентирует мероприятия по обеспечению плодородия земель сельскохозяйственного назначения?

2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ

Существующие географические отличия в почвенном покрове и климатических условиях нашей страны предопределяют различную эффективность применения удобрений по почвенно-климатическим зонам. Действие полного минерального удобрения и навоза на урожай сельскохозяйственных культур уменьшается с северо-запада на юго-восток в европейской части страны и с востока на запад – в азиатской ее части. Это в первую очередь связано с изменениями в уровне потенциального плодородия почв и влагообеспеченности. По характеру увлажнения лугово-лесная зона (дерново-подзолистые почвы) – влажная, лесостепная (серые лесные, оподзоленные, выщелоченные и типичные черноземы) – полувлажная, степная (обыкновенные и южные черноземы) – полужасушливая, сухостепная (темно-каштановые и каштановые почвы) – засушливая, полупустынная и пустынная (светло-каштановые, бурые и сероземные почвы) – очень засушливая. За исключением небольшой зоны влажных субтропиков (желтоземные и красноземные почвы) только лесолуговая и лесостепная зоны страны имеют благоприятные условия обеспеченности теплом и влагой для большинства полевых сельскохозяйственных культур. В остальных регионах проявляется либо дефицит тепла при недостаточной длительности вегетационного периода (северные районы, Сибирь), либо недостаток влаги (южные и юго-восточные районы).

Наиболее высокое и стабильное действие удобрений на урожай наблюдается при достаточном естественном увлажнении и при орошении. В этих условиях применяются более высокие нормы удобрений. При недостатке влаги эффективность минеральных и органических удобрений снижается.

Азотные удобрения играют ведущую роль в повышении урожая на дерново-подзолистых, серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах в лугово-лесной и лесостепной зонах, а также на менее гумусированных почвах южных зон страны, особенно при орошении.

Фосфорные удобрения наиболее эффективны на черноземных и темно-каштановых почвах, обладают высоким действием на урожай при внесении азотных удобрений и на других почвах.

Калийные удобрения имеют решающее значение на торфяных и бедных калием минеральных почвах легкого гранулометрического состава. На более богатых калием каштановых почвах и сероземах калийные удобрения эффективны только на фоне азотных и фосфорных удобрений.

При внесении удобрений растения более экономно и продуктивно используют влагу, сглаживается отрицательное действие засухи. Орошение обеспечивает лучшие условия для усвоения растениями питательных веществ удобрений и почвы.

Для повышения эффективности удобрений в засушливых южных и юго-восточных районах страны необходимо принимать все меры для максимального накопления и сохранения влаги в почве: снегозадержание, соответствующие приемы обработки почвы и ухода за растениями и т. д. Здесь особенно важно вносить фосфорно-калийные удобрения с осени под глубокую обработку, чтобы они размещались в более влажном, менее пересыхающем слое почвы. При мелкой заделке эффективность удобрений в засушливых районах (или в засушливые годы в районах с достаточной влагообеспеченностью) снижается особенно резко, а внесение удобрений в подкормку тем более дает незначительный эффект. В районах с большим количеством осадков в осенне-зимний период легкорастворимые азотные (а на легких почвах и калийные) удобрения во избежание вымывания питательных веществ лучше вносить перед посевом весной, а иногда и в подкормки.

При выборе видов и форм удобрений, установлении норм и способов их внесения обязательно учитывают содержание подвижных питательных веществ в почвах, их гранулометрический состав, поглонительную способность, реакцию и буферность, смывость и эродированность.

Дерново-подзолистые почвы имеют сравнительно низкое содержание усваиваемых форм азота, подвижного фосфора, а песчаные и супесчаные почвы – также калия. Величина кислотности и содержания подвижных форм питательных элементов в сильной степени зависит от их окультуренности. Вследствие того, что дерново-подзолистые почвы бедны питательными элементами, но достаточно увлажнены, применение органических и минеральных удобрений дает высокий эффект.

Из минеральных удобрений наиболее эффективны азотные, а на слабоокультуренных почвах также фосфорные. На песчаных и супесчаных почвах эффективно применение калийных и магнийсодержащих удобрений.

Лучший эффект на кислых дерново-подзолистых почвах могут давать физиологически щелочные азотные удобрения и щелочные формы фосфорных туков, здесь могут с успехом применяться труднорастворимые формы фосфорных удобрений.

Серые лесные почвы обычно имеют невысокое содержание усвояемых форм азота, фосфора и калия. Содержание этих элементов сильно колеблется в зависимости от подтипа почвы (светло-серые лесные, серые лесные и темно-серые лесные). Светло-серые лесные почвы по агрохимическим свойствам приближаются к дерново-подзолистым, а темно-серые лесные – к черноземным. В повышении урожаев сельскохозяйственных культур ведущая роль на данных почвах принадлежит азотным удобрениям, на втором месте по эффективности – фосфорные, внесение калийных удобрений целесообразно только под калиелюбивые культуры.

Черноземы по сравнению с другими почвами отличаются более высоким естественным плодородием. Реакция этих почв колеблется от слабокислой до слабощелочной. Все подтипы черноземов богаты калием. Несмотря на высокое потенциальное плодородие черноземов, обеспеченность их усваиваемыми формами азота и подвижным фосфором, особенно старопахотных и слабоудобрявшихся, невысокая. Здесь эффективны фосфорные удобрения и при благоприятных условиях увлажнения азотные. Под калиелюбивые культуры калийные удобрения эффективно вносить вместе с азотными и фосфорными.

Каштановые почвы богаты калием, но имеют низкую обеспеченность подвижными формами азота и фосфора. Однако эффективность минеральных удобрений на этих почвах из-за недостатка влаги обычно низкая. В условиях богарного земледелия рекомендуется внесение небольших доз фосфорных удобрений в рядки при посеве.

На почвах с нейтральной и щелочной реакцией эффективны физиологически кислые азотные удобрения, а применение труднорастворимых фосфорных удобрений нецелесообразно.

Контрольные вопросы

1. На каких почвах применение удобрений наиболее эффективно?
2. Расскажите о влиянии климатических условий на эффективное использование удобрений.
3. При каких условиях возможно эффективное применение высоких доз удобрений?
4. На каких почвах наиболее эффективно внесение азотных удобрений?
5. На каких почвах эффективно внесение фосфорных удобрений?
6. На каких почвах применяют калийные удобрения?
7. Назовите мероприятия по повышению эффективности удобрений в засушливых условиях.

8. Какие свойства почв необходимо учитывать при выборе видов и форм удобрений, способов и сроков их внесения?
9. Расскажите об особенностях применения удобрений на дерново-подзолистых почвах.
10. Какие удобрения вносят на серых лесных почвах?
11. Назовите удобрения, эффективные на черноземных почвах.
12. Каковы особенности применения удобрений на каштановых почвах?
13. Перечислите основные показатели, характеризующие свойства почвы в связи с питанием растений и применением удобрений.
14. В чем заключается значение отдельных видов поглощательной способности почв в питании растений и превращении удобрений в почвах?

3. СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Основная задача комплекса приемов внесения удобрений – обеспечить для растений оптимальные условия питания в течение всей вегетации. При выборе приемов внесения удобрений важно знать потребность культуры в отдельных питательных элементах по фазам роста и возможность размещения их в зоне наибольшего соприкосновения с корневой системой. Существенное влияние на выбор приемов внесения удобрений оказывают свойства самих удобрений, их растворимость, особенности взаимодействия с почвенным поглощающим комплексом.

В соответствии с разработанными системами удобрения ежегодно составляют планы применения удобрений, задачи которых состоят в следующем:

- определить дозы удобрений для сельскохозяйственных культур на каждом поле севооборота;
- уточнить дозы удобрений в зависимости от погодных условий (летом предшествующего года, осенью и зимой);
- определить основные нормы удобрений;
- рассчитать общую потребность в минеральных и органических удобрениях под культуру;
- обосновать способы и приемы внесения удобрений;
- определить основные машины по внесению и заделке удобрений.

Общее количество удобрений, предусмотренное планом под ту или иную культуру, обычно вносится в один или несколько приемов с применением различных способов внесения и заделки. По срокам и технике внесения различают: основное (допосевное), припосевное (рядковое, гнездовое) и послепосевное (подкормка).

Основное (допосевное) удобрение обеспечивает питание растений на протяжении всего периода вегетации, особенно периода интенсивного роста

и развития растений, т.е. периода потребления питательных элементов. До посева вносится большая часть предусмотренной под данную культуру общей нормы удобрений – 60-70%.

Основное удобрение должно размещаться в более глубокий и влажный слой почвы, что повышает эффективность использования питательных веществ в течение почти всего периода вегетации. Наиболее оптимальным приемом является внесение удобрений по поверхности поля с последующей заделкой в почву при ее основной обработке (плугом). Жидкие удобрения могут вноситься по поверхности почвы с обязательной заделкой плугом, культиватором или дисковой бороной.

Кроме этого, жидкие и твердые удобрения могут вноситься локально внутрипочвенно специальными орудиями. При таком способе удобрения не перемешиваются с почвой, находятся ближе к поглощающей части корневой системы и используются растениями более эффективно.

Таким образом, основное внесение удобрений может быть разбросным и локальным.

Припосевное (рядковое, гнездовое) удобрение – это обеспечение растений элементами питания на ранних этапах роста и развития. Удобрения вносятся с помощью специальных комбинированных сеялок при посеве или в лунки при посадке. При таком способе следует вносить небольшие дозы удобрений (10 – 20 кг д.в /га).

Припосевное рядковое удобрение широко распространено в производстве. Его назначение состоит в усилении минерального питания молодого растения. В период от прорастания семян до образования развитой корневой системы всходы слабо усваивают питательные вещества почвы и основного удобрения. Припосевное удобрение позволяет растениям за короткий срок сформировать хорошо развитую корневую систему.

При рядковом припосевном внесении современными посевными комплексами удобрения не контактируют с семенами, поэтому можно

использовать не только фосфорные, но и азотные, калийные и комплексные удобрения. Припосевное удобрение эффективно во всех почвенно-климатических зонах под большую часть сельскохозяйственных культур. Припосевное рядковое удобрение дает результат и в засушливых условиях.

Послепосевное удобрение (подкормка). Этот прием позволяет усилить питание растений в определенные периоды их развития. Подкормка является приемом, дополняющим или улучшающим действие основного внесения удобрений. Сочетание этих приемов позволяет обеспечить оптимальное питание растений в процессе всей вегетации, особенно в периоды наибольшего потребления элементов.

Удобрения в подкормку вносят сухими или в виде раствора. Подкормка может проводиться поверхностно на почву, в почву во время вегетации растений и по листьям растений (некорневая подкормка).

Поверхностная подкормка применяется чаще всего для культур сплошного сева. Удобрения в этом случае вносятся туковысевающими машинами рано весной поперек рядков (озимые культуры).

Внутрипочвенная подкормка особенно широко используется на пропашных культурах при внесении удобрений в междурядья культиваторами-растениепитателями или специальными приспособлениями к орудиям. Удобрения вносят сухими или в виде раствора, применяются азотные, фосфорные, калийные и комплексные удобрения.

Некорневые подкормки растворами удобрений можно проводить на всех культурах. Чаще всего они применяются на зерновых культурах в два этапа: весной в фазу кущения и летом в фазу начала колошения – цветения. В фазу кущения подкормка проводится для формирования максимального количества элементов продуктивности колоса. Более поздние некорневые подкормки способствуют повышению белковости зерна и других показателей качества (натура зерна, масса 1000 зерен).

Лучшим удобрением для некорневой подкормки является карбамид (мочевина), который, попадая с раствором на листовую поверхность, непосредственно используется растением на синтез белков. Положительное действие мочевины объясняется тем, что она является источником азотного питания, а также физиологически активным веществом. Она активизирует процессы азотного обмена, в частности образование сульфгидрильных групп (метионин, цистеин и трипептид глутатион). Аминокислоты, содержащие эти группы, играют большую роль в процессе обмена веществ, роста и закладки репродуктивных органов. Действие мочевины проявляется и на водном режиме растений. Поздняя азотная подкормка повышает степень гидратации коллоидов вследствие увеличения общего количества азота, водорастворимых и неэкстрагируемых белков. Увеличивается количество прочно связанной воды и повышается водоудерживающая способность листьев.

В мочеvine азот содержится в амидной форме (группа NH_2 –), которая не дает ожогов листьев даже при концентрации 20-30%.

Подкормку необходимо проводить при безветренной погоде или слабом ветре и температуре воздуха 15-20 °С. В солнечную погоду подкормки проводят утром или вечером, в пасмурную – в течение всего рабочего дня.

Контрольные вопросы

1. Как влияют почвенно-климатические условия на эффективность удобрений, выбор их видов, форм, сроков и способов внесения?
2. Какие особенности сельскохозяйственных культур учитывают при выборе способов и сроков внесения удобрений?
3. Для решения каких задач составляется годовой план применения удобрений в хозяйстве?

4. Какова роль способов применения удобрений в обеспечении питания сельскохозяйственных культур?
5. Как зависят способы и сроки внесения удобрений от почвенных и климатических условий?
6. Объясните связь между условиями питания растений и качеством получаемой продукции.
7. Назовите сроки и приемы эффективного применения азотных удобрений под различные сельскохозяйственные культуры.

4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ПОЧВ И УДОБРЕНИЙ

Количество питательных веществ, необходимое для создания урожаев сельскохозяйственных культур, определяется выносом элементов питания урожаем, коэффициентами использования растениями основных питательных веществ из почвы и удобрений, последствием удобрений, внесенных под предшествующую культуру, и другими факторами.

При определении потребности культур в удобрениях важно знать коэффициенты использования ими питательных веществ из почвы и удобрений. Использование растениями азота, фосфора и калия из почвы определяется многими факторами: особенностями почвы, биологией культуры, погодными условиями. В зависимости от перечисленных факторов коэффициенты изменяются в широких пределах.

Растения усваивают из почвы только часть содержащихся в ней доступных форм питательных веществ. Коэффициент использования растениями того или иного элемента питания показывает долю его потребления по отношению к общему содержанию подвижных форм этого элемента в пахотном слое.

Для сибирских почв средние коэффициенты использования питательных веществ из почвы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средние коэффициенты использования питательных веществ из почвы, %

Элемент	Культуры	
	зерновые	пропашные
Азот	40 - 50	50 - 60
Фосфор	5 - 10	10 - 20
Калий	15 - 20	20 - 30

Использование питательных веществ из минеральных удобрений также определяется почвенными и климатическими условиями. Оно зависит и от возделываемой культуры, сорта, обеспеченности почв подвижными элементами питания, доз и способов внесения удобрений.

Коэффициенты использования питательных веществ из минеральных удобрений пропашными и овощными культурами выше, чем зерновыми (табл. 2). Это связано с особенностями строения корневой системы данных культур.

Таблица 2

Коэффициенты использования питательных веществ из минеральных удобрений в год внесения, %

Элемент	Культуры		
	зерновые	пропашные	овощные
Азот	40 - 50	50 - 60	60 - 70
Фосфор	20 - 25	20 - 30	30 - 40
Калий	30 - 40	50 - 60	50 - 70

Последействие минеральных удобрений в первый год может составлять: азота – 10%, фосфора – 15, калия – 10% от действия удобрений, внесенных в прошлом году. В последующие годы действие азотных и калийных удобрений незначительно, поэтому при обычных дозах их последействие не учитывают. Последействие фосфорных удобрений (2 – 3 года после внесения) бывает больше, чем азотных и калийных, и составляет 5 – 10%, поэтому его необходимо учитывать в расчетах.

Действие и последействие органических удобрений зависит от биологических особенностей культур, их сортов, типов почв, запасов в них подвижных форм питательных веществ и вносимых удобрений.

Коэффициенты использования органических удобрений наиболее подробно изучены для навоза (табл. 3). Последствие органических удобрений выше, чем минеральных.

Таблица 3

Коэффициенты использования питательных веществ из органических удобрений, %

Продолжительность действия	Азот	Фосфор	Калий
За ротацию	50 - 60	50 - 60	75 - 85
В том числе			
за 1-й год	20 - 30	35 - 45	50 - 60
за 2-й год	20 - 25	10 - 15	15 - 20
за 3-й год	5 - 10	0 - 5	5 - 10

Контрольные вопросы

1. От каких факторов зависят коэффициенты использования питательных веществ из почвы?
2. Почему коэффициенты использования фосфора и калия из органических удобрений выше, чем из минеральных?
3. Какие условия влияют на использование элементов питания из минеральных удобрений?
4. Расскажите об использовании питательных веществ из удобрений в последствии.
5. Объясните, в чем заключается преимущество совместного применения органических и минеральных удобрений.

5. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

5.1. Удобрение зерновых культур

Озимая рожь и озимая пшеница

Поступление азота в растения озимых культур начинается с первых дней вегетации. Он стимулирует образование хорошо разветвленной сети корней, формирование узла кущения, образование боковых побегов, закладку конуса нарастания и его дифференциацию.

При недостатке азота задерживается рост растений, формирование листового аппарата и репродуктивных органов, закладывается небольшой колос с меньшим количеством колосков и цветков, что приводит к череззернице.

По обеспеченности азотом выделяют два важных периода: усиленное потребление в начале вегетации и в период налива зерна.

Избыточное несбалансированное азотное питание (предшественник – чистый пар) на начальном этапе может вызвать излишнее кущение, а в дальнейшем перерастание, ухудшение закалки и перезимовки растений, полегание, нерациональное использование почвенной влаги, повышение заражения растений болезнями и снижение качества зерна.

Фосфор играет существенную роль в энергетическом обмене и метаболизме азота, способствует равномерному появлению всходов, активизирует образование корневой системы. Оптимальное питание растений фосфором стимулирует процесс оплодотворения цветков, формирование и созревание зерна, ускоряет развитие растений, повышает зимостойкость. Потребление фосфора происходит равномерно вплоть до наступления восковой спелости зерна.

Калий содержится в основном в молодых частях растений, где интенсивно протекают процессы синтеза органического вещества. От

обеспеченности калием зависит азотный и фосфорный обмен в растениях. Высокая концентрация калия в клетках способствует увеличению морозостойкости, уменьшению поражения болезнями, упрочнению соломины, повышению устойчивости к полеганию.

Система удобрения озимых складывается из трех приемов: основного, припосевного внесения удобрения и подкормок.

При разработке системы удобрения озимых культур необходимо учитывать общие положения по внесению минеральных удобрений:

- фосфорно-калийные удобрения во всех зонах наибольший эффект дают при внесении всей дозы до посева под вспашку, предпосевную культивацию или дискование;

- высокая эффективность азотных удобрений проявляется при дробном внесении в процессе вегетации ранней весной и в фазу начала колошения.

При определении дозы и состава основных удобрений важно принимать во внимание их действие на зимостойкость растений, которая зависит от накопления с осени в растениях защитных веществ, прежде всего, сахаров, состояния протоплазмы, накопления гидрофильных коллоидов, свободных аминокислот, гидролиза белков и т.д.

Фосфорные и калийные удобрения способствуют большему накоплению сахаров и увеличению концентрации клеточного сока в растениях с осени, что и объясняет их высокое действие при основном внесении.

Азот оказывает положительное действие на зимостойкость озимых культур только при оптимальном соотношении с другими элементами питания и, прежде всего, с фосфором и калием. Как избыточное одностороннее питание растений азотом, так и его недостаток отрицательно сказываются на накоплении сахаров в растениях с осени. В первом случае это связано с расходом их на синтез более сложных органических соединений при формировании большой массы растений, а во втором – с

ослаблением процессов фотосинтеза и ослаблением в целом процессов роста и развития в осенний период.

Во всех случаях нельзя допускать преобладания азота над фосфором и калием в почве в осенний период.

Припосевное внесение удобрений обеспечивает растения достаточным количеством питательных веществ, особенно фосфором, в начальный период развития. Фосфор, внесенный в рядки, меньше смешивается с почвой, не переходит в труднодоступные формы и обеспечивает оптимальное питание растений. Высокая эффективность рядкового внесения удобрений объясняется тем, что растения обеспечиваются питательными веществами в критический период начального роста.

Наиболее эффективным приемом припосевного удобрения во всех зонах является внесение двойного гранулированного суперфосфата в рядки при посеве. Внесение 10 кг P_2O_5 на 1 га повышает урожайность зерна в среднем на 2,5 – 3 ц/га.

Дробное внесение азотных удобрений в процессе вегетации озимых требует проведения азотных подкормок с целью повышения урожайности и улучшения качества зерна, особенно его белковости. Общеизвестным приемом в системе удобрения озимых в различных зонах является азотная ранневесенняя подкормка. Средняя прибавка урожайности от подкормки составляет 3 – 8 ц/га.

Высокая эффективность ранневесенней подкормки объясняется тем, что после перезимовки растения бывают ослабленными и для интенсивного отрастания и формирования надземной массы требуется повышенное количество азота. Накопление минеральных форм азота в этот период проходит слабо вследствие недостаточной микробиологической активности почвы. Низкая температура почвы и воздуха, повышенная влажность сдерживают процессы аммонификации и нитрификации.

Ранневесенняя подкормка озимых азотными удобрениями способствует усиленному поступлению в растения фосфора, поэтому этот прием всегда дает устойчивые прибавки урожая.

Прикорневые подкормки проводят с помощью обычных сеялок, имеющих дисковые сошники. Азотные удобрения вносят поперек рядков растений на глубину 4 – 5 см. Дисковые сошники врезают удобрения во влагообеспеченный слой почвы и одновременно рыхлят почву.

При проведении прикорневой подкормки способом поверхностного разбрасывания с помощью разбрасывателя минеральных удобрений РУМ проводится боронование посевов. Такие подкормки осуществляют, когда почва достаточно подсохнет, и тракторный агрегат не повреждает колесами растения и не оставляет колеи.

Лучшим удобрением для поверхностного внесения является аммиачная селитра.

Растворы азотных удобрений (КАС, мочевины) можно вносить по вегетирующим растениям с помощью опрыскивателя. Подкормку можно совместить с гербицидной обработкой.

Удобрения играют важную роль в улучшении качества зерна (натура, масса 1000 зерен, стекловидность, содержание клейковины). Некорневые подкормки пшеницы во второй половине вегетации в фазы конец трубкования – колошения проводят растворами мочевины или КАС (карбамидно-аммиачной смеси) в дозе 15 – 20 кг д.в /га по технологической колее.

Яровые колосовые

Из яровых зерновых культур наибольшее хозяйственное значение имеет яровая пшеница. Это основная зерновая культура в Поволжье, на Урале и в Сибири.

По сравнению с озимой пшеницей яровые колосовые культуры имеют более короткий вегетационный период, поэтому суточная потребность в питательных элементах у нее в 2 – 2,5 раза больше, чем у озимой. От начала выхода в трубку до колошения потребляется до 75% всего количества азота и зольных элементов. Усвоение азота из почвы в основном прекращается перед фазой молочной спелости. Накопление фосфора продолжается до созревания. Поглощение калия заканчивается раньше, чем азота и фосфора, к фазе колошения.

Овес менее требователен к почвенному плодородию и кислотности почвы. Он дает хорошие урожаи как на среднекислых почвах, так и на нейтральных. Для яровой пшеницы и ячменя необходимы более плодородные почвы и реакция среды, близкая к нейтральной. Яровая пшеница и ячмень более чувствительны к концентрации почвенного раствора, чем овес. У овса корни проникают на большую глубину, он хорошо использует питательные вещества из труднорастворимых соединений. На создание единицы основной продукции пшеница потребляет в 1,3 – 1,4 раза азота больше, чем ячмень.

В первые фазы роста поступление азота и зольных элементов опережает накопление органического вещества. От всходов до конца кущения их поглощается меньше, чем в последующие фазы развития растений. Но с начала вегетации культуры накапливают максимальное количество элементов на единицу биомассы. В ранний период развития яровые колосовые очень чувствительны к недостатку питательных элементов, особенно фосфора.

Яровые колосовые сильно реагируют на азот в период от начала кущения до фазы трубкования. В это время формируются придаточные стебли, узловые корни, колоски и цветки в зачаточном колосе. На внесение фосфорных удобрений они отзываются до фазы кущения. Отрицательный эффект от недостатка фосфора в начале вегетации нельзя устранить

последующим его применением. Хорошая обеспеченность калием необходима также в начале вегетации.

Действие удобрений на урожай яровых колосовых зависит от климатических условий, типа почвы, гранулометрического состава, доз, способов внесения удобрений и предшествующих культур.

Лучшими предшественниками яровых зерновых культур являются чистый пар, хорошо удобренные пропашные культуры, пласт и оборот пласта многолетних трав, зерновые бобовые, а также удобренные озимые зерновые.

Как правило, под яровые зерновые навоз не вносят.

Если яровая пшеница высевается по чистому пару или по пласту многолетних бобовых трав, азотные удобрения не применяют. После зернобобового предшественника доза азота снижается в 1,5 – 2 раза. Если яровые зерновые выращивают после недостаточно удобренного предшественника или культуры, выносящей с урожаем большое количество питательных веществ, требуется внесение полного минерального удобрения.

Во всех зонах возделывания при посеве яровых зерновых культур рекомендуется вносить около 10 кг P_2O_5 /га в виде гранулированного суперфосфата или комплексных удобрений.

В зонах с недостаточным увлажнением фосфорно-калийные удобрения, внесенные осенью под основную обработку почвы, обеспечивают большую прибавку зерна, чем при заделке их весной культиватором или дисковой бороной.

Азотные удобрения обычно вносят весной перед посевом. Аммиачные азотные удобрения на тяжелых почвах можно вносить с осени. Если проводилось предпосевное внесение азотных удобрений, то весеннюю подкормку яровых зерновых не проводят.

Для получения урожая зерна яровых культур 3,5 – 4 т/га рекомендуется вносить на дерново-подзолистых и серых лесных почвах удобрения в дозах

N₁₀₀₋₁₂₀ P₈₀₋₁₀₀ K₈₀₋₁₀₀, а на выщелоченных черноземах – N₆₀₋₇₀ P₆₀₋₉₀ K₅₀₋₇₀ при среднем содержании в этих почвах подвижных форм фосфора и калия.

Внесение удобрений в средних нормах (N₄₀₋₆₀ P₅₀₋₆₀ K₃₀₋₄₀) обеспечивает в различных почвенно-климатических зонах прибавки урожайности зерна яровых культур 0,3 - 0,8 т/га.

С целью повышения качества зерна (прежде всего, яровой пшеницы), как и для озимых, применяют некорневую подкормку растений мочевиной в фазе колошения – цветения. На 1 га вносится 200 л 30 %-го раствора мочевины, что соответствует 27 кг д.в /га.

Контрольные вопросы

1. Расскажите об особенностях развития и питания озимых зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах.
2. Назовите особенности развития и питания яровых зерновых культур в различных почвенно-климатических зонах.
3. Какова динамика потребления элементов питания озимыми и яровыми зерновыми культурами?
4. Как влияют азотные, фосфорные и калийные удобрения на содержание белка и клейковины в зерне зерновых культур?
5. Расскажите об эффективном применении удобрений под зерновые культуры в различных почвенно-климатических зонах.

5.2. Удобрение зернобобовых и крупяных культур

Основной особенностью питания зернобобовых культур (горох, соя, чечевица, нут, кормовые бобы, вика яровая) является фиксация азота воздуха благодаря симбиозу с клубеньковыми бактериями, поселяющимися на их корнях.

Для более эффективного использования этой природной биологической особенности бобовых нужно учитывать требования клубеньковых бактерий к внешней среде и условия их симбиоза с культурными растениями. Для нормального развития клубеньковых бактерий необходимы оптимальная температура и влажность почвы, нейтральная или слабокислая реакция почвенного раствора, а также достаточное поступление к клубенькам углеводов и зольных элементов.

Важную роль в жизнедеятельности клубеньковых бактерий играют микроэлементы, особенно молибден. Он входит в состав ферментов, принимающих участие в фиксировании молекулярного азота, в восстановлении нитратов до аммиака.

Важная особенность зернобобовых культур – их способность поглощать из почвы и удобрений труднодоступные формы фосфора. В большей степени эта способность проявляется у гороха.

Повышенное содержание в почве минерального азота значительно уменьшает азотфиксацию, и зернобобовые культуры становятся такими же потребителями азота, как и другие.

Зернобобовые культуры в течение вегетации равномерно потребляют элементы питания из почвы и удобрений. Поступление азота и калия в растения в основном заканчивается в фазе цветения, а фосфор поглощается практически до уборки. Критическим в формировании урожая зернобобовых является период цветения – образования плодов.

На слабокультуренных почвах зернобобовые культуры в начальный период роста могут испытывать дефицит азота, так как фиксация атмосферного азота клубеньковыми бактериями начинается примерно через 3 – 4 недели. Поэтому азот необходимо вносить в небольших дозах перед посевом из расчета 30 – 45 кг д.в. /га, на плодородных почвах азотные удобрения не применяют.

Фосфорные и калийные удобрения применяют до посева из расчета 60-90 кг д.в /га. На хорошо обеспеченных этими элементами почвах дозы удобрений снижают.

К крупяным культурам относят гречиху и просо.

Гречиха способна усваивать из почвы элементы питания из труднодоступных форм, что особенно характерно для фосфора. Потребность в фосфорных и калийных удобрениях проявляется только на фоне внесения азотных удобрений.

По сравнению с зерновыми культурами гречиха является более интенсивной культурой. Она потребляет в 1,5 раза больше азота, в 2,1 раза – фосфора и в 3 раза – калия.

У гречихи короткий период поглощения элементов питания. Через 30 – 40 дней после всходов она использует более 60 % азота и калия и до 50% фосфора от общего потребления этих элементов.

Средние рекомендованные дозы внесения удобрений в лесостепной зоне Западной Сибири $N_{45} P_{45} K_{45}$. Фосфорно-калийные удобрения лучше вносить при основной обработке почвы с осени, азотные – весной перед посевом.

Просо является теплолюбивой, засухоустойчивой культурой с коротким периодом потребления питательных веществ. В основных зонах выращивания проса почвы обладают высоким эффективным и потенциальным плодородием, поэтому большие дозы удобрений не применяют.

Гречиха и просо хорошо отзываются на рядковое внесение гранулированного суперфосфата в дозе 10 - 20 кг д.в /га.

Контрольные вопросы

1. В чем заключаются особенности развития и питания зернобобовых культур?

2. Как различаются зернобобовые культуры по отношению к реакции среды и уровню минерального питания?
3. Какова динамика потребления элементов питания зернобобовыми и крупяными культурами в течение вегетационного периода?
4. Назовите ориентировочные дозы удобрений под зернобобовые культуры.
5. Расскажите об особенностях применения удобрений под крупяные культуры.
6. Каково влияние азотных, фосфорных и калийных удобрений на содержание белка в зерне зернобобовых и крупяных культур?

5.3. Удобрение кукурузы и подсолнечника

Кукуруза обладает большим потенциалом урожайности зерна и зеленой массы. Она лучше, чем другие зерновые культуры, использует элементы питания из почвы и удобрений, так как имеет более продолжительный вегетационный период.

Лучшие почвы для кукурузы – богатые азотом черноземные, темно-каштановые и темно-серые, по гранулометрическому составу – средне- и легкосуглинистые. Оптимальная реакция почвенной среды – слабокислая или нейтральная.

Кукуруза хорошо реагирует, прежде всего, на азотные удобрения, которые способствуют интенсивному росту корней и ассимиляционного аппарата. Максимальное потребление азота происходит в фазу 6-7-го листа, когда закладываются метелки и початки, и за 2 недели до выметывания. Более половины общего количества элементов питания поглощается во второй половине вегетации.

Кукуруза плохо усваивает питательные вещества из труднорастворимых соединений и выдерживает высокие дозы как органических, так и минеральных удобрений.

Система удобрения кукурузы складывается из трех приемов: основного внесения, припосевного и подкормки.

Кукуруза положительно реагирует на применение органических удобрений, в частности навоза, доза которого в зависимости от типа почвы составляет 20 – 50 т/га. Оптимальный срок заделки навоза – осенью под зяблевую вспашку. Кукуруза обладает высокой отзывчивостью на последствие органических удобрений.

Внесение органических удобрений можно сочетать с минеральными. Азотные и калийные удобрения вносят в дозе 60 – 120 кг д.в /га, фосфорные – 60 – 90 кг д.в /га. Фосфорные и калийные удобрения лучше вносить с осени под зяблевую обработку почвы, азотные – весной под предпосевную культивацию или одновременно с посевом.

При посеве рекомендуется вносить гранулированный суперфосфат в дозе 5-10 кг д.в /га, так как это удобрение содержит легкодоступный фосфор, который требуется кукурузе после появления всходов для лучшего развития корневой системы.

Перенесение части удобрений (особенно азотных) из основного удобрения в подкормку оправданно при внесении высоких годовых норм. Первую подкормку проводят при высоте растений 15-20 см. Удобрения вносят культиватором-растениепитателем. При необходимости проводят вторую подкормку в фазу 5-6 листьев.

Подсолнечник обладает мощной корневой системой, проникающей на глубину 4-5 м, а в горизонтальном направлении на 1-1,2 м. Размещают его после озимых, яровых зерновых и зернобобовых культур. Повторные посевы на том же поле севооборота проводят не ранее чем через 6-8 лет.

Подсолнечник хорошо использует из почвы фосфор и калий, а также последствие ранее внесенных органических, фосфорных и калийных удобрений, способен интенсивно усваивать калий и фосфор из труднорастворимых соединений почвы. Является калиелюбивой культурой.

Азот усиленно потребляется подсолнечником от начала образования корзинки до налива семян, калий – от фазы образования корзинки до созревания. В период от всходов до цветения и при наливе семян подсолнечник интенсивно использует фосфор, который значительно повышает масличность семян. Избыточное питание азотом, особенно при недостатке фосфора, резко снижает масличность семян.

Лучшие почвы для подсолнечника - хорошо аэрируемые, суглинистые черноземы, каштановые и серые лесные. Малопригодны песчаные и солонцеватые почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора – близкая к нейтральной (рН 6-7).

В севообороте под следующие за подсолнечником культуры требуется предусмотреть внесение калийных удобрений.

При возделывании подсолнечника на семена в основных зонах его выращивания применение $N_{60-80} P_{60-90}$ обеспечивает наибольшие прибавки урожайности. Калий на черноземах необходим в дозе K_{60} лишь при низком содержании этого элемента в почве.

В системе удобрения подсолнечника используют органические удобрения в дозах 20-30 т/га. Навоз вносят под зяблевую вспашку.

Контрольные вопросы

1. Особенности поглощения элементов питания кукурузой и подсолнечником.
2. Отношение кукурузы и подсолнечника к реакции почвенной среды и уровню минерального питания.
3. Динамика потребления элементов питания кукурузой и подсолнечником и ее значение при применении удобрений.
4. Способы внесения удобрений при выращивании кукурузы и подсолнечника. Как они связаны с технологией выращивания данных культур?

5. Расскажите о влиянии азотных, фосфорных и калийных удобрений на качество урожая.
6. Отношение пропашных культур к внесению органических удобрений.

5.4. Удобрение картофеля

Культура предпочитает черноземы, пойменные почвы, окультуренные торфяники, а также легко- и среднесуглинистые дерново-подзолистые окультуренные почвы. Оптимальная реакция среды – слабокислая. Картофель по сравнению с большинством полевых культур лучше переносит высокие концентрации почвенного раствора.

Важным периодом в питании картофеля являются фазы бутонизации и цветения, т. е. время наибольших приростов надземной массы и начала клубнеобразования, когда растения потребляют максимальное количество азота, фосфора и калия. У ранних сортов срок поступления элементов питания короче, чем у позднеспелых. Поэтому неблагоприятные условия в обеспечении элементами питания отражаются на ранних сортах картофеля в большей степени.

Лучшими предшественниками для картофеля являются чистый или сидеральный пар, оборот пласта многолетних трав, озимые зерновые, зернобобовые культуры. Допустимы повторные посадки картофеля.

Избыточное известкование кислых почв вызывает заболевание клубней обыкновенной паршой, нарушает калийное и борное питание.

Использование удобрений должно не только обеспечивать приrost урожая, но и повышать вкусовые качества клубней, улучшать их лежкость и снижать заболеваемость.

Картофель хорошо отзывается на внесение органических удобрений, которые вносят осенью под зяблевую вспашку или весной под перепашку зяби. Оптимальная доза навоза варьирует от 30 до 50 т/га. Следует

учитывать, что повышенные дозы органических удобрений могут снижать содержание крахмала в клубнях.

Под картофель следует применять полное минеральное удобрение, дозы которого зависят от количества внесенного органического удобрения, планируемой урожайности, почвенно-климатических условий. При внесении минеральных удобрений (на безазотном фоне) норма составляет $N_{60-120} P_{60-120} K_{90-120}$.

Из калийных удобрений предпочтение следует отдавать бесхлорным формам (сульфат калия, калимагnezия). Хлорсодержащие удобрения хотя и повышают урожай, но резко снижают крахмалистость клубней. При использовании хлорсодержащих удобрений (хлористый калий, калийная соль и др.) их следует вносить с осени заблаговременно, что будет способствовать в осенне-весенний период вымыванию хлоридов из пахотного горизонта в более глубокие слои.

Подкормку картофеля применяют при выращивании на орошении или когда доза основного удобрения недостаточна. Проводят 1-2 подкормки полным удобрением: первую – при высоте растений 15-20 см, вторую – в фазе бутонизации в дозе 20-30 кг д.в /га.

Контрольные вопросы

1. Каково отношение картофеля к реакции почвенной среды, известкованию, применению органических и минеральных удобрений?
2. Какие почвы являются лучшими для выращивания картофеля?
3. Какова динамика потребления картофелем элементов питания и как она учитывается при применении удобрений?
4. Каково влияние различных минеральных удобрений на качество клубней картофеля?
5. Какие калийные удобрения являются лучшими для картофеля и почему?

5.5. Удобрение полевых капустовых культур

Представителями семейства капустовых являются масличные культуры: рапс, сурепица, горчица сарептская, горчица белая, редька масличная, рыжик посевной и др.

Для формирования урожая полевые капустовые культуры требуют значительного количества питательных веществ, в связи с чем их продуктивность в значительной степени определяется содержанием в почве макро- и микроэлементов. Эти культуры больше всего нуждаются в таких элементах как азот, калий, фосфор, кальций и сера. Основная роль в питании этих культур принадлежит азоту, несколько меньшая – фосфору и калию.

Капустовые – культуры с развитой и мощной корневой системой, которая выделяет ряд органических кислот. Благодаря этому они хорошо используют элементы питания из почвы и удобрений. Капустовые культуры предъявляет высокие требования к плодородию почвы. Лучшими почвами для выращивания являются хорошо оструктуренные черноземные почвы со средним и повышенным содержанием гумуса, имеющие близкую к нейтральной реакцию почвенного раствора (рН 6,2 – 7). Песчаные и супесчаные почвы вследствие их низкой влагоемкости малопригодны для возделывания этих культур.

Лучшими предшественниками для посевов полевых капустовых культур являются чистый пар, зернобобовые культуры, озимые зерновые, кукуруза на силос. Не следует размещать их после культур из семейства капустовых и подсолнечника. Сами эти культуры являются хорошими предшественниками под все зерновые культуры и картофель. Они улучшают структуру почвы, угнетают сорную растительность и корневые гнили. Кроме этого, данные культуры за счет корневых выделений способны переводить труднорастворимые фосфаты почвы в усвояемое состояние для последующих культур.

На ранних этапах роста до фазы стеблевания рост и развитие растений происходит медленно. В это время образуется мощная корневая система, розеточные листья, и капустовые растения наиболее требовательны к уровню фосфорного питания.

Начиная с фазы стеблевания (интенсивный рост вегетативной массы), культуры хорошо отзываются на некорневые подкормки азотными удобрениями. Основное потребление азота происходит от фазы стеблевания до полного цветения.

Все представители семейства капустовых требовательны к питанию серой. При недостатке этого элемента снижается масличность семян.

Схема применения удобрений под данные культуры включает три приема: основное внесение удобрений, припосевное и подкормки в течение вегетации. При основной зяблевой обработке почвы вносят полную норму калийных удобрений и 70-80% от полной нормы фосфорных удобрений. Под весеннюю культивацию вносят до 80 % азота и полную норму серы. Оставшиеся фосфорные удобрения вносят при посеве в качестве стартовой дозы. Подкормки в течение вегетации проводят жидкими формами азотных удобрений (КАС или карбамид) совместно с инсектицидными или фунгицидными обработками.

В лесостепной зоне Западной Сибири средняя рекомендованная норма удобрений составляет $N_{120} P_{90} K_{90} S_5$.

Контрольные вопросы

1. Особенности питания полевых капустовых культур.
2. Сроки и способы внесения удобрений.
3. Требования капустовых культур к почвенным условиям и их место в севообороте.
4. Каково значение подкормок при возделывании рапса и других капустовых?

5. Каковы особенности применения серосодержащих удобрений и их влияние на качество получаемой продукции.

5.6. Удобрение льна

Культура дает высокие урожаи на плодородных средне- и легкосуглинистых почвах, оптимальная реакция почвенного раствора – слабокислая ($\text{pH}_{\text{сол}}$ 5,1-5,5). Высокая требовательность к почвенному плодородию объясняется слабой усваивающей способностью корневой системы, которая состоит из главного стержневого корня и мелких ответвлений и располагается в основном в пахотном слое. Лен очень плохо использует труднодоступные соединения почвы. Он имеет повышенную чувствительность к концентрации почвенного раствора, особенно в период прорастания семян.

Лучшими почвами для льна масличного являются черноземы и каштановые почвы, структурные и со сбалансированным количеством питательных веществ. Лен плохо растет на тяжелых суглинистых, легких песчаных и болотных почвах. Не подходят для возделывания льна солонцеватые и солончаковые почвы.

На нейтральных и карбонатных почвах лен страдает от избытка кальция и недостатка бора, что вызывает заболевание растений бактериозом.

Лучшие предшественники для льна – пласт многолетних трав, оборот пласта многолетних трав, однолетние бобово-злаковые травы, картофель и другие культуры. На прежнее место лен не должен возвращаться раньше 6-7 лет, иначе отмечается «льноутомление».

Критический период потребности льна в фосфоре приходится от всходов до фазы «елочки», в азоте – от фазы «елочки» до бутонизации, в калии – в фазе «елочки», а также во время бутонизации. Наибольшее

среднесуточное потребление азота наблюдается в фазе цветения, фосфора и калия – перед бутонизацией.

Органические удобрения в льняных севооборотах вносят под предшествующие культуры. Непосредственно под лен свежий или слаборазложившийся навоз не применяют. Фосфорные и калийные удобрения лучше вносить осенью под зябь, азотные – весной под культивацию.

Дозы минеральных удобрений под лен устанавливают в зависимости от планируемого урожая, предшественников и степени обеспеченности почвы элементами питания. Рекомендуется вносить под лен $N_{30-60} P_{60-90} K_{90-120}$.

Контрольные вопросы

1. Отношение льна к реакции почвенной среды и почвенному плодородию.
2. Назовите лучшие почвы для выращивания льна.
3. Назовите критические периоды в потреблении льном элементов питания.
4. Каковы особенности применения органических и минеральных удобрений.
5. Как влияют удобрения на качество урожая льна?
6. Каковы причины «льноутомления»?
7. Назовите микроэлементы, оказывающие влияние на урожай льна.

5.7. Удобрение многолетних трав

Многолетние травы выращиваются в виде чистых посевов культур (клевер луговой, люцерна, эспарцет песчаный, галега восточная) или в виде различных травосмесей, состоящих из вышеперечисленных бобовых и злаковых культур (кострец безостый, тимофеевка луговая, овсяница луговая, житняк гребневидный, пырей бескорневищный).

Высевают многолетние травы под покров однолетних культур (обычно овса или ячменя) с пониженной (на 30-50%) нормой высева семян покровной культуры или во второй половине июня – начале июля без покрова.

Бобовые многолетние травы более требовательны к плодородию почвы, чем злаковые, они хорошо растут на почвах, близких к нейтральным и нейтральных. Злаковые травы дают высокие урожаи и на слабокислых почвах. Бобовые менее устойчивы в травосмесях, чем злаковые травы. Выпадение бобовых связано с неблагоприятными условиями, а также с высоким уровнем азотного питания. Следовательно, для их сохранения в травостое требуется, прежде всего, хорошее фосфорно-калийное питание, особенно при внесении азотных удобрений.

Перед посевом многолетних трав для Западной Сибири рекомендуются следующие ориентировочные дозы удобрений: под злаковые – $N_{90-120} P_{90-120} K_{60-90}$, под бобовые – $P_{90-120} K_{60-90}$. Азотные удобрения под бобовые культуры вносят в ограниченной дозе – 30-40 кг д.в /га, так как минеральный азот подавляет симбиотическую азотфиксацию.

Для поддержания высокой продуктивности травостоя необходимо ежегодно вносить удобрения. На сенокосах с двухукосным режимом использования азотные удобрения вносят дробно: рано весной и после первого укоса (по 30 кг д.в /га). Фосфорные и калийные удобрения вносят в один прием осенью или весной по 40-60 кг д.в /га.

Самый эффективный способ внесения фосфорно-калийных удобрений – «в запас» перед посевом трав или покровной культуры на этапе глубокой обработки почвы.

На сенокосах и пастбищах, особенно на почвах, бедных гумусом, хороший эффект дают органические удобрения. Перепревший навоз или навозную жижу вносят на поверхность поля весной или после укоса трав (или стравливания).

Контрольные вопросы

1. Отношение бобовых и злаковых многолетних трав к уровню почвенного плодородия.

2. Отношение бобовых и злаковых многолетних трав к реакции почвенной среды.
3. Особенности питания многолетних бобовых трав.
4. Ориентировочные дозы удобрений под многолетние бобовые и злаковые травы.
5. Приемы внесения удобрений под многолетние травы.
6. Использование органических удобрений под многолетние травы.

6. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Овощные культуры потребляют большое количество элементов питания, но они очень чувствительны к повышенной концентрации почвенного раствора. Наиболее чувствительны к концентрации солей морковь, лук и огурец, относительно устойчивы – свекла, капуста, редька, томаты.

Почвы овощных севооборотов выделяют в отдельную группу, для которой предусмотрено более высокое содержание питательных веществ, чем для полевых культур.

Овощные культуры отзывчивы на органические удобрения. Это связано с большой потребностью овощных культур в элементах питания пролонгированного действия, не создающих повышенной концентрации в почвенном растворе, и необходимостью поддержания благоприятных агрохимических и агрофизических условий выращивания растений.

Органическое вещество, поступающее в почву с растительными остатками овощных культур, не восполняет ежегодных потерь гумуса. Для улучшения плодородия почв необходимо систематически вносить органические удобрения. Восполнение потерь гумуса в овощных севооборотах в результате минерализации достигается ежегодным внесением 12-15 т/га навоза или других органических удобрений. Органические удобрения вносят под глубокую (25-28 см) вспашку.

Лук, чеснок, томаты одинаково хорошо отзывчивы как на органические, так и минеральные удобрения. Под эти культуры лучше вносить перепревший навоз. Столовая свекла, морковь более отзывчивы на минеральные удобрения, поэтому органические удобрения следует вносить под их предшественник.

По отношению к уровню минерального питания овощные культуры можно разделить на 3 группы:

1. Очень требовательные к уровню минерального питания культуры, отличающиеся слабо развитой корневой системой: лук, чеснок, огурец, морковь, перец, цветная и ранняя белокочанная капуста.

2. Требовательные растения с относительно хорошо развитой корневой системой: среднеспелые и позднеспелые сорта белокочанной капусты, томат, свекла столовая, тыква, кабачок, баклажан.

3. Менее требовательные растения, которые растут при широком диапазоне содержания элементов питания и кислотности почв: щавель, ревень, редька, репа, брюква, редис.

Капуста белокочанная весьма отзывчива на внесение минеральных и органических удобрений, особенно среднеспелые и позднеспелые сорта. Максимальное потребление элементов питания приходится на период формирования кочана. Рост капусты продолжается до уборки, поэтому культура нуждается в хорошей обеспеченности азотом и интенсивно потребляет его в течение всего периода вегетации.

Повышенные дозы навоза и полное минеральное удобрение обеспечивает получение высоких урожаев, способствует ускорению созревания, что имеет большое значение для получения ранней товарной продукции.

Органические, фосфорные и калийные удобрения под капусту вносят осенью перед зяблевой вспашкой, азотные – весной перед посадкой рассады. В зависимости от плодородия почвы доза органических удобрений может составлять 35-50 т/га. При высадке рассады весной в почву локально вносят по 10-15 кг д.в /га NPK в виде комплексных удобрений. При необходимости кроме основного удобрения проводят подкормки комплексными удобрениями в фазу начала формирования кочана в дозе 30-40 кг д.в /га.

Оптимальная реакция почвенного раствора для капусты – близкая к нейтральной (рН 6-7).

Томат требователен к условиям питания. Наиболее высокая продуктивность томата наблюдается при сочетании органических и минеральных удобрений. На легких почвах все удобрения вносят перед посадкой весной в дозе 80 кг д.в /га азота, 60-80 – фосфора и до 140 кг д.в /га калия.

В начале вегетации после высадки рассады потребность в элементах питания небольшая, а в период плодоношения резко возрастает, особенно в отношении азота и калия. Повышенная чувствительность к недостатку фосфора у томатов наблюдается в раннем возрасте.

Томаты лучше других культур переносят кислотность почвы. Оптимальная реакция почвенного раствора pH 5,6-7,1.

Непосредственно под томаты вносить навоз не рекомендуется, т.к. при этом наблюдаются сильное развитие вегетативной массы и задержка созревания плодов.

Если удобрения до посадки не вносили, то через 2-3 недели после высадки проводят первую подкормку азотом и фосфором по 45 кг д.в /га, вторую подкормку – в начале плодообразования азотом и калием в дозе 35-40 кг д.в /га.

При выращивании томата на торфяных и песчаных почвах, которые характеризуются низким содержанием обменного калия, особенно эффективны калийные удобрения.

Наибольшее влияние на урожайность и качество плодов томата оказывают азотные удобрения, которые рекомендуется вносить весной перед посадкой.

Фосфорные и калийные удобрения на суглинистых почвах вносят под зяблевую вспашку осенью.

Томаты отзывчивы на борные удобрения, которые повышают урожайность и сахаристость плодов. На почвах с низким содержанием бора

до посадки вносят 1-1,5 кг д.в /га или проводят некорневые подкормки 0,02%-м раствором борной кислоты из расчета 0,5 кг д.в /га.

Для выращивания томата наиболее пригодны хорошо окультуренные богатые гумусом легко- и среднесуглинистые почвы с высоким содержанием подвижного фосфора, обменного калия и других элементов питания.

Огурец является культурой, очень требовательной к уровню минерального питания. Это объясняется тем, что корневая система огурца располагается в верхнем слое почвы и слабо использует питательные вещества нижних слоев. В отличие от других овощных растений, эта культура характеризуется быстрым темпом поглощения питательных веществ и большей чувствительностью к повышенной концентрации почвенного раствора. Культура чувствительна также к кислой реакции почвы, оптимальный интервал pH 6,5-7.

Важной особенностью огурца является высокая отзывчивость на внесение органических удобрений. Навоз не только обеспечивает растения элементами питания, но и улучшает воздушное питание растений углекислым газом, выделяющимся при его минерализации в почве. В зависимости от типа почвы под огурец вносят до 80 т/га навоза. Поскольку органические удобрения отличаются пролонгированным действием, при их минерализации поступление элементов питания в почвенный раствор происходит постепенно, не создавая повышенной концентрации.

Огурец хорошо отзывается на применение минеральных удобрений в течение всего периода вегетации. В начале роста вегетативной массы растений требуется больше азота, а в период начала плодоношения необходимо усилить фосфорно-калийное питание. Наиболее интенсивное поглощение питательных веществ наблюдается в период массового плодообразования.

Огурец отзывчив на подкормки удобрениями. Первую подкормку азотом проводят в фазе двух-трех листьев из расчета 20-30 кг д.в /га, вторую

подкормку азотом или полным удобрением в такой же дозе – в период бутонизации – начала цветения. В период плодоношения целесообразно проводить подкормки азотными и калийными удобрениями в дозе $N_{30} K_{50}$.

Максимальные урожаи огурцов получают при совместном внесении органических и минеральных удобрений.

Морковь отрицательно реагирует на повышенные концентрации почвенного раствора. Она дает хорошие урожаи по последствию органических и минеральных удобрений. Разовое внесение высоких доз минеральных удобрений на малобуферных легких почвах вызывает повреждение всходов и замедление роста молодых растений. Лучшими для посева моркови являются почвы легкого гранулометрического состава с pH 6,4-6,6.

Морковь плохо переносит избыток кальция, поэтому непосредственно под нее известь вносить не следует. На кислых почвах (pH ниже 5,6) известкование проводят заблаговременно – за 2-3 года до посева моркови.

Морковь требовательна к условиям минерального питания. При высоких урожаях она выносит из почвы значительное количество азота, фосфора и калия. В первый период вегетации растет медленно, и потребность в элементах невысокая. Интенсивное потребление морковью элементов питания, и прежде всего азота, происходит с середины лета в период активного роста листьев и корнеплода. В конце вегетации в фазе формирования корнеплода возрастает потребность растений в фосфоре и калии, а в азоте снижается.

Под ранние сорта моркови азотные удобрения вносят в один прием перед посевом (40-60 кг д.в /га). Поздние сорта моркови требуют большего количества азота, поэтому перед посевом вносят азотные удобрения в дозе N_{40-60} и N_{30-40} в подкормку при междурядной обработке. Не рекомендуется применять высокие дозы азотных удобрений в связи со снижением

сахаристости корнеплодов, накоплением в них нитратов и ухудшением лежкости при хранении.

Подкормки минеральными удобрениями обычно проводят через 20-30 дней после появления всходов.

Морковь необходимо возделывать при усиленном фосфорно-калийном питании на фоне последствий органических удобрений. Внесение повышенных доз калийных удобрений (120 кг д.в /га) оказывает положительное влияние на урожайность, лежкость, вкусовые качества корнеплодов и содержание в них сахаров.

Морковь дает хорошие урожаи на почвах с высоким содержанием органического вещества, но внесение свежего или слаборазложившегося навоза приводит к ветвлению корнеплода и поражению посевов морковной мухой. Поэтому непосредственно под эту культуру органические удобрения можно вносить только в виде перегноя (доза 25-30 т/га).

Лук репчатый. Наиболее пригодны для возделывания лука хорошо окультуренные, богатые органическим веществом легкосуглинистые почвы с повышенным (180-200 мг/кг) содержанием доступных форм фосфора и калия. Лук требователен к реакции среды, оптимальное значение $pH_{\text{сол}}$ для его роста 6,4-6,8. Наиболее высокие урожаи лук репчатый дает при возделывании его по удобренным навозом предшественникам и внесении полного удобрения в дозах $N_{80-90} P_{80-90} K_{80-90}$. При возделывании лука по неунавоженному предшественнику на каждый гектар вносят минеральные удобрения в дозах $N_{90} P_{90} K_{120}$.

Азотные и фосфорные удобрения обеспечивают высокие прибавки урожая лука во всех почвенно-климатических зонах, калийные – при достаточном увлажнении. Азотные удобрения вносят под культивацию весной перед посадкой. Если до посадки не внесены азотные удобрения, их можно внести в качестве подкормки после появления второго настоящего

листа в дозе N_{40-50} . Перед смыканием рядков проводят вторую подкормку в дозе N_{30-35} .

Фосфорные и калийные удобрения лучше вносить осенью под зяблевую вспашку. Глубокое осеннее внесение фосфорно-калийных удобрений позволяет получить более высокие прибавки урожая по сравнению с поверхностным внесением весной.

Свекла столовая. Наиболее благоприятны для возделывания свеклы хорошо гумусированные легкие и средние суглинки, а также окультуренные торфяники. Оптимальное значение $pH_{\text{сол}}$ составляет 6,5-7,4. На кислых почвах свекла хорошо отзывается на известкование.

Органические удобрения обычно под свеклу не вносят, так как внесение непосредственно под свеклу свежего или полуперепревшего навоза приводит к снижению вкусовых качеств, разветвлению корнеплодов, ухудшению товарного вида и лежкости в процессе зимнего хранения. Свекла хорошо реагирует на последствие органических удобрений.

Самое большое влияние на урожайность оказывают азотные удобрения, однако повышенное содержание азота вызывает накопление нитратов в корнеплодах. Азотные удобрения в дозе N_{90-120} значительно повышают продуктивность свеклы, выход стандартной продукции и размер корнеплода. Потребление азота столовой свеклой продолжается в течение всей вегетации от всходов до уборки. Наиболее интенсивное потребление наблюдается через месяц после всходов во время образования мощного листового аппарата.

В период нарастания корнеплодов растения наиболее интенсивно потребляют калий, который заметно усиливает отток углеводов из листьев в корнеплоды и способствует повышению их качества, растения используют 60-70% питательных веществ от их максимального потребления.

Большое влияние на продуктивность свеклы оказывают микроэлементы и прежде всего бор. Недостаток бора вызывает отмирание

точек роста, черную сухую гниль сердечка, снижает устойчивость культуры к грибным болезням. Наиболее заметно проявляется недостаток бора после известкования и при щелочной реакции почвы. Для предотвращения болезней столовой свеклы следует проводить некорневые подкормки растений 0,1-0,2%-м раствором борной кислоты из расчета 300-500 г бора на 1 га.

При выращивании свеклы на плодородных почвах по последствию органических удобрений, внесенных под предшествующую культуру, на гектар вносят 80-110 кг азота, 80-100 – фосфора и 120-160 кг калия.

Корнеплоды семейства капустовые. Редис имеет короткий вегетационный период, поэтому интенсивно потребляет элементы питания. На малоплодородных почвах под зябь вносят небольшие дозы органических удобрений в виде перепревшего навоза (20 т/га), на гумусированных почвах, содержащих более 3% гумуса, редис выращивают при внесении минеральных удобрений.

Для активизации роста и развития редиса в первый период нужно усиленное фосфорное питание. Поэтому при посеве эффективны фосфорные удобрения, если их не внесли заблаговременно осенью. Азотные удобрения применяют весной до посева в дозе N_{60} . Внесение повышенных доз азота, как правило, неэффективно, так как азот способствует росту листьев и снижает качество корнеплодов. Оптимальные дозы удобрений для редиса $N_{60} P_{60} K_{90}$.

Хорошими предшественниками редьки могут быть все овощные культуры, кроме относящихся к семейству капустовых. Осенью в качестве удобрения в посеvy редьки вносят 35-40 т/га перепревшего навоза или перегноя под вспашку зяби, а также фосфорные и калийные удобрения в дозе 60-70 кг д.в /га. В такой же дозе весной вносят азотные удобрения. Свежий навоз не применяется. Наиболее пригодны для возделывания редьки рыхлые и легкосуглинистые или супесчаные плодородные почвы с нейтральной реакцией среды. Содержание гумуса в почве должно составлять более 3 %.

Контрольные вопросы

1. Назовите группы овощных культур по отношению к уровню минерального питания.
2. Опишите динамику потребления азота, фосфора и калия капустой.
3. Перечислите особенности питания и удобрения капусты.
4. Приведите сроки, дозы и способы внесения органических и минеральных удобрений под капусту.
5. Отношение томата к органическим удобрениям.
6. Назовите дозы, сроки и способы внесения органических и минеральных удобрений под томаты на различных почвах.
7. Укажите оптимальную реакцию почвенного раствора при возделывании томата и огурца.
8. Каково отношение огурца к различным видам навоза (свежему, перепревшему, перегною).
9. Приведите сроки и способы внесения органических и минеральных удобрений под огурец.
10. Назовите особенности применения органических удобрений под морковь.
11. Опишите влияние удобрений на урожай и качество моркови.
12. Какова оптимальная реакция почвенного раствора при выращивании моркови?
13. Опишите строение корневой системы лука и особенности его питания.
14. Укажите дозы, сроки и способы применения органических и минеральных удобрений, вносимых под лук.
15. Каково влияние удобрений на качество свеклы?
16. Приведите сроки и способы внесения различных удобрений под столовую свеклу.
17. Назовите ориентировочные дозы органических и минеральных удобрений под столовую свеклу.

18. Какова оптимальная реакция почвенного раствора при выращивании свеклы?
19. Расскажите об особенностях поглощения элементов питания редисом и редькой.
20. Каково отношение корнеплодов семейства капустовых к применению органических удобрений?
21. Назовите оптимальные почвы и хорошие предшественники для выращивания редьки и редиса.
22. Назовите сроки, способы применения и ориентировочные дозы удобрений под корнеплоды семейства капустовых.

7. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Плодовые и ягодные культуры являются многолетними растениями, произрастающими на одном месте в течение многих лет. Получать высокие урожаи плодов и ягод хорошего качества можно при оптимальном обеспечении этих культур всеми макро- и микроэлементами.

Плодовые деревья и кустарниковые ягодники на протяжении своей жизни имеют пять возрастных периодов:

- усиленного вегетативного роста до первого плодоношения, когда происходит интенсивное увеличение надземной части;
- роста и плодоношения, который характеризуется ежегодным наращиванием урожайности, интенсивным ростом скелетных ветвей и увеличением на них количества плодоносных элементов;
- плодоношения и роста, когда поступательный рост снижается, ослабевает прирост на скелетных ветвях, начинается отмирание первых генераций обрастающих ветвей в центре кроны;
- максимального плодоношения, характеризующийся прекращением роста и усиленным отмиранием обрастающих ветвей;
- затухания плодоношения и массового отмирания обрастающих, полускелетных и скелетных ветвей с одновременным возникновением регенеративных побегов на старых скелетных ветвях.

Каждому возрастному периоду соответствует определенный уровень потребления питательных веществ, что следует учитывать при определении норм удобрений под эти культуры.

Годовой цикл плодовых растений подразделяют на четыре периода: два длительных (период вегетации и период относительного покоя) и два коротких (переход от вегетации к покою и от покоя к вегетации). Поэтому для плодовых культур выделяют два этапа поглощения питательных веществ в течение вегетации: первый – от начала вегетации до окончания роста

побегов и сбора урожая; второй – после сбора урожая до глубокой осени. На первом этапе обеспечиваются рост побегов, листьев, образование плодов и ягод, а также закладка плодовых почек для урожая будущего года. В этот период потребляется больше всего азота. На втором этапе отмечается второй максимум роста корневой системы, продолжается развитие плодовых почек для урожая следующего года, рост растений в толщину и отложение запасных питательных веществ. В это время требуется умеренное азотное питание и хорошее фосфорно-калийное, способствующее повышению морозоустойчивости.

По отношению к реакции почвенного раствора плодово-ягодные культуры можно разделить на четыре группы:

- требующие нейтральной реакции (вишня, черешня, слива, персик, абрикос, виноград);
- удовлетворительно произрастающие при слабокислой реакции (яблоня, груша, крыжовник, смородина);
- растения, которые выносят среднекислую реакцию почвенного раствора (малина, ежевика, земляника);
- требующие кислой реакции почвенного раствора (голубика топяная, голубика высокая).

7.1. Удобрение плодовых культур

Яблоня и груша. В фазе усиленного роста побегов поглощают больше фосфора, чем азота и калия. В период затухания роста, наоборот, азот и калий поступают в растения намного интенсивнее, чем фосфор. В фазе окончания роста фосфор занимает первое место в поглощении, затем следует калий, и менее всего поглощается азот.

От посадки до плодоношения у яблони и груши проходит 5-8 лет. В это время они усиленно растут и очень требовательны к элементам питания. Молодые деревья весьма чувствительны и к избытку питательных веществ.

Поэтому необходимо вносить полное предпосадочное удобрение и делать подкормки в течение вегетации, уделяя особое внимание азотным удобрениям.

При полном плодоношении необходимо внесение оптимальных доз органических и минеральных удобрений, так как растения дают максимальную продуктивность. Следует применять основное удобрение и подкормки.

В практике садоводства удобрения вносят тремя способами:

- перед посадкой повышенные дозы заделывают на глубину до 30-50 см, где наиболее интенсивно развиваются корни растений;
- ежегодно осенью или весной в междурядья с заделкой в почву на глубину 15 см;
- при подкормках в период вегетации растений предпочтительно внесение в жидком виде.

Перед закладкой сада под глубокую вспашку в зависимости от почвенного плодородия вносят высокие дозы органических и минеральных удобрений. Органические удобрения вносят из расчета 40-80 т/га, фосфорные – 120-300 кг д.в /га, калийные – 120-300 кг д.в /га.

Если участок, отведенный под сад, не был хорошо заправлен органическими и минеральными удобрениями, то минеральные удобрения вносят частями при посадке плодовых деревьев: 2/3 дозы на дно посадочной ямы, 1/3 перемешивают с почвой, которой засыпают нижнюю половину ямы. Доза минерального удобрения ориентировочно составляет 0,5 кг суперфосфата и 0,5 кг хлористого калия. В почву верхней половины ямы, где расположены корни саженца, минеральные удобрения не вносят, так как они при контакте с корнями растений вызывают их угнетение и растения плохо приживаются. Органические удобрения перемешивают со всей почвой в дозе 15-20 кг/растение.

Посадочные ямы под яблоню и грушу копают диаметром и глубиной 60-70 см.

Молодые сады при хорошей основной заправке удобрениями слабо отзываются на внесение фосфорных и калийных удобрений в первые 3-4 года, а азотные удобрения вносят ежегодно: половину весной, а оставшуюся часть – в середине лета.

Вишня и слива довольно требовательны к почвам; хорошо произрастают на черноземных и каштановых почвах. На подзолистых почвах корневая система развивается значительно слабее, чем на черноземах. В целом культуры плохо переносят излишнюю кислотность, оптимальной является нейтральная реакция почвенного раствора.

Перед посадкой на участок вносят органические удобрения (40-60 т/га), а также фосфорные и калийные в дозах 120 и 160 кг д.в /га соответственно.

Посадочные ямы под данные культуры должны быть глубиной и диаметром по 50 см.

Оптимальный пищевой режим поддерживают внесением органическим удобрений (40-60 т/га) через 3 года. Минеральные азотные удобрения вносят весной небольшими дозами (20-40 кг д.в /га), фосфорные и калийные удобрения применяют осенью в дозах 60-80 кг д.в /га.

На кислых почвах через 2-3 года проводят известкование.

7.2. Удобрение ягодных кустарников

Ягодные кустарники (малина, смородина, крыжовник) выращивают на одном месте длительное время – 8-10 лет. Поэтому перед посадкой нужно провести заправку почвы органическими и минеральными удобрениями. Доза полуперепревшего навоза (или компоста) 50-60 т/га, так как эти культуры очень отзывчивы на органические удобрения. Дозы минеральных удобрений должны составлять $N_{50-90} P_{60-90} K_{40-90}$. При такой заправке в первые

3-4 года жизни ягодных кустарников удобрения можно не вносить. В последующие годы в междурядья (до внешней проекции ветвей кроны) вносят органические, фосфорные и калийные удобрения в запас на 2-4 года. Азотные удобрения применяют ежегодно. Нормы органических удобрений составляют 20-30 т/га, минеральных – $N_{40-60} P_{40-60} K_{40-60}$.

На ягодных кустарниках (чаще всего на малине) применяют мульчирование почвы торфом или навозом.

Малина. Период интенсивного поступления азота, фосфора и калия растянут и продолжается до конца вегетации.

Малину подкармливают полным удобрением в начале образования завязей по 20-30 кг д.в /га каждого элемента.

Крыжовник и смородина. Рост до конца цветения происходит в основном за счет запасных питательных веществ, отложенных в предыдущий год. После цветения до полного формирования урожая наблюдается усиленное поглощение элементов питания и прежде всего азота. К осени поступление всех питательных веществ резко снижается.

Крыжовник и смородину подкармливают дважды: сразу после цветения ($N_{30} P_{20} K_{20}$) и через 2-3 недели после первой подкормки ($N_{15-20} P_{30-35} K_{30}$).

Земляника. До начала цветения потребляет 15-20% питательных элементов от общего их количества за вегетационный период. От начала цветения до конца плодоношения поглощается половина питательных веществ от общего количества. Наибольшее количество фосфора и калия земляника усваивает в течение периода плодоношения. Потребление азота растянуто и идет равномерно по фазам вегетации.

Землянику возделывают в специализированных севооборотах в течение 4-5 лет. Наиболее продуктивны посадки на 2-й и 3-й годы. Корневая система этой культуры в основном располагается в слое почвы 0-20 см. После хорошей предпосадочной заправки почвы органическими и фосфорно-

калийными минеральными удобрениями в первые 2-3 года землянику не удобряют.

При недостаточной заправке уже на второй год вносят органические удобрения и полное минеральное удобрение. Рекомендуется вносить 30-40 т/га навоза или компоста и $N_{40-70} P_{50-60} K_{40-60}$. Навоз и фосфорно-калийное удобрение заделывают в междурядья на глубину 8-10 см. Азотные удобрения обычно применяют дважды: рано весной (20-40 кг д.в /га) и после сбора урожая (30-40 кг д.в /га).

Контрольные вопросы

1. Назовите возрастные периоды плодовых деревьев и ягодных кустарников и дайте их характеристику.
2. Расскажите об особенностях потребления элементов питания в различные периоды вегетации плодово-ягодных культур.
3. На какие группы делятся плодово-ягодные культуры по отношению к реакции почвенного раствора?
4. Какова система применения удобрений под семечковые (яблоня, груша) и косточковые (вишня, слива) культуры?
5. Каковы особенности питания и удобрения ягодных культур и земляники?
6. Расскажите о системе удобрения смородины, крыжовника и малины.
7. Назовите основные приемы окультуривания почвы перед закладкой плодового сада и ягодников.

8. ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

Одним из основных факторов, влияющих на качество и выход посадочного материала, является плодородие почвы. Земли, отводимые для организации питомника, как правило, имеют низкое содержание гумуса, подвижных питательных веществ и часто кислую реакцию почвенного раствора.

При закладке лесных питомников проводят корчевку и расчистку площади от пней, порубочных остатков и камней, первичную обработку почвы и выравнивание площади, после чего почву подвергают комплексу мероприятий по окультуриванию (внесение органических, минеральных удобрений, химических мелиорантов, посев сидеральных культур).

При окультуривании почвы вводят севообороты, в которые, кроме полей, где выращиваются сеянцы и саженцы древесных растений, включен чистый или сидеральный пар.

Чистый пар применяется при слабой окультуренности почвы или сильной засоренности. Его вводят с целью уничтожения злостных сорняков путем многократного рыхления почвы, а также для накопления и сбережения влаги. В чистом пару происходит наиболее интенсивная минерализация органического вещества почвы и накопление минерального азота.

Торф и слаборазложившийся навоз в чистом пару вносят под перепахку, перепревший навоз и компосты – перед посевом семян или посадкой сеянцев.

На сильно засоренных землях и при наличии заболеваний сеянцев при длительной эксплуатации питомников рекомендуется применять сидеральный, а затем чистый пар. В качестве сидеральных культур можно применять следующие сельскохозяйственные культуры: донник желтый, рапс, редьку масличную, сурепицу, овес, озимую рожь и др.

В лесной зоне рекомендован следующий севооборот:

1. Чистый удобренный или сидеральный пар.
2. Однолетние сеянцы.
3. Двухлетние сеянцы.
4. Трехлетние сеянцы.

Постепенно проводят углубление пахотного слоя, поскольку оптимальная мощность плодородного слоя в посевном и школьном отделении питомника должна составлять 30-40 см. Операцию проводят в несколько приемов, припахивая не более 2-3 см за один раз, с внесением минеральных и органических удобрений. На кислых почвах обязательно внесение извести.

Контрольные вопросы

1. Какие мероприятия проводят при закладке лесных питомников?
2. Какие удобрения применяют при окультуривании почв питомников?
3. Какие севообороты используют для выращивания сеянцев и саженцев древесных растений?
4. Опишите условия, при которых в севооборотах используют чистый и сидеральный пар.
5. Опишите подготовку почвы в посевном и школьном отделении питомника.

9. СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ ГАЗОНОВ

Отношение дернообразующих растений к плодородию почвы. Для выращивания высококачественных дерновых покрытий требуются нейтральные, незасоленные рыхлые структурные почвы с хорошей воздухо- и водопроницаемостью, с оптимальным содержанием питательных веществ. Газонные травостои подвергаются многократному скашиванию, что повышает потребность трав в элементах минерального питания. Для питания газонных трав решающее значение из макроэлементов имеют азот, фосфор, калий, кальций, а из микроэлементов – молибден, медь, бор.

В почве большая часть азота представлена сложными органическими соединениями, в результате процесса минерализации которых образуются соли аммония и нитраты, которые поглощаются корнями растений. Чем выше содержание в почве органического вещества, тем лучше обеспеченность газонных растений не только азотом, но и другими элементами.

От скорости минерализации органического вещества зависят свойства и режимы почвы. Очень медленное разложение органических остатков приводит к вырождению травостоя, накоплению в почве вредных соединений и иммобилизации элементов питания.

Газонные травы по отношению к потребности в азоте условно делят на три группы:

- наиболее требовательные (райграс многолетний, мятлик болотный);
- промежуточные (полевица тонкая, овсяница красная и луговая, гребенник обыкновенный);
- наименее требовательные (полевица собачья, овсяница овечья).

Злаковые газонные травы испытывают недостаток фосфора и калия, если содержание их доступных форм в почве менее 100 мг/кг.

Растения растут и развиваются хорошо только при определенной реакции почвенной среды, которая существенно влияет на обеспеченность элементами минерального питания. В некоторых случаях высокая кислотность или щелочность способствует образованию в почве токсических веществ.

Для большинства газонных растений оптимальной является слабокислая реакция почвенной среды (рН 6,0-6,5), а в целом растения могут выдерживать реакцию почвенного раствора в интервале рН 5,5 – 7,5.

Мятлик луговой, овсяница луговая, райграс пастбищный и другие лучше всего произрастают на слабокислых, нейтральных и слабощелочных почвах; на кислых почвах – овсяница овечья; на засоленных – овсяница тростниковая, житняк сибирский, житняк пустынный, житняк гребенчатый, пырей удлинённый, кострец солончаковый.

Требования газонных растений к уровню питания. При удобрении газонов исходят из того, что предстоит их долгая интенсивная эксплуатация, а внесение удобрений в пахотный слой возможно лишь при основной подготовке почвы. Распределение питательных веществ, вносимых с органическими и минеральными удобрениями, по всему пахотному горизонту обеспечивает растениям большую засухоустойчивость и зимостойкость, меньшую вырождаемость и повреждаемость травостоя при накоплении войлока дернины.

Внесение удобрений – существенный фактор повышения качества газонов, призванный стимулировать вегетативное возобновление газонных растений, поддерживать долголетие трав, их высокую декоративность, устойчивость травяного покрытия к неблагоприятным условиям окружающей среды.

При закладке газонов можно применять следующую систему удобрения. Перед основной обработкой почвы (вспашка, перекапывание)

вносят 60-100 т/га органических удобрений (обычно торфяную крошку) и применяют минеральные удобрения в дозе $N_{100-120} P_{80-100} K_{100-120}$.

В первый год формирования газонов для повышения зимостойкости после последнего скашивания травостоя за 1-1,5 месяца до заморозков нужно внести по 30-35 кг д.в /га фосфорных и калийных удобрений. В последующие годы фосфорно-калийные удобрения можно вносить двумя способами: осенью и ранней весной. Дозы внесения составляют $P_{20-30} K_{30-40}$.

Большое значение имеет ранняя весенняя подкормка, которую необходимо проводить после полного схода снежного покрова. Доза подкормки составляет 30-45 кг д.в /га (10 г аммиачной селитры на 1 м²). Летние азотные подкормки можно проводить только при явном ухудшении внешнего вида газона, при потере им сочного зеленого цвета.

Контрольные вопросы

1. Каково отношение газонных трав к плодородию почвы?
2. Назовите оптимальную реакцию почвенного раствора для выращивания газонных растений.
3. Приведите группировку газонных трав по отношению к потребности в азоте.
4. Назовите сроки, способы и ориентировочные дозы внесения органических и минеральных удобрений при закладке газона.
5. Опишите влияние применяемых удобрений на формирование устойчивости растений к зимним температурам.
6. Назовите виды удобрений и сроки проведения подкормок при уходе за газоном.

СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ

Агрономические руды – минеральное сырье для производства минеральных удобрений.

Агрохимия – наука о взаимодействии растений, удобрений, почвы и климата в процессе выращивания сельскохозяйственных культур, о круговороте веществ в земледелии и использовании удобрений для увеличения урожая, улучшения его качества и повышения плодородия почвы.

Агрохимическая картограмма – картографическое изображение содержания в почве гумуса, подвижных форм макро- и микроэлементов, тяжелых металлов, а также реакции почвенного раствора (рН).

Агрохимическая характеристика почвы – совокупность химических и физико-химических показателей, характеризующих эффективное плодородие почв, уровень обеспеченности сельскохозяйственных культур элементами минерального питания и условиями роста.

Азотное удобрение - удобрение, содержащее азот в усвояемой растениями форме.

Азотфиксация – усвоение молекулярного атмосферного азота микроорганизмами.

Амидное удобрение – азотное удобрение, содержащее азот в амидной форме.

Аммиачное удобрение – азотное удобрение, содержащее азот в аммиачной форме.

Аммонийное удобрение – азотное удобрение, содержащее азот в аммонийной форме.

Аммонийно-нитратное удобрение – азотное удобрение, содержащее азот в аммонийной и нитратной формах.

Аммонификация – разложение азотсодержащих органических веществ микроорганизмами с образованием аммиака.

Баланс питательных элементов в почве – разность между поступлением и расходом питательных элементов в почве.

Бесподстилочный навоз – навоз без подстилки с добавкой воды или без нее.

Биологическая активность почвы – интенсивность биологических процессов, протекающих в почве.

Биологический азот – азот, поступающий в почву и растения в результате фиксации атмосферного азота микроорганизмами.

Биологическое поглощение в почве – поглощение растениями и почвенной микрофлорой питательных элементов из почвы, удобрений и воздуха.

Буферность почвы – способность почвы противостоять изменению реакции почвенного раствора в кислую или щелочную сторону.

Валовой азот почвы – общее содержание азота в почве.

Валовой калий почвы – общее содержание калия в почве.

Валовой фосфор почвы – общее содержание фосфора в почве.

Вегетационный опыт с удобрениями – опыт с удобрениями, проходящий в искусственных условиях в сосудах, с целью изучения питания растений и обмена веществ в них.

Вид минерального удобрения – категория минерального удобрения, выделяемая по действующему веществу (азотные, фосфорные, калийные, магниевые, борные, молибденовые и др.).

Возврат питательных элементов в почву – количество питательных элементов, возмещаемых внесением удобрений, пожнивными и корневыми остатками.

Вынос питательных элементов из почвы – количество питательных элементов, отчуждаемых из почвы урожаем основной и побочной продукции сельскохозяйственных культур на единицу площади.

Географическая сеть опытов с удобрениями – сеть полевых опытов с удобрениями, проводимых в различных географических зонах страны по согласованной программе.

Гигроскопичность минерального удобрения – свойство минерального удобрения поглощать влагу с определенной интенсивностью из окружающей среды при определенной температуре и влажности.

Гидролитическая кислотность почвы – кислотность почвы, проявляющаяся при обработке ее раствором гидролитически щелочной соли.

Гипсование почвы – химическая мелиорация солонцовых почв путем применения гипса.

Гумификация – превращение растительных и животных остатков и микроорганизмов, а также продуктов их жизнедеятельности в почве в гумусовые вещества.

Деградация фосфатов удобрения – переход легкорастворимых фосфатов удобрения в труднорастворимые формы.

Действующее вещество удобрения – основной питательный элемент, содержащийся в удобрении.

Денитрификация – восстановление нитратов биологическим или химическим путем до молекулярного азота или его оксидов.

Диагностика питания растений – определение степени обеспеченности растений элементами питания.

Длительно действующее удобрение – удобрение, постепенно отдающее питательные элементы в течение одного или нескольких вегетационных периодов.

Длительный опыт с удобрениями – стационарный опыт с удобрениями, проводимый более одной ротации севооборота.

Доза удобрения – количество удобрения, вносимого под сельскохозяйственную культуру за один прием.

Доступные формы питательных элементов – питательные элементы почвы, которые могут быть использованы растениями.

Дробное внесение минерального удобрения – внесение минерального удобрения несколькими дробными дозами в течение вегетационного периода.

Емкость поглощения катионов почвой – максимальное количество обменных катионов, которые могут быть поглощены почвой.

Жидкий навоз – бесподстилочный навоз, содержащий от 3 до 8% сухого вещества.

Жидкое минеральное удобрение – минеральное удобрение в виде раствора или суспензии питательных элементов в соответствующем растворителе.

Зеленое удобрение – органическое удобрение, получаемое путем выращивания зеленой массы растений и последующего их запахивания.

Известкование почвы – химическая мелиорация кислых почв путем применения известковых удобрений.

Иммобилизация питательных элементов в почве – переход питательных элементов почвы и удобрений из доступной в недоступную для питания растений форму.

Ингибиторы нитрификации – вещества, подавляющие нитрификацию аммонийного и амидного азота почвы и удобрений.

Калийное удобрение – удобрение, содержащее калий в усвояемой растениями форме.

Кислотность почвы – свойство почвы, обусловленное наличием водородных ионов в почвенном растворе и обменных ионов водорода и алюминия в почвенном поглощающем комплексе.

Компост – органическое удобрение, полученное в результате разложения органических отходов растительного или животного происхождения.

Коэффициент использования действующего вещества удобрения – отношение количества действующего вещества, вынесенного урожаем, к общему количеству действующего вещества, внесенного с удобрением.

Краткосрочный опыт с удобрениями – полевой опыт с удобрениями, в котором изучается действие удобрений на урожай и качество сельскохозяйственных культур не менее трех лет в аналогичных почвенных условиях.

Лизиметрический опыт с удобрениями – опыт с удобрениями, проходимый с использованием лизиметрической установки для изучения питательного режима почвы и передвижения минеральных и органических веществ по профилю почвы, баланса питательных элементов.

Локальное внесение удобрения – внесение удобрения, обеспечивающее его размещение в почве очагами различной формы.

Мелкоделяночный опыт с удобрениями – полевой опыт с удобрениями, проводимый на делянках площадью не более 10 м².

Местное удобрение – удобрение, получаемое в хозяйстве (солома, навоз, компост и др.).

Механическая поглотительная способность почвы – способность почвы механически задерживать в своих порах частицы другого вещества.

Микрополевой опыт с удобрениями – опыт с удобрениями, проводимый в полевых условиях в сосудах без дна или на микроделянках площадью не более 1 м².

Микроудобрение – удобрение, в котором действующим веществом является микроэлемент.

Минерализация органических веществ почвы – разложение органических веществ почвы с образованием минеральных соединений.

Минеральное удобрение – удобрение промышленного или ископаемого происхождения, содержащее питательные элементы в минеральной форме.

Многофакторный опыт с удобрениями – опыт с удобрениями, проводимый с целью выявления влияния удобрений на различные факторы.

Мобилизация питательных элементов в почве – переход органических и минеральных веществ почвы в доступную для питания растений форму.

Навоз – смесь твердых и жидких экскрементов сельскохозяйственных животных с подстилкой или без нее.

Навозная жижа – жидкость, выделяющаяся при хранении подстилочного навоза.

Некорневая подкормка растений – подкормка растений удобрениями опрыскиванием или опыливанием надземной части растений.

Несимбиотическая азотфиксация – азотфиксация свободноживущими микроорганизмами почвы.

Нитратное удобрение – азотное удобрение, содержащее азот в нитратной форме.

Нитрификационная способность почвы – способность почвы накапливать нитраты под влиянием микробиологических процессов при определенной температуре и влажности.

Нитрификация – окисление аммонийного азота нитрифицирующими бактериями до нитратов и нитритов.

Обменная кислотность почвы – кислотность почвы, проявляющаяся при обработке ее раствором нейтральной соли.

Обменная поглощательная способность почвы – способность почвы удерживать на поверхности своих частиц ионы, способные к эквивалентному обмену.

Обменный калий почвы – калий почвы, способный к обмену на другие катионы.

Органическое удобрение – удобрение, содержащее органические вещества растительного или животного происхождения.

Органоминеральное удобрение – смесь органического и минерального удобрений, полученная в едином технологическом процессе или путем механического смешивания.

Основное внесение удобрения – внесение удобрения до посева или посадки выращиваемой культуры с целью обеспечения питания растений в течение всего периода вегетации.

Перегной – однородная землистая масса, образовавшаяся в результате разложения навоза и органических остатков растительного или животного происхождения.

Перепревший навоз – навоз, в котором визуально нельзя обнаружить неразложившиеся растительные остатки.

Питательный режим почвы – содержание питательных элементов в почве в доступной для растений форме в течение вегетационного периода.

Плодородие почвы – способность почвы обеспечивать условия, необходимые для жизни растений.

Поглотительная способность почвы – способность почвы поглощать и удерживать твердые, жидкие и газообразные вещества.

Поглощенные основания почвы – поглощенные почвой катионы, за исключением водорода.

Подкормка растений – внесение удобрения в период вегетации растений с целью улучшения условий их питания в отдельные периоды онтогенеза.

Подстилочный навоз – навоз с подстилкой и кормовыми остатками.

Полевой опыт с удобрениями – опыт, проводимый в полевых условиях для определения действия удобрений на урожай сельскохозяйственных культур, его качество, а также на плодородие почвы.

Полуперепревший навоз – подстилочный навоз, в котором в результате микробиологических процессов подстилка и кормовые остатки приобретают темно-коричневый цвет, теряют прочность и легко разрываются.

Последствие удобрения - действие удобрения, внесенного под предшествующие культуры, на второй и последующие годы.

Потенциальная кислотность почвы – сумма обменной и гидролитической кислотности твердой фазы почвы.

Почва – самостоятельное естественно-историческое органоминеральное природное тело, возникающее на поверхности земли в результате длительного воздействия биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящее из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющее специфические генетико-морфологические признаки, свойства, создающие соответствующие условия для роста и развития растений.

Почвенный поглощающий комплекс – высокодисперсная минеральная и органическая части почвы, обуславливающие ее способность поглощать и обменивать ионы.

Почвенный раствор – жидкая фаза почвы.

Припосевное (рядковое) внесение удобрений – применение невысоких доз отдельных удобрений одновременно с посевом (посадкой) растений с целью улучшения условий питания данным элементом

Производственный опыт с удобрениями – полевой опыт с удобрениями, проводимый в производственных условиях для проверки рекомендаций и экономической оценки действия удобрений на урожай и его качество.

Прямое действие удобрения – действие удобрения на продуктивность сельскохозяйственной культуры в течение одного вегетационного периода.

Птичий помет – экскременты разных видов птиц.

Разбросное внесение удобрения – внесение удобрения, обеспечивающее его сплошное равномерное размещение по поверхности почвы разбрасывателями.

Свежий слаборазложившийся навоз – подстилочный навоз, в котором в результате микробиологических процессов подстилка и кормовые остатки имеют незначительно изменившийся цвет и прочность.

Сидерация – повышение плодородия почвы путем запахивания в нее зеленого удобрения.

Симбиотическая азотфиксация – азотфиксация микроорганизмами, живущими в симбиозе с бобовыми и некоторыми небобовыми растениями.

Система удобрений – комплекс агротехнических и организационно-хозяйственных мероприятий по наиболее рациональному, упорядоченному применению удобрений в целях увеличения урожайности выращиваемых культур и оптимизации почвенного плодородия.

Система удобрений в севообороте – многолетний план применения удобрений в севообороте с учетом плодородия почвы, биологических особенностей растений, состава и свойств применяемых удобрений.

Слеживаемость минерального удобрения – свойство минерального удобрения образовывать фазовые контакты сцепления между зернами минерального удобрения при определенных внешних условиях.

Способ внесения удобрения – прием внесения удобрения под сельскохозяйственную культуру.

Стационарный опыт с удобрениями – полевой опыт с систематическим внесением удобрений, проводимый на одном участке, в севообороте, в звене севооборота или при бессменной культуре.

Степень насыщенности почвы основаниями – отношение суммы поглощенных оснований к емкости поглощения катионов почвой.

Сумма поглощенных оснований – общее количество поглощенных оснований в почве.

Сыпучесть минерального удобрения – свойство минерального удобрения свободно сыпаться под воздействием гравитационных сил в условиях складского хранения.

Технология внесения удобрения - комплекс последовательных производственных операций по внесению удобрения.

Торфонавозный компост – компост, состоящий из смеси торфа и навоза.

Торфожижевый компост – компост, состоящий из смеси торфа и навозной жижи.

Торфяной навоз – подстилочный навоз, полученный при использовании торфа в качестве подстилки животным.

Удобрение – вещество для питания растений и воспроизводства плодородия почвы.

Физиологически кислое удобрение – удобрение, при внесении которого подкисляется почва из-за преимущественного использования растениями катионов.

Физиологически щелочное удобрение – удобрение, при внесении которого подщелачивается почва из-за преимущественного использования растениями анионов.

Физическая поглотительная способность почвы – способность почвы удерживать на поверхности твердой фазы минеральные и органические вещества за счет адсорбционных сил.

Физические свойства минерального удобрения – совокупность физических, физико-механических и физико-химических свойств

минерального удобрения, определяющих его поведение при хранении, транспортировании и внесении в почву.

Фиксированный калий почвы – поглощенный почвой калий, не вытесняемый растворами нейтральных солей.

Фосфорное удобрение – удобрение, содержащее фосфор в усвояемой растениями форме.

Химическая мелиорация почв – улучшение физико-химических свойств кислых и солонцовых почв путем проведения известкования и гипсования почв.

Химическая поглощительная способность почвы – способность почвы переводить анионы и катионы почвенного раствора в труднорастворимые соединения.

Химический состав минерального удобрения – состав минерального удобрения по содержанию питательных элементов, примесей и воды.

Элемент питания – химический элемент, необходимый для роста и развития растений.

Элементы необходимые – химические элементы, без которых растения не могут полностью закончить цикл своего развития и не могут быть заменены другими элементами.

Элементы органогенные – химические элементы (С, О, Н, N), которые входят в состав белков, жиров и углеводов, а при озолении удаляются из материала в газообразной форме.

Эффективность удобрения – показатель, характеризующий степень положительного влияния удобрения на урожай, его качество и плодородие почвы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 388 с.

Агрохимия : учебник / М. А. Габибов, Д. В. Виноградов, Н. В. Бышов, Г. Н. Фадькин. — Рязань : РГАТУ, 2020. — 404 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164063>.

Агрохимия : учебник / под редакцией В. Г. Минеева. — Брянск : Брянский ГАУ, 2017. — 854 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133138>.

Власенко Н.Г. Полевые капустовые культуры в Западной Сибири / Н.Г. Власенко, Н.А. Коротких; РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2004. – 152 с.

Гамзиков Г. П. Азот в земледелии Западной Сибири / Г. П. Гамзиков. – Москва: Наука, 1981. – 267 с.

Добровольский Г.В. Экология почв. Учение об экологических функциях почв: учебник / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – Москва: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2006. – 364 с.

Ефимов В.Н. Система удобрения / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко; под редакцией В.Н. Ефимова. – Москва: КолосС, 2003. – 320 с.

Кидин В. В. Агрохимия : учебное пособие / В.В. Кидин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 351 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI: 10.12737/6244. — Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1937952>.

Кидин В. В. Особенности питания и удобрения овощных культур и картофеля : учебное пособие / В.В. Кидин. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 202 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI: 10.12737/21021. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1913863>.

Кидин В. В. Агрохимия: учебник / В.В. Кидин, С.П. Торшин. – Москва: Проспект, 2022. – 608 с.

Лапушкин В.М. Система удобрения в лесном хозяйстве: учебное пособие / В.М. Лапушкин. – Москва : Проспект, 2021. – 144 с.

Муравин Э.А. Агрохимия / Э.А. Муравин, В.И. Титова. – Москва: КолосС, 2010. – 463 с.

Титова Г.Т. Сибирское плодоводство / Г.Т. Титова. – Новосибирск, 1993. – 352 с.

Тюльдюков В.А. Газоноведение и озеленение населенных территорий / В.А. Тюльдюков, И.В. Кобозев, Н.В. Парахин; под редакцией В.А. Тюльдюкова. – Москва: КолосС, 2002. – 264 с.

Ягодин Б. А. Агрохимия / Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 584 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271331>.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Классификация почв по степени кислотности

Класс почвы	Кислотность почвы	
	степень кислотности	pH _{KCl}
1	Очень сильно кислая	< 4,1
2	Сильно кислая	4,1 – 4,5
3	Среднекислая	4,6 – 5,0
4	Слабокислая	5,1 – 5,5
5	Близкая к нейтральной	5,6 – 6,0
6	Нейтральная	> 6,0

Отношение к реакции почвенного раствора древесных и кустарниковых растений

Оптимальный интервал pH _{KCl}	Растения
< 4,5	Голубика, брусника, клюква, черника, вереск
4,5 – 5,0	Пихта сибирская, бук лесной, рододендрон даурский
5,0 – 5,5	Ель обыкновенная, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, осина, рябина обыкновенная, крушина
5,5 – 6,0	Яблоня лесная, липа мелколистная, береза бородавчатая, береза пушистая, ясень обыкновенный, клен остролистный, дуб черешчатый, черемуха обыкновенная
6,0 – 6,5	Орех манчжурский, черемуха Маака, конский каштан обыкновенный
> 6,5	Роза, сирень обыкновенная, самшит, тис, чубушник

Требования различных сельскохозяйственных культур к реакции среды

Культура	Оптимальный интервал pH	Культура	Оптимальный интервал pH
Люцерна	7,2 – 8,0	Подсолнечник	6,0 – 6,8
Сахарная свекла	7,0 – 7,5	Хлопчатник	6,5 – 7,3
Конопля	6,7 – 7,4	Просо	5,5 – 7,5
Капуста	7,0 – 7,4	Рожь	5,0 – 7,7
Огурцы	6,4 – 7,5	Овес	5,0 – 7,5
Лук	6,4 – 7,5	Гречиха	4,7 – 7,5
Ячмень	6,0 – 7,5	Редис	5,0 – 7,3
Пшеница озимая	6,3 – 7,5	Морковь	5,6 – 7,0
Пшеница яровая	6,0 – 7,3	Томат	5,0 – 8,0
Кукуруза	6,0 – 7,5	Лен	5,5 – 6,5
Соя	6,5 – 7,5	Картофель	4,5 – 6,3
Горох	6,0 – 7,0	Чайный куст	4,0 – 5,0
Кормовые бобы	6,0 – 7,0	Люпин	4,6 – 6,0
Фасоль	6,4 – 7,1	Брюква	4,8 – 5,5
Клевер	6,0 – 7,0	Тимофеевка	4,5 – 7,6
Салат	6,0 – 7,0	Райграс	6,8 – 7,5
Чечевица	5,5 – 7,2	Костер	7,0 – 7,5

Доступность для растений элементов питания при различной реакции почвенного раствора

Элемент питания	рН		
	< 6	6,0 – 7,5	> 7,5
N	Снижается постепенно	Высокая	Возможно снижение
P	Быстро падает	Высокая	Быстро падает
K	Снижается	Высокая	Высокая
Ca, Mg	Снижается	Высокая	Высокая
Mn	Быстро повышается	Снижается	Быстро снижается
Fe, Al	Быстро повышается	Незначительно снижается	Незначительно снижается
B, Cu, Zn	Высокая	Незначительно снижается	Незначительно снижается
Mo	Сильно снижается	Быстро повышается	Быстро повышается

Валовое содержание и запас элементов питания в пахотном слое некоторых почв

Почва	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	%	т/га	%	т/га	%	т/га
Дерново-подзолистая песчаная	0,02 – 0,05	0,6 – 1,5	0,03 – 0,06	0,9 – 1,8	0,5 – 0,7	15 – 21
Суглинистая	0,05 – 0,13	1,5 – 4,0	0,04 – 0,12	1,2 – 3,6	1,5 – 2,5	45 – 75
Чернозем	0,20 – 0,50	6,0 – 15,0	0,10 – 0,30	3,0 – 9,0	2,0 – 2,5	60 – 75
Серозем	0,05 – 0,15	1,5 – 4,5	0,08 – 0,20	1,6 – 6,0	2,5 – 3,0	75 – 90

Группировка почв по содержанию гумуса, гидролизуемых форм азота и нитрификационной способности

Класс почвы	Содержание	Гумус, % (по Тюрину)	Легкогидролизуемый азот, мг/кг (по Тюрину и Кононовой)		Нитрифика- ционная способность, мг NO ₃ ⁻ /кг
			pH _{KCl} < 5	pH _{KCl} > 6	
1	очень низкое	< 2	< 40	< 30	< 5,0
2	низкое	2,1 – 4,0	41 – 50	31 – 40	5,1 – 8,0
3	среднее	4,1 – 6,0	51 – 70	41 - 50	8,1 – 15,0
4	повышенное	6,1 – 8,0	71 – 100	51 – 70	15,1 – 30,0
5	высокое	8,1 – 10,0	101 – 140	71 – 100	30,1 – 60
6	очень высокое	> 10	> 140	> 100	> 60

Шкала обеспеченности растений минеральными формами азота и потребности полевых культур в азотных удобрениях (по Гамзикову, 1981)

Обеспеченность растений азотом	Интервалы содержания азота, мг/кг			Потребность растений в удобрениях	Ориентиро- вочные дозы внесения азота, кг/га
	N-NO ₃ (0-20 см)	N-NO ₃ (0-40 см)	N-NO ₃ + N-NH ₄ (0-20 см)		
Очень низкая	<10	<5	<10	Очень сильная	60-90
Низкая	10-15	5-10	10-20	Сильная	45-60
Средняя	15-20	10-15	20-40	Средняя	30-45
Высокая	>20	>15	>40	Отсутствует	0

Группировка почв по содержанию подвижных форм фосфора

Класс почвы	Содержание	P ₂ O ₅ , мг/кг		
		по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину
1	Очень низкое	< 25	< 20	< 10
2	Низкое	26 – 50	21 – 50	11 – 15
3	Среднее	51 – 100	51 – 100	16 – 30
4	Повышенное	101 – 150	101 – 150	31 – 45
5	Высокое	151 – 250	151 – 200	46 – 60
6	Очень высокое	> 250	> 200	> 60

Группировка почв по содержанию подвижных форм калия

Класс почвы	Содержание	K ₂ O, мг/кг			
		по Масловой	по Кирсанову	по Чирикову	по Мачигину
1	Очень низкое	< 50	< 40	< 20	< 100
2	Низкое	51 – 100	41 – 80	21 – 40	101 – 200
3	Среднее	101 – 150	81 – 120	41 – 80	201 – 300
4	Повышенное	151 – 200	121 – 170	81 – 120	301 – 400
5	Высокое	201 – 300	171 – 250	121 – 180	401 – 600
6	Очень высокое	> 300	> 250	> 180	> 600

Примерный состав органических удобрений

Вид органического удобрения	Содержание, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Свежий навоз на соломенной подстилке			
крупного рогатого скота	0,50	0,25	0,60
конский	0,58	0,28	0,63
свиной	0,45	0,19	0,60
овечий	0,83	0,23	0,67
Торф верховой (влажность 60%)	0,35	0,03	0,03
Торф низинный (влажность 60%)	1,05	0,14	0,70
Бесподстилочный навоз	0,28 – 0,47	0,14 – 0,24	0,18 – 0,45
Навозная жижа	0,25 – 0,30	0,03 – 0,06	0,40 – 0,50
Птичий помет	0,60 – 2,20	0,50 – 1,80	0,90 – 1,10
Птичий помет сухой	4,00 – 6,00	2,00 – 3,00	2,00 – 2,50
Сапропель сухой	1,30 – 2,90	0,18 – 0,43	0,12 – 0,22
Солома	0,50	0,25	0,80
Люпин (зеленая масса)	0,45	0,10	0,17
Донник (зеленая масса)	0,77	0,05	0,19
Компосты			
Торф : навоз крупного рогатого скота (1 : 1)	0,45	0,20	0,40
Торф : навоз свиной (1 : 1)	0,60	0,20	0,20
Торф : птичий помет (1 : 5)	1,00	1,00	0,35

Приложение 11

Изменение химического состава навоза крупного рогатого скота при хранении

Степень разложения	Содержание, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Свежий	0,50	0,25	0,60
Полуперепревший	0,60	0,30	0,35
Перепревший	0,65	0,40	0,75
Перегной	0,75	0,50	0,85

Приложение 12

Агрохимическая характеристика различных типов торфа

Тип торфа	рН	Содержание, % на абсолютно сухое вещество				
		органи- ческое вещест во	зола	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Верховой	2,8 – 3,6	95 – 98	2 – 5	0,8 – 1,5	0,03 – 0,15	< 0,10
Переходный	3,6 – 4,8	92 – 95	5 – 8	1,2 – 2,5	0,10 – 0,30	0,10
Низинный	4,8 – 5,8	85 - 92	8 – 15	2,5 – 3,5	0,20 – 0,50	0,10 – 0,15

Приложение 13

Примерные коэффициенты последействия минеральных и органических удобрений в многолетних плодово-ягодных насаждениях, %

Год последействия	Минеральные удобрения			Органические удобрения			N _{пко}
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
1-й	20	15	20	10 – 15	10 – 15	10	25
2-й	10	10	15	10 – 15	10	10	15
3-й	5	5 – 8	10	5 – 10	10	5	5
4-й	0	5	5 – 8	0	0	0	0

Примечание: N_{пко} – азот пожнивно-корневых остатков

Диапазоны выноса азота, фосфора и калия для получения 1 т товарной продукции основных сельскохозяйственных культур

Культура	Продукция	Вынос, кг		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	Зерно	24 – 32	6 – 11	15 - 29
Озимая рожь	»	25 – 34	9 – 12	20 – 31
Яровая пшеница	»	27 – 39	9 – 12	12 – 25
Ячмень	»	21 - 33	7 - 12	17 - 31
Овес	»	23 – 32	8 – 13	21 - 37
Гречиха	»	27 – 44	14 – 21	47 – 67
Просо	»	24 – 34	7 – 10	16 – 45
Кукуруза	»	21 – 29	7 – 10	21 – 33
Кукуруза	Силос	2 – 5	1 – 2	3 – 6
Горох	Зерно	44 – 60	12 – 18	25 – 41
Сахарная свекла	Корнеплоды	4 – 5	1 – 2	4 – 10
Картофель	Клубни	4 – 8	1 – 3	6 – 11
Лен	Волокно	52 – 66	20 – 23	55 – 75
Подсолнечник	Зерно	40 – 51	16 – 22	92 – 108
Рапс масличный	»	65 - 75	14 – 18	80 – 90
Рапс яровой	Зеленая масса	4 – 5	3 – 4	11 – 12
Капуста	Кочаны	3 – 5	1 – 2	3 – 5
Огурец	Плоды	3 – 4	1 – 2	4 – 5
Томат	»	2 – 4	1 - 2	3 – 5
Морковь	Корнеплоды	3 - 4	1 - 2	4 – 5
Свекла столовая	»	4 – 5	1 - 2	6 – 7
Многолетние травы	Сено	15 - 31	4 – 6	17 – 28
Плодовые и ягодные культуры	Плоды и ягоды	4 – 6	2 – 4	5 – 7

Составители: Мармулев Алексей Николаевич
Митракова Анна Григорьевна

СИСТЕМА УДОБРЕНИЯ

Учебное пособие

Редактор Т.К. Коробкова