

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический
университет имени академика Д.Н. Прянишникова»

Л.А. Михайлова, М.Г. Субботина, М.А. Алёшин

**УДОБРЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР**

Учебное пособие

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский государственный аграрно-технологический университет
имени академика Д.Н. Прянишникова»

Л.А. Михайлова, М.Г. Субботина, М.А. Алёшин

**УДОБРЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА
МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР**

Учебное пособие

Пермь
ИТЦ «Прокрость»
2019

УДК 634.1:631.81.1
ББК 42.35:40.40
М496

Рецензенты:

В.И. Титова, доктор с.-х. наук, профессор, заведующая кафедрой агрохимии и агроэкологии (ФГБОУ ВО «Нижегородская ГСХА»);

С.Л. Елисеев, доктор с.-х. наук, профессор, заведующий кафедрой растениеводства (ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ).

М496 Михайлова, Л.А.

Удобрение и диагностика минерального питания плодово-ягодных культур: учебное пособие / Л.А. Михайлова, М.Г. Субботина, М.А. Алёшин ; Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д.Н. Прянишникова». – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2019. – 247 с. : ил. ; 21 см – библиогр. с 232–233.– 50 экз. – ISBN 978-5-94279-450-7. – Текст : непосредственный.

В учебном пособии рассмотрены особенности питания и удобрения основных плодово-ягодных культур. Рассмотрены факторы, влияющие на эффективность удобрений. Отдельным разделом представлена информация по проведению почвенной и растительной диагностики минерального питания. Описаны методы расчёта доз минеральных удобрений, приведены обоснованные дозы, сроки и способы применения удобрений под основные плодово-ягодные культуры с учётом их биологических особенностей, уровня планируемой урожайности и почвенных условий.

Учебное пособие предназначено для обучающихся высших учебных заведений направлений подготовки: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.04.04 Агрономия, 35.04.05 Садоводство, специалистов агропромышленного комплекса. Сведения и рекомендации по применению удобрений могут быть использованы в качестве практического руководства в Пермском крае, а также смежных областях и республиках, относящихся к Нечернозёмной зоне.

УДК 634.1:631.81.1
ББК 42.35:40.40

Утверждено в качестве учебного пособия методическим советом университета (протокол № 9 от 24.06.19.)

ISBN 978-5-94279-450-7

© ИПЦ «Прокрость», 2019
© Михайлова Л.А., 2019
© Субботина М.Г., 2019
© Алёшин М.А., 2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 5 |
| ГЛАВА 1. АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР..... | 16 |
| 1.1 Значение макроэлементов..... | 18 |
| 1.1.1 Азот..... | 19 |
| 1.1.2 Фосфор..... | 26 |
| 1.1.3 Калий..... | 29 |
| 1.1.4 Кальций..... | 33 |
| 1.1.5 Магний..... | 37 |
| 1.1.6 Железо..... | 39 |
| 1.2 Значение микроэлементов..... | 42 |
| 1.2.1 Бор..... | 43 |
| 1.2.2 Цинк..... | 45 |
| 1.2.3 Медь..... | 48 |
| 1.2.4 Марганец..... | 50 |
| 1.3 Потребность в питательных веществах, их поступление в различные периоды роста растений..... | 52 |
| 1.4 Влияние условий внешней среды на поглощение плодовыми и ягодными культурами питательных веществ..... | 56 |
| 1.4.1 Влияние влажности и температуры почвы..... | 56 |
| 1.4.2 Влияние реакции среды почвы..... | 57 |
| 1.5 Минеральное питание и качество урожая..... | 61 |
| ГЛАВА 2. ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР..... | 67 |
| 2.1 Почвенная диагностика питания растений..... | 71 |
| 2.2 Морфо-биометрическая и визуальная диагностика..... | 79 |
| 2.3 Химическая растительная диагностика..... | 97 |
| ГЛАВА 3. СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ..... | 113 |
| 3.1 Звенья системы применения удобрений..... | 114 |
| 3.1.1 Удобрение саженцев в плодовом питомнике..... | 114 |
| 3.1.2 Удобрение в ягодном питомнике..... | 115 |
| 3.1.3 Удобрение молодого сада..... | 125 |
| 3.1.4 Удобрение плодоносящего сада..... | 127 |
| 3.2. Особенности удобрения отдельных плодовых и ягодных культур..... | 131 |
| 3.2.1 Семечковые породы (яблоня, груша)..... | 131 |
| 3.2.2 Косточковые породы..... | 138 |
| 3.2.3 Ягодные кустарники и земляника..... | 149 |
| 3.3 Сроки, способы и глубина внесения удобрений..... | 201 |
| ГЛАВА 4. МЕТОДЫ РАСЧЕТА ДОЗ УДОБРЕНИЙ..... | 211 |
| 4.1 Балансовые методы расчета доз азота..... | 213 |
| 4.2 Комплексный метод расчета доз азота..... | 219 |
| 4.3 Метод расчета доз фосфора, калия, магния и микроэлементов..... | 222 |
| 4.4 Расчет доз минеральных удобрений по нормативам их затрат на получение заданного урожая..... | 224 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... | 227 |
| СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ..... | 229 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... | 232 |
| Приложение А. Признаки азотного голодания растений..... | 234 |
| Приложение Б. Признаки фосфорного голодания растений..... | 235 |
| Приложение В. Признаки калийного голодания растений..... | 236 |
| Приложение Г. Признаки кальциевого голодания растений..... | 237 |
| Приложение Д. Признаки магниевого голодания растений..... | 238 |
| Приложение Е. Признаки железного голодания растений..... | 239 |
| Приложение Ж. Признаки борного голодания растений..... | 241 |
| Приложение З. Признаки цинкового голодания растений..... | 242 |
| Приложение И. Признаки медного голодания растений..... | 242 |
| Приложение К. Признаки марганцевого голодания растений..... | 243 |
| Приложение Л. Разбрасыватели для внесения органических удобрений... | 244 |
| Приложение М. Разбрасыватели для внесения минеральных удобрений... | 245 |
| Приложение Н. Орудия для обработки почвы, внесения и заделки удобрений в приствольных кругах и междурядьях..... | 246 |

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях и опытный агроном, и начинающий садовод-любитель достаточно чётко понимают, что для успешной посадки и дальнейшего выращивания плодовых деревьев и ягодных кустарников на Урале необходимо довольно серьезно подойти к выбору видов и сортов. Производственные испытания, проведенные на опытных станциях и в питомниках Приволжского, Уральского и Сибирского ФО, позволяют в полном объёме отобрать из имеющегося сортимента культур плодовых деревьев и ягодных кустарников самые надежные для выращивания в условиях Пермского края.

В свою очередь, регулирование уровня продуктивности и получение высоких урожаев, наряду с наличием лимитирующих материальных ресурсов (сельскохозяйственные машины, удобрения, средства защиты растений и т.п.), невозможно без знания и соблюдения условий минерального питания возделываемых плодово-ягодных культур.

Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами контролирует многочисленные процессы обмена веществ и играет ключевую роль в формировании урожая и его качества. К настоящему времени накоплен значительный практический опыт, свидетельствующий о реальной возможности целенаправленного регулирования условий минерального питания растений для получения продукции заданного качественного состава.

Использование данного пособия, в рамках учебного процесса обучающимися агрономического профиля, разных направлений подготовки, позволяет ознакомить их с особенностями минерального питания плодово-ягодных культур. Наличие справочной информации характеризующей вынос элементов питания на единицу получаемой продукции, раз-

решает научно обосновать дозы внесения удобрений под основные древесные, кустарниковые и кустарничковые садовые культуры. Своевременная констатация и диагностирование признаков недостатка или токсического избытка элементов минерального питания позволяет грамотно структурировать имеющуюся информацию с учётом сопутствующих факторов, прогнозировать возможное развитие и рациональность последующего культивирования растений в рамках садовых посадок, облегчить разработку системы применения удобрений для древесных плодовых и кустарниковых ягодных культур, точнее использовать весь накопленный агрономический опыт в данном направлении.

Увязывание изложенного материала с теоретическими аспектами лекций, занятий семинарского типа, занятий, учебных и производственной практик, обеспечивает прочное усвоение всего комплекса знаний о физиологических функциях отдельных элементах питания и их рациональном сочетании, методах почвенной и растительной диагностики, входящей в состав комплексной диагностики питания, разработке системы удобрения и ухода за растениями в течение их продукционных процессов, а также формирует у обучающихся навыки и умения по наблюдению за состоянием растений, уходу и выращиванию.

Учебное пособие, разработано на основе обобщения результатов научных исследований отечественных и зарубежных авторов, учебных материалов, используемых при проведении лекционных и лабораторных занятий по направлениям подготовки 35.03.03 Агрехимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, 35.04.03 Агрехимия и агропочвоведение, 35.04.05 Садоводство и соответствует требованиям ФГОС ВО. Подбор разделов продиктован рабочими программами следующих дисциплин: система удоб-

рения, плодоводство и овощеводство, агрохимия, плодоводство, декоративное садоводство с основами ландшафтного проектирования, питомниководство, адаптивное садоводство, частное плодоводство, декоративное садоводство и создание садово-парковых ландшафтов, современные технологии в питомниководстве.

Целью изучения дисциплины «Система удобрения», обучающимися направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение является формирование системных представлений, теоретических знаний и мировоззрений, приобретение практических приёмов и навыков по научным основам, приёмам, методам и способам разработки, оценки, освоения и контроля за реализацией различных систем применения удобрений и мелиорантов любых агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, необходимых в профессиональной деятельности.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Система удобрения» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– способность обосновать рациональное применение, технологических приемов воспроизводства плодородия почв (ПК-5);

– способность к проведению растительной и почвенной диагностики, принятию мер по оптимизации минерального питания растений (ПК-8).

Целью изучения дисциплины «Плодоводство и овощеводство», обучающимися направления подготовки 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение является формирование теоретических знаний, практических умений и навыков по технологиям размножения и выращивания плодовых и овощных культур.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Плодоводство и овощеводство» будет способствовать формированию следующей компетенции – готовностью составить схемы севооборотов, системы обработки почвы и защиты растений, обосновать экологически безопасные технологии возделывания культур (ПК-6).

Целью изучения дисциплины «Агрохимия», обучающимися направления подготовки 35.03.04 Агрономия, является приобретение навыков по агрохимической оценке почв, регулированию почвенного плодородия и разработке обоснованных систем применения удобрений под сельскохозяйственные культуры для различных хозяйственных условий.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Агрохимия» будет способствовать формированию следующих компетенций:

- способность к лабораторному анализу почв, растений и продукции растениеводства (ПК-3);

- способность рассчитать дозы органических и минеральных удобрений на планируемый урожай, определить способ и технологию их внесения под сельскохозяйственные культуры (ПК-14).

Целью изучения дисциплины «Плодоовощеводство», обучающимися направления подготовки 35.03.04 Агрономия, является получение сведений о биологии плодовых, ягодных, овощных культур технологиям производства плодов и ягод; агротехнике овощей в условиях открытого и защищённого грунта.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Плодоовощеводство» будет способствовать формированию следующих компетенций:

- способность распознавать по морфологическим при-

знакам наиболее распространенные в регионах дикорастущие растения и сельскохозяйственные культуры, оценивать их физиологическое состояние, адаптационный потенциал и определять факторы улучшения роста, развития и качества продукции (ОПК-4);

– способность обосновать подбор сортов сельскохозяйственных культур для конкретных условий региона и уровня интенсификации земледелия, подготовить семена к посеву (ПК-12);

– готовность обосновать технологии посева с.-х. культур и ухода за ними (ПК-17);

– способность обосновать способ уборки урожая сельскохозяйственных культур, первичной обработки растениеводческой продукции и закладки ее на хранение (ПК-19).

Целью изучения дисциплины «Плодоводство», обучающимися направления подготовки 35.03.05 Садоводство, является наличие прочных знаний по биологии плодовых, ягодных и орехоплодных культур, их требований к условиям произрастания и современным технологиям производства, плодов и ягод в условиях различных форм собственности.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Плодоводство» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– готовность к оценке пригодности агроландшафтов для возделывания плодовых, овощных культур и винограда (ОПК-5);

– способность распознавать по морфологическим признакам рода, виды и сорта овощных, плодовых, лекарственных, эфиромасличных и декоративных культур (ОПК-7);

– способность к реализации технологий производства плодовых, овощных, лекарственных, эфиромасличных и деко-

ративных культур в открытом и защищенном грунте (ПК-3);

– способностью обосновывать и использовать севообороты, системы содержания почвы в садоводстве, применять средства защиты от сорной растительности в насаждениях и посевах садовых культур (ПК-9).

Целью изучения дисциплины «Декоративное садоводство с основами ландшафтного дизайна», обучающимися направления подготовки 35.03.05 Садоводство, является разработка и реализация современных технологий выращивания декоративных культур в различных ландшафтах; разработка ландшафтных проектов с применением имеющегося многообразия древесно-кустарниковых и травянисто-цветочных растений.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Декоративное садоводство с основами ландшафтного дизайна» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– способность пользоваться чертежными и художественными инструментами и материалами, способностью к построению, оформлению и чтению чертежей, к конструктивному рисованию природных форм и элементов ландшафта, составлению ландшафтных композиций (ОПК-3);

– способность распознавать по морфологическим признакам рода, виды и сорта овощных, плодовых, лекарственных, эфиромасличных и декоративных культур (ОПК-7);

– способность к применению технологий выращивания посадочного материала декоративных культур, проектированию, созданию и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры (ПК-6);

– готовность к реализации применения экологически безопасных и энерго- и ресурсосберегающих технологий

производства качественной, конкурентоспособной продукции садоводства, создания и эксплуатации объектов ландшафтной архитектуры (ПК-11).

Целью изучения дисциплины «Питомниководство», обучающимися направления подготовки 35.03.05 Садоводство, является получение прочных знаний о биологических основах размножения садовых растений, организации питомника плодовых, ягодных, декоративных культур, технологиях производства посадочного материала садовых растений.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Питомниководство» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– готовностью к применению технологий выращивания посадочного материала садовых культур (ПК-4);

– готовностью к выполнению работ в питомниках садовых культур (ПК-12).

Целью изучения дисциплины «Микроэлементы и стимуляторы роста в растениеводстве», обучающимися направления подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, является обучение самостоятельной научно-исследовательской деятельности по формированию более глубоких теоретических и методологических знаний о значении микроэлементов и стимуляторов роста в жизни растений, плодородии почв и сельскохозяйственном производстве; по оценке обеспеченности растений микроэлементами и эффективности стимуляторов роста.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Микроэлементы и стимуляторы роста в растениеводстве» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– способность понимать сущность современных про-

блем агропочвоведения, агрохимии и экологии, современных технологий воспроизводства плодородия почв, научно-технологическую политику в области экологически безопасной сельскохозяйственной продукции (ОПК-3);

– готовность применять разнообразные методологические подходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур (ПК-6).

Целью изучения дисциплины «Управление качеством и безопасностью сельскохозяйственных объектов» обучающимися направления подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, является приобретение основ знаний по эффективному управлению качеством и безопасностью сельскохозяйственных объектов, выработать с помощью ситуаций необходимые умения и навыки использования их в сельскохозяйственном производстве.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Управление качеством и безопасностью сельскохозяйственных объектов» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-2);

– способность понимать сущность современных проблем агропочвоведения, агрохимии и экологии, современных технологий воспроизводства плодородия почв, научно-технологическую политику в области экологически безопасной сельскохозяйственной продукции (ОПК-3);

– готовность использовать современные достижения науки и передовых технологий в инновационных проектах (ПК-4);

– способность обосновать оптимальный способ использования земли, средств химизации и механизации для получения наибольшей экономической и экологической эффективности (ПК-8).

Целью изучения дисциплины «Адаптивное садоводство», обучающимися направления подготовки 35.04.05 Садоводство, является выработка умения закладывать сады в нестабильных условиях внешней среды, недостатка трудовых и финансовых ресурсов.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Адаптивное садоводство» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– готовность применять разнообразные методологические подходы к моделированию и проектированию садово-парковых объектов, сортов садовых культур, приемов и технологий производства продукции садоводства (ПК-1);

– владение инструментальными методами в садоводстве и готовность использовать их при проектировании технологий выращивания садовых культур, в селекции и защите растений от вредных организмов, при хранении и переработке продукции (ПК-2);

– способность использовать инновационные процессы в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации экологически безопасных и экономически эффективных технологий производства продукции садоводства и воспроизводства плодородия почв различных агроландшафтов (ПК-3);

– способность организовать производство семян и поса-

дочного материала садовых культур на основе последних достижений сельскохозяйственной науки (ПК-4);

– способность адаптировать современные технологии хранения и переработки продукции садоводства к различным условиям производства (ПК-5).

Целью изучения дисциплины «Частное плодоводство», обучающимися направления подготовки 35.04.05 Садоводство, является приобретение прочных знаний по биологии плодовых, ягодных и орехоплодных культур, их сортовому составу и современным научным разработкам по биологии и агротехнике.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Частное плодоводство» будет способствовать формированию следующей компетенции – способность организовать производство семян и посадочного материала садовых культур на основе последних достижений сельскохозяйственной науки (ПК-4).

Целью изучения дисциплины «Декоративное садоводство и создание садово-парковых ландшафтов», обучающимися направления подготовки 35.04.05 Садоводство, является приобретение прочных знаний по биологии плодовых, ягодных и орехоплодных культур, их сортовому составу и современным научным разработкам по биологии и агротехнике.

Использование учебного пособия при изучении дисциплины «Декоративное садоводство и создание садово-парковых ландшафтов» будет способствовать формированию следующих компетенций:

– готовность применять разнообразные методологические подходы к моделированию и проектированию садово-парковых объектов, сортов садовых культур, приемов и технологий производства продукции садоводства (ПК-1);

– способность использовать инновационные процессы в агропромышленном комплексе при проектировании и реализации экологически безопасных и экономически эффективных технологий производства продукции садоводства и воспроизводства плодородия почв различных агроландшафтов (ПК-3).

Использование учебного пособия при подготовке обучающихся, будет способствовать совершенствованию качества подготовки бакалавров и магистров в области выращивания плодово-ягодных садовых культур.

ГЛАВА 1. АГРОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ И ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЯ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Генеральная линия системы применения удобрений многолетних плодовых и ягодных насаждений – оптимизация вегетативного роста и генеративного развития растений с учётом целого комплекса факторов, которые должны быть умело приспособлены к конкретным условиям места расположения сада.

Питательные вещества в растительном организме образуются в результате взаимодействия свойственного растениям генотипического обменного потенциала, факторов внешней среды, определяемых климатом и режимом питания, который обусловлен данными почвами. Влияние элементов минерального питания или даже только одного из них на биосинтез вещества нельзя рассматривать изолированно, вне связи с другими внешними и внутренними факторами. Именно поэтому, несмотря на большое количество исследований, до самого последнего времени не удалось описать во всех деталях характер влияния элементов минерального питания на рост и развитие плодовых растений.

Особенности обмена веществ отдельных плодовых и ягодных культур сказываются и в их своеобразном химическом составе: различные растения на одной и той же почве имеют разный состав. Однако и свойства почвы накладывают определённый отпечаток на состав растений; при этом наблюдается такая закономерность: содержание питательных элементов в плодах и семенах колеблется сравнительно слабо в связи с особенностями почв; состав листьев и стеблей в большей мере отражает условия питания

растений на данной почве; ещё большая связь существует между концентрацией ионов в почвенном растворе и в корнях растений. На данной особенности построен метод химического анализа растительного материала – листовой метод диагностики, для выяснения обеспеченности растений питательными веществами. Более подробная информация по методам диагностики минерального питания плодовых и ягодных садовых культур представлена во 2-ой главе данного пособия.

Способность почвы садового участка снабжать растения нужными им питательными веществами в большей мере определяет плодородие почвы, а следовательно, и морфо-биометрические параметры развития, уровень продуктивности большинства сельскохозяйственных и, в особенности, плодово-ягодных культур. Одной из ведущих задач питания растений и данного учебного пособия является подробное изложение вопроса о том, как растения обеспечиваются питательными веществами в тех или иных почвенных условиях.

Для получения высокого урожая и при этом хорошего качества необходимо бесперебойное снабжение всеми элементами питания и водой во все ответственные периоды вегетации культуры. В случае их недостатка необходимо внесение удобрений или мобилизация почвенного плодородия путём соответствующих агротехнических мероприятий. Изучение условий доступности растениям питательных веществ почвы позволяет правильно выбрать нужные приёмы с учётом свойств почвы и особенностей культуры.

Причиной противоречивых экспериментальных данных по отзывчивости плодовых деревьев и ягодных кустарников на различный уровень минерального питания, является тот факт, что данная группа сельскохозяйственных культур —

многолетние растения, которые отзываются на подобные изменения совсем иначе, чем однолетние. У многолетних плодовых деревьев и ягодных кустарников, вегетативный рост чаще является функцией экологических факторов, чем действием, которого мы ожидаем от удобрений [5].

Учет влияния внешних факторов на минеральное питание позволяет более правильно и обоснованно разрабатывать систему питания плодовых и ягодных культур, дает возможность глубже понять роль отдельных элементов в жизни многолетнего растения.

1.1 Значение макроэлементов

При всём своеобразии питания отдельных представителей плодовых и ягодных культур их количественная потребность в питательных элементах имеет много общего, как об этом можно судить на основании химического анализа растений (табл. 1).

Таблица 1

Содержание макроэлементов в плодово-ягодных растениях

| Культура | Части растений и фаза развития | В % (г/100 г сухого вещества) | | | | | |
|------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|------|------|-------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO | FeO |
| Яблоня | листья в конце июля | 2,05 | 0,18 | 1,40 | 1,33 | 0,22 | 0,006 |
| | плоды во время уборки | 0,40 | 0,20 | 1,20 | 0,19 | 0,05 | - |
| | листья во время уборки | 2,30 | 0,45 | 1,60 | 1,36 | 0,27 | 0,004 |
| Груша | плоды во время уборки | 0,41 | 0,25 | 1,10 | 0,35 | 0,16 | - |
| | листья во время уборки | 2,25 | 0,32 | 1,50 | 0,22 | 0,11 | 0,002 |
| Вишня | плоды во время уборки | 1,10 | 0,45 | 1,53 | 1,29 | 0,16 | 0,009 |
| | листья во время уборки | 2,00 | 0,41 | 1,72 | 0,26 | 0,28 | 0,005 |
| Слива | плоды во время уборки | 0,70 | 0,30 | 1,41 | 0,19 | 0,28 | 0,004 |
| | листья во время уборки | 3,00 | 0,60 | 4,00 | 0,49 | 0,12 | 0,008 |
| Черная смородина | плоды во время уборки | 1,64 | 0,55 | 4,73 | 0,11 | 0,10 | - |
| | листья во время уборки | 2,80 | 1,10 | 0,80 | 0,14 | 0,32 | - |
| Крыжовник | плоды во время сбора | 0,74 | 0,64 | 2,56 | 0,16 | 0,25 | - |
| | листья во время сбора | 2,50 | 0,75 | 2,00 | 0,33 | 0,30 | - |
| Земляника | листья во время цветения | 2,40 | 0,30 | 0,70 | 0,90 | 0,40 | 0,016 |
| | плоды во время уборки | 1,40 | 0,69 | 2,72 | 0,34 | 0,59 | 0,007 |
| | листья во время уборки | 2,63 | 0,63 | 2,68 | 0,96 | 0,51 | 0,018 |

Наиболее высока потребность растений в азоте, процент которого выше, чем всех других элементов (исключение составляет лишь калий, процентное содержание которого в отдельных случаях выше азота). Особенно большой процент азота содержится в молодых растениях. Калий и фосфор обычно занимают второе и третье места. Также в относительно больших количествах содержатся в растениях Са и Mg, в наименьших Fe, занимающее последнее место в группе макроэлементов по содержанию в растениях. Остальные элементы принадлежат к микроэлементам: в сухом веществе растений они представлены в миллиграммах на один килограмм.

1.1.1 Азот

Азот – один из основных элементов питания, выполняющий фундаментальную роль в процессах фотосинтеза и вегетативного роста всех без исключения плодовых и ягодных садовых культур. В среднем его содержится 1-3% от массы сухого вещества растений.

Азот – обязательный компонент хлорофилла, без которого немислим процесс фотосинтеза. Этот элемент положительно влияет на размеры и ультраструктуру хлоропластов, увеличивая количество гран; повышает содержание белков – переносчиков электронтранспортной цепи фотосинтеза, увеличивает интенсивность фотосинтеза и коэффициент полезного действия фотосинтетически активной радиации.

Исследованиями Чилдерса и Гауэрта (1930) [41] с яблоней было показано доминирующее влияние азота на продуктивность фотосинтеза: при полном удобрении – 100%; при недостатке Р – 98%; при недостатке К – 93%; при недостатке Р и К – 91%; при недостатке N – 37%.

Азот входит в состав всех простых и сложных белков, которые являются главной составной частью протоплазмы и

компонентом любой мембраны – универсальной структурной единицы растительных клеток.

Белковая молекула образуется в результате синтеза аминокислот, которые, в свою очередь, возникают при взаимодействии восстановленной формы азота (аммиака) с кетогруппой органических кислот (аминирование). Для синтеза белков необходимо: чтобы аминокислота располагала химической энергией (АТФ); наличие нуклеиновых кислот (РНК, ДНК), которые выступают в качестве своеобразной матрицы.

Азот также находится в составе нуклеиновых кислот (рибонуклеиновая – РНК и дезоксирибонуклеиновая – ДНК), являющихся носителями наследственных свойств растительного организма.

Азот служит строительным материалом органелл клетки. Азот – составная часть ростовых веществ, фосфатидов, алкалоидов и витаминов, а также многих других органических веществ растительных клеток. Наконец, этот элемент входит в состав ферментов – биологических катализаторов, под влиянием которых происходят все без исключения физиолого-биохимические процессы в растительном организме.

Процесс восстановления нитратов, протекающий в растении благодаря окислению углеводов, идет через ряд промежуточных соединений и катализируется несколькими ферментами. Для фермента, участвующего в восстановлении нитратов до нитритов, необходим молибден; для превращения нитрита в гидроксилламин – медь или железо, а для перехода последнего в аммиак – марганец. Целый перечень элементов указывает на важность каждого из них и сбалансированности питания в целом.

В почвах наблюдается значительная концентрация этого элемента – в среднем 0,1%. Формы азотных соединений в

почве очень разнообразны. Экспериментально установлена доступность для растений в качестве источника азотного питания ряда аминокислот (глутаминовая, аспарагиновая, аргинин и др.). Непосредственно доступны для растений минеральные формы азотных соединений: аммиак, нитраты и нитриты. Содержание последних в почве, как промежуточного продукта, обычно ничтожно и потому практически не имеет значения для питания растений в почвенных условиях [2].

Азот для растений является лимитирующим элементом. В метаболизме он постоянно обновляется в составе конституционных и запасных веществ. При недостаточном снабжении растений азотом они плохо растут и развиваются, ослабляется образование боковых побегов, уменьшается площадь листьев, интенсивность наступления фаз развития увеличивается, растения «торопятся» зацвести и дать урожай в ущерб количеству и качеству. Одновременно при этом уменьшается масса корней, но соотношение корней и надземной части при этом может несколько возрасти.

При недостатке азота накапливаются углеводы, которые не могут быть использованы для синтеза аминокислот и других азотных соединений. Синтез структурных – сложных и ферментных – белков затормаживается или вовсе приостанавливается, как это имеет место, когда в почве находится слишком мало азота в подвижном состоянии. Растения начинают слабее использовать световую энергию, раньше наступает световое насыщение. Возрастает интенсивность дыхания и энергетические затраты на поддержание структуры протоплазмы, но уменьшаются выработка аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). У растений, испытывающих дефицит азота, увеличивается интенсивность транспирации, так как в клетках уменьшается количество связывающих воду белков.

Многие древесные многолетние культуры удовлетворяют свои потребности в азоте в самом начале роста листьев и стебля весной в основном путем мобилизации и последующего использования запасов белка, отложенных на зиму в коре.

Запасные белки тканей коры, которые поддерживают весенний рост древесных многолетних культур, откладываются летом и осенью предшествующего года. Благодаря чему бытует мнение, что наибольшее стимулирующее действие азота проявляется, когда азотные удобрения вносятся в саду в июне - июле. Однако, это совершенно не согласуется с ходом процесса минерализации органических соединений почвы. Ход трансформационных процессов азота в почве и его круговорота в садовом агроценозе указывает на то, что повышенная потребность в азоте во время цветения, образования листьев, начала формирования плодов и закладки цветочных почек, будущего урожая, в основном обеспечивается за счет минерализованного азота почвы.

Кроме этого, источником азотистых веществ для биосинтеза запасного белка может быть и мобилизация аминокислот при гидролизе белка в тканях стареющих листьев осенью. Таким образом, азот, запасаемый древесными многолетними садовыми культурами осенью и зимой, используется на ростовые процессы весной следующего года.

Исследованиями М. Готье (1970) показано, что из общего количества поглощенного деревьями азота 50% расходуеться на формирование листового аппарата рано весной, 30-35% потребляется корой, древесиной и корнями и лишь 15-20% идет на образование плодов (рис. 1) [41].

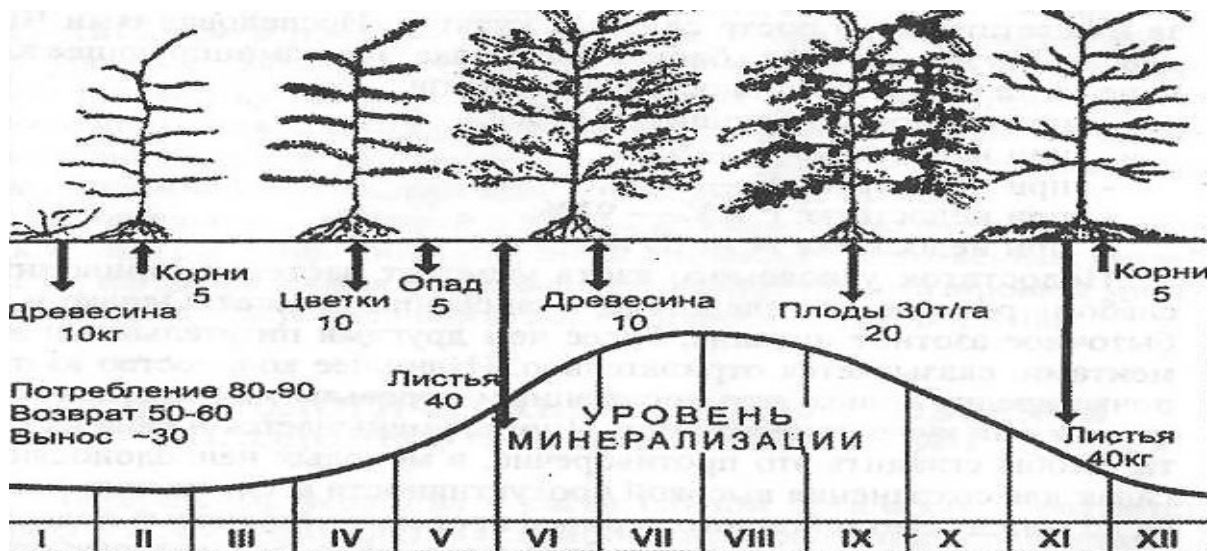


Рисунок 1. Круговорот и баланс азота (кг) в садовом агроценозе яблоневого сада по Н. Dietz [41]

В северо-западной части Нечерноземной зоны плодовые и ягодные растения чаще всего испытывают недостаток азота в фазу цветения и формирования листьев, из-за слабой минерализации азота почвы, в результате длительно сохраняющейся пониженной температуры. В результате чего, ранневесеннее, а на суглинистых почвах и позднееосеннее (в предшествующем году) внесение азотных удобрений в плодоносящих садах устраняет дефицит азота. Это способствует не только росту побегов и образованию листьев, но и уменьшению опадения завязей.

По мнению А.К. Кондакова (2008) при летнем и (или) осеннем внесении азота образование зачаточных цветков и их дифференциация начинается с конца июля и продолжается до зимы, и даже весны с последующим образованием хорошо развитых цветков. Их семяпочки оказываются способными к оплодотворению ещё несколько дней после цветения. Хорошо сформировавшиеся цветки и длительный период оплодотворения создают предпосылки для лучшего завязывания плодов.

Однако ранневесенняя азотная корневая подкормка не сказывается на росте и формировании ассимиляционного ап-

парата дерева, если прошедшей осенью накопились значительные запасы питательных веществ в коре, древесине и корнях. Излишнее внесение азотных удобрений весной отрицательно действует на рост скелетных и полускелетных ветвей корня, а также подвоя. Осеннее же избыточное внесение азота, в первую очередь, отражается положительно на приросте сухого вещества корней и никак не влияет на рост листьев и побегов, а зима с частыми холодами лишь может усилить подмерзание кроны деревьев. Чтобы сгладить это противоречие, в молодых неплодоносящих садах для сохранения высокой продуктивной ассимиляции листьев, проводят некорневые подкормки раствором мочевины, которые оптимизируют питание растений азотом, усиливают рост листьев, делая их центрами мобилизации ассимилянтов. В небольшой дозе, мочевина вызывает определенный ростовой импульс молодых деревьев и кустарников, что дает возможность ускорить начало плодоношения деревьев.

Действие азотных удобрений во многом определяется водным режимом почвы, с увеличением дозы удобрений, особенно азота, при недостаточной влажности наблюдается торможение вегетативной деятельности дерева, а также заметное снижение интенсивности цветения. При высокой обеспеченности влагой, напротив, оптимизация азотного питания способствовала повышению завязывания плодов за счет ослабления осыпания цветков, распускающихся позднее. В засушливые годы рост стимулируется в большей мере у неплодоносящих деревьев, чем у плодоносящих. Влияние азотных удобрений на вегетативный рост плодовых деревьев и в какой-то мере ягодных кустарников, часто становится больше функцией экологических факторов (температурный, водный режимы и др.).

Количество завязавшихся плодов зависит во многом от срока внесения азота. В опытах Хилла-Коттингэма и Уильямса [5] были получены следующие результаты (табл.2).

Эти данные подтверждают, что накопившиеся запасные вещества, благодаря сравнительно позднему внесению удобрений, являются важной предпосылкой обильного завязывания плодов на следующий год.

Таблица 2

Влияние сроков внесения азота на число завязавшихся плодов

| Варианты опыта | Число завязавшихся плодов к числу цветочных почек, % |
|----------------|------------------------------------------------------|
| Без N | 1,0 |
| N весной | 0,15 |
| N летом | 3,4 |
| N осенью | 24,4 |

Активизация роста корней, обусловленная своевременным внесением азота, и отложение запасных веществ в корнях, положительно влияют на плодоношение. Напротив, чрезмерно высокие дозы азота в молодых неплодоносящих садах приводят к усиленному росту дерева или кустарника, удлиняя срок вступления насаждений в фазу плодоношения.

Целенаправленное обеспечение растений азотом, с учетом фактической потребности в нем и отмеченных закономерностей, по физиологическому влиянию азотных удобрений на рост и развитие многолетних растений дает возможность избежать отрицательных последствий для генеративного развития. В то же время дробное внесение высоких доз N (более 80-100 кг/га) снижает чрезмерный вегетативный рост в плодоносящем насаждении, создавая предпосылки роста генеративного и увеличения урожая.

Для более эффективного использования азотных удобрений необходим учет запасов минерального азота в слое почвы 0-60 см, а также контроль азотного питания путем

анализа листьев, как летом, так и весной будущего года позволяет с большим основанием спрогнозировать проведение подкормок и более правильно рассчитать дозу N. Таким образом, можно сделать важный в практическом отношении вывод: установление точных сроков внесения азотных удобрений в садовых агроценозах является сложной задачей.

1.1.2 Фосфор

Фосфор так же, как и азот, относится к наиболее дефицитным элементам. Содержание этого элемента в растениях колеблется в пределах от 0,2 до 1,3% от массы сухого вещества.

Фосфор поглощается корнями в виде окисленных соединений, главным образом остатка ортофосфорной кислоты – H_2PO_4^- и HPO_4^{2-} . Ион PO_4^{3-} не имеет практического значения в питании растений, т.к. при величине рН, при которой развивается корневая система, его почти нет в почвенном растворе. Среди солей ортофосфорной кислоты на первом месте стоят кальций-фосфаты, затем калий-фосфаты и магний-фосфаты. Кроме того, растения могут использовать и органические фосфаты – сахарофосфаты, фитин. Но доступность растениям этих соединений невелика и зависит от скорости их гидролиза в почве до поступления в растение.

Фосфор в растительном организме выполняет важнейшие метаболические функции (фотосинтез, образование углеводов, синтез белков, энергетический обмен), служащие предпосылкой для закладки генеративных органов и завязывания плодов у садовых культур.

Фосфатиды контролируют проникновение и обмен веществ в клетках. Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) принимает участие в переносе, накоплении и трансформации химической энергии, необходимой для метаболических пре-

вращений. Нуклеопротеиды участвуют в построении клеточных ядер, реализации и передаче генетической информации. Входя в состав витаминов, гормонов и коферментов (НАД, НАДФ, ФАД, КоА), фосфорные соединения выступают в качестве регулятора интенсивности биохимических процессов в растениях. Большая часть фосфора находится в репродуктивных органах и молодых интенсивно растущих частях растений. Фосфор ускоряет формирование корневой системы растений, она сильнее ветвится и глубже проникает в почву. Основное количество фосфора растения потребляют в первые фазы роста и развития, создавая его определенные запасы. В дальнейшем он легко реутилизируется. Хорошая обеспеченность растений фосфором способствует более экономному расходованию ими воды и повышению засухоустойчивости. Этот элемент также повышает устойчивость растений к болезням и вредителям. Оптимальное питание растений фосфором стимулирует процессы оплодотворения растений, повышает урожай и его качество[37].

Содержание фосфора в почвах колеблется в сравнительно узких пределах – 0,1-0,25%. В отличие от азота, которым отдельные почвенные типы (как, например, черноземы) очень богаты, почв, богатых фосфором, в природе практически нет. Кроме того, для фосфора не существует естественных путей возобновления почвенных запасов. Исключением является то, что верхние слои почвы несколько обогащаются фосфором за счет нижних слоев, из которых глубоко идущая корневая система некоторых растений (прежде всего плодовых деревьев) извлекает фосфор, перенося его кверху и обогащая им верхние слои почвы (биологическая аккумуляция), но это процесс

медленный, и темпы его не соответствуют темпам отчуждения фосфора из почв урожаями.

Особенно важным обстоятельством, затрудняющим питание растений фосфором в почвенных условиях, является малая растворимость, малая подвижность, трудная доступность растениям фосфорных соединений почвы. В связи с этим применение фосфорных удобрений служит приемом, целесообразным для большинства почв и для большинства культур. Однако внесенные в почву растворимые фосфорные удобрения более или менее быстро претерпевают изменения, соответствующие физико-химическим и биологическим особенностям данной почвы, и в результате приближаются по своей доступности растениям к почвенным фосфатам [2].

Недостаток фосфора в листьях плодовых культур чаще всего указывает на неблагоприятные условия увлажнения почвы, её плохую структуру и слабую микробиологическую деятельность. Кроме того, низкое содержание фосфора в листьях часто является следствием высокой обеспеченности деревьев азотом. При недостатке фосфора задерживается рост надземных органов и формирование плодов, т.к. нарушается дыхание и фотосинтез, уменьшается поглощение растениями азота. В результате снижается синтез аминокислот и белков, что вызывает торможение роста.

Уменьшение количества кетокислот тормозит темновое поглощение диоксида углерода корнями. Недостаток фосфора снижает интенсивность фотосинтеза сильнее, чем недостаток других элементов минерального питания. При недостатке фосфора наблюдается аномальный круговорот сахаров в растении: возникающие в процессе фотосинтеза углеводы сначала транспортируются в корень, а потом возвращаются об-

ратно в лист, т.к. без фосфора в корнях не происходит гликолиз.

Обычно положительное влияние фосфора становится очевидным при его резком недостатке в почве и внесении навоза в небольших дозах. В целом дефицит фосфора в плодоносящих садах, особенно при допосадочном глубоком внесении фосфорных удобрений и навоза, явление редкое. Это обусловлено двумя факторами, первый – незначительный вынос фосфора с урожаем (около 10 кг P_2O_5 в год), так что допосадочное глубокое внесение 250-300 кг P_2O_5 /га обеспечивает деревья фосфором долгие годы. И второй фактор – повышенная усвояющая способность фосфат-ионов корнями благодаря наличию симбиотических микроорганизмов с высокой фосфатазной активностью. Эффект грибной микоризы может достигать до 100 кг P_2O_5 /га.

1.1.3 Калий

Калий является столь же незаменимым элементов в жизни растений, как азот и фосфор, причем из всех катионов калий необходим растениям в наибольшем количестве. Содержание этого элемента в растениях колеблется в пределах 0,5-5% сухой массы. Калий поглощается корнями в форме катиона K^+ и остается в растении как свободный заряженный ион, образуя лишь слабые связи с протоплазмой.

Калий в растительном организме выполняет многочисленные функции, хотя и не входит в состав соединений клетки. Калий, воздействуя на важнейшие биологические процессы, в клетках растений:

- а) повышает фотосинтетическую активность, ускоряя отток ассимилянтов из листьев в плоды и ягоды;
- б) активизирует функционирование более 60 ферментов и ферментных систем;

в) усиливает образование целлюлозы и пектиновых веществ, что увеличивает толщину клеточных стенок, повышая прочность тканей;

г) повышает зимостойкость и засухоустойчивость растений;

д) улучшает сохранность продукции и товарные качества плодов;

е) повышает иммунитет к болезням и вредителям.

Калий играет в клетке регуляторную роль, изменяя конформацию белковых молекул в мембране и белков-ферментов. Он служит основным противоионом для нейтрализации отрицательных зарядов неорганических и органических анионов

Именно присутствие калия в значительной степени определяет коллоидно-химические свойства цитоплазмы, что существенно влияет на все физиолого-биохимические процессы, происходящие в клетке.

Устьица открываются и закрываются при изменении тургора, вызванного интенсивным транспортом ионов калия между замыкающими клетками устьиц и примыкающими к ним клетками эпидермиса. Когда устьица открыты, замыкающие клетки содержат больше ионов калия.

Величина корневого давления и осмотического потенциала ксилемного сока зависят от концентрации ионов калия. Следовательно, для поступления воды растению нужно поглотить значительное количество калия.

Калий необходим для включения фосфора в органические соединения, реакций переноса фосфорных групп, синтеза белков и полисахаридов.

Источником калия для растений являются, прежде всего, водорастворимые и обменно-поглощенные формы элемента.

Недостаток для растений калия в почвах встречается реже, чем недостаток азота и фосфора. Валовое содержание калия в дерново-подзолистых, серых лесных и чернозёмных разностях составляет соответственно 1,0...1,90, 2,30...2,90 и 1,83...2,34%. Очень бедны калием торфяные почвы, где содержание K_2O часто не превышает 0,10-0,15%. Доступность поглощённого калия зависит от степени насыщенности им почв: чем выше степень насыщенности, тем в большей мере калий усваивается растениями. Калий присутствует в почве в больших количествах, однако, получение высоких урожаев невозможно без дополнительного внесения калийных удобрений.

В растительных клетках калий высоко подвижен и легко реутилизируется. В растениях этот элемент в основном сосредоточен в растущих молодых тканях, характеризующихся высоким уровнем обмена веществ: меристемах, камбии, молодых листьях, побегах, почках. Передвижению калия из старых листьев в молодые способствует натрий, который может замещать его в тканях растений, завершивших свой рост.

Однако, исследователи очень часто сталкиваются с полным отсутствием положительного влияния калийных удобрений на завязывание, урожайность и лёжкость плодов. Развитие горькой ямчатости – одно из основных проявлений, связанное с избыточным калийным питанием, и от которого, во многом зависит обеспеченности плодов кальцием. Если количество CaO в листьях превышает 3,9%, а отношение $K_2O : CaO$ меньше 0,8, горькая ямчатость не проявляется или бывает незначительной.

Для её предотвращения применяют соли кальция $CaCl_2$, $Ca(NO_3)_2$, концентрации 0,5-0,8%, добавляя к рабочим растворам пестицидов, при 5-8-кратных защитных опрыскиваниях, которые проводят в яблоневых садах после июньского

опадения завязей. На транспорт кальция из листьев в плоды и подавление горькой ямчатости влияет одновременное применение микроудобрений, содержащих бор и цинк.

Сложность оптимизации калийного питания садовых культур, очень часто обусловлена несбалансированностью питательных элементов в рационе растений, а также антагонизмом K^+ к Ca^{2+} и Mg^{2+} . При дефиците калия может возникнуть избыток азота. Это приводит к недостаточному образованию углеводов, ухудшению качества и лёжкости плодов, уменьшению их размеров.

При недостатке калия резко снижается содержание макроэргических соединений, подавляется синтез сахарозы и ее транспорт по флоэме, замедляется синтез белка. Последнее приводит к торможению роста побегов и к накоплению аммиачного азота в листьях, что может быть причиной аммиачного отравления. При дефиците калия снижается функционирование камбия, нарушаются процессы деления и растяжения клеток, а также развития сосудистых тканей и уменьшается толщина клеточных оболочек у эпидермиса. Недостаток калия снижает интенсивность фотосинтеза из-за уменьшения скорости оттока ассимилятов из листьев. При исключении калия из питательной смеси в хлоропластах не образуются тилакоиды, приостанавливается рост растений, и они погибают.

Характерно, что в период массового плодоношения существенно возрастает вынос калия с урожаем плодов и ягод. В этот период плодовые и особенно ягодные кустарники на формирование урожая затрачивают в 2-3 раза больше калия по сравнению с фосфором и в 1,4-1,8 раза больше, чем азота. Однако диапазон выноса калия с урожаем у разных плодовых и ягодных культур довольно широк. Более всего на формирование единицы урожая затрачивается калия у земляники, кры-

жовника, черной смородины и вишни (табл. 3). В целом косточковые плодовые породы и ягодные кустарники более восприимчивы к недостатку калия, чем семечковые культуры.

Таблица 3

Вынос калия с урожаем плодовых и ягодных культур (Прокошев В.В., 2000)

| Культура | Урожайность, т/га | Вынос K ₂ O, кг/га | Культура | Урожайность, т/га | Вынос K ₂ O, кг/га |
|----------|-------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------|
| Яблоня | 61,5 | 72 | Смородина красная | 20,1 | 82 |
| Груша | 22,0 | 38 | Смородина чёрная | 7,3 | 34 |
| Слива | 9,9 | 34 | Крыжовник | 18,0 | 123 |
| Персик | 23,4 | 85 | Земляника | 10,8 | 184 |

Большая часть калия в течение вегетационного периода поглощается за довольно ограниченный промежуток времени. Поэтому к началу вегетации в почве должно находиться достаточное количество калия в усвояемой форме. Это достигается допосадочным внесением калийных удобрений с осени.

На легких почвах, с недостаточной сорбционной ёмкостью, допосадочное внесение повышенных и высоких доз калия исключается. Обеспеченность насаждений калием зачастую контролируют посредством листовой диагностики.

1.1.4 Кальций

Содержание кальция в растениях составляет 0,05-0,5% в расчете на сухую массу. В растениях этот элемент находится как в свободном, так и в адсорбированном состоянии. Источником для питания растений служат карбонаты, сульфаты, хлориды, нитраты и другие неорганические соли кальция, а также гумат кальция. Поступает он в растение в виде катиона Ca²⁺ с транспирационным потоками далее транспортируется акропетально, в результате его концентрация всегда ниже в молодых листьях, чем в старых.

Роль кальция в развитии растения многосторонняя. Он входит в состав ядра, митохондрий, рибосом, пластид, цитоплазмы, клеточной стенки и других органоидов и включений клетки и необходим для поддержания их структуры. Кальций стабилизирует и входит в состав мембран, поэтому его присутствие необходимо для их нормального функционирования.

Кальций является также составной частью пектиновых веществ, соединяющих стенки клеток друг с другом, без него не образуется плазмалемма. Кальций усиливает обмен веществ, играет важную роль в фотосинтезе и передвижении углеводов, в процессах усвоения азота растениями, ускоряет распад запасных белков семени при прорастании. Он регулирует кислотно-щелочное равновесие в клетке, изменяет коллоидное состояние цитоплазмы, увеличивая вязкость и снижая оводненность. Кальций принимает участие в поддержании структуры хромосом, являясь связующим звеном между ДНК и белком.

Являясь вторичным мессенджером, кальций участвует в передаче сигнала, полученного клеткой, к геному. В результате активируются многие ферменты – дегидрогеназы, амилазы, фосфатазы, киназы, липазы. Его действие основано на участии в образовании четвертичной структуры белка, создании мостиков в фермент-субстратных комплексах. Именно за кальцием признают функцию обезвреживания в растениях щавельной кислоты. Велика роль этого элемента, как антагониста других катионов. Задерживая избыточное поступление в клетку одних элементов, он в то же время стимулирует поглощение других. Кальцию принадлежит важная роль в восстановлении и поддержании уравновешенности почвенного раствора, чем обеспечивается нормальное поступление элементов минерального питания в корневую систему.

Кальций в клетках растительного организма выполняет неспецифические функции, влияя на осмотическую деятельность и электрическую поляризацию анионов. Больше выражено его специфическое влияние на конформацию ферментов, поляризацию реакционно-активных групп, а также на проницаемость мембран и мембранный потенциал клеток.

На практике его непосредственное влияние на формирование цветков, плодов и урожая не доказано. Вероятно, это связано с достаточным его содержанием в почве. Обменная форма Са наряду с Mg является основным катионом почвенного раствора. Исключение составляют лишь сильноокислые подзолистые почвы и красноземы. В почвах черноземного типа общие количества обменного кальция и (в меньшей мере) обменного магния очень велики, достигая десятков тонн на гектар только в пахотном слое. При этом их концентрация находится в подвижном равновесии с поглощенными Са и Mg и их карбонатами (там, где они присутствуют).

Двухвалентные Са и Mg дают хорошо растворимые в воде соли лишь с одновалентными анионами, а с двухвалентными и трехвалентными анионами они образуют малорастворимые соли (особенно Са). С этим связана малая подвижность этих солей. В подавляющем большинстве случаев эти катионы находятся в почвах в количествах, вполне достаточных для питания растений. К тому же потребности плодовых и ягодных культур в Са и Mg, как элементах минерального питания значительно ниже, чем потребность в калии.

Основное количество кальция поглощается уже в начале вегетационного периода. Далее его поступление падает и не совпадает с развитием (приростом массы) плодов. Обеднение мякоти плодов этим элементом может быть вызвано снижением транспирации. Ослабление транспирации, по мере со-

зревания плодов у яблони, обычно приводит к снижению концентрации ионов Ca^{2+} в плодах. Более чётко это прослеживается в крупных яблоках. При хранении такие плоды склонны к поражению горькой ямчатостью.

При нарушении кальциевого питания, проявляются физиологически обусловленные вторичные реакции, которые являются результатом нарушения соотношения между кальцием и другими элементами минерального питания. Это особенно относится к антагонизму катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , а также нарушению распределения кальция в тканях плодов, тесно коррелирующего с содержанием воды в клетках.

При выращивании растений в среде с недостатком кальция увеличивается проницаемость мембран, и они перестают быть барьером, препятствующим свободной диффузии ионов. При недостатке кальция, в первую очередь, страдают молодые меристематические ткани и корневая система растения. У делящихся клеток не образуются новые клеточные стенки и в результате возникают многоядерные клетки. Недостаток кальция приводит к набуханию пектиновых веществ, что вызывает ослизнение клеточных стенок и разрушение клеток. В результате корни, листья и отдельные участки стебля гнивают и отмирают. У растений, испытывающих кальциевое голодание, снижается устойчивость к неблагоприятным условиям внешней среды. Недостаток этого элемента при возделывании сельскохозяйственных культур чаще может наблюдаться на солонцеватых почвах и почвах легкого гранулометрического состава.

Улучшение условий питания кальцием достигается внесением соединений кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , CaSO_4), при одновременном улучшении свойств почвы. Однако случаи, когда недостаток Са для питания растений резко выражен и

служит основным поводом для внесения извести в качестве удобрения, очень редки. Таким образом, применение удобрений содержащих кальций, в большей степени направлено не на повышение урожайности, а на оптимизацию питания растений данным элементом для предупреждения опасности проявления физиологических заболеваний.

1.1.5 Магний

Общее содержание магния в растениях в расчете на сухую массу составляет 0,05-0,5%. Содержится в клетке в виде свободных или адсорбированных ионов, а также в хелатной форме.

В растениях более 50% ионов поступившего магния находится в свободном состоянии, остальное количество выступает как обязательный компонент (15-20% от общего содержания Mg в растении) в различных соединениях, среди которых важное место занимает хлорофилл.

Магний находится также в составе основного фосфорсодержащего запасного органического соединения – фитина, обнаружен в пектиновых веществах. Он является структурообразователем, входя в состав органелл клеток и клеточных стенок. Магний поддерживает структуру мембран, выполняет функциональную роль в составе большого числа ферментов.

Магний активирует карбоксилазу, фосфокиназу, АТФ-азу, енолазу, ферменты цикла Кребса, пентозофосфатного пути, спиртового и молочного брожения и целый ряд других ферментативных систем. Он также активирует ДНК- и РНК-полимеразы и процессы транспорта электронов при фосфорилировании. Этот элемент принимает участие в реакции фотохимического разложения воды при фотосинтезе. Магний катализирует образование АТФ, способствуя сохранению энергии.

Помимо всего этого, магний регулирует перенос поглощенной энергии между фотосистемами I и II. Этот элемент участвует в создании необходимого ионного равновесия в цитоплазме, обеспечивающего функционирование коллоидов клетки. Магний – необходимый элемент в процессах трансформации фосфорных соединений, тесно связанных с дыханием и энергетическими преобразованиями. Он поддерживает структуру рибосом, связывая РНК и белок. При его недостатке накапливаются моносахариды, тормозится превращение их в полисахариды, слабо функционирует аппарат синтеза белка, рибосомы диссоциируют на субъединицы, нарушается процесс формирования пластид. При недостатке магния увеличивается активность пероксидазы, усиливаются процессы окисления в растениях, а содержание аскорбиновой кислоты и инвертного сахара снижаются.

Плодовые и ягодные культуры очень часто страдают от недостатка магния из-за преимущественного его поступления по направлению к вершине. Очень часто причиной этому, является конкурирующее влияние других катионов, и, прежде всего, калия. Конкурирующее влияние кальция обычно бывает менее значимым.

Причиной магниевого голодания у садовых культур, и, прежде всего, у яблони, малины и ежевики, часто становится антагонизм ионов. Избыток калия, а иногда и кальция, значительно препятствует поглощению магния. Присутствие среди обменных катионов и в почвенном растворе H^+ , Na^+ , NH_4^+ также уменьшает поступление Mg в растения. В связи с этим в условиях песчаных и супесчаных почв часто обнаруживается недостаток магния для питания растений. Легкие дерново-подзолистые и подзолистые почвы также бедны Mg, а увеличение их кислотности приводит к ещё более усиленному вымыванию Mg, который вытесняется легче, чем Ca.

Для подавляющего большинства случаев количество обменного магния, а также магния простых солей (хлориды, нитраты, карбонаты, сульфаты, фосфаты) вполне достаточных для питания растений. В качестве своеобразного резерва Mg выступают многие минералы высокодисперсных фракций почвы, как первичные (слюды), так и вторичные (группа монтмориллонита); в этом отношении магний аналогичен калию.

При оценке обеспеченности почвы доступными элементами питания всегда целесообразно учитывать отношения $K : Mg$ и $Ca : Mg$. В этих случаях контроль за питанием калием и магнием приобретает особую значимость в интенсивном садоводстве.

Помимо внесения разнообразных магниевых или известково-магниевых удобрений, недостаток магния устраняется систематическим внесением навоза.

1.1.6 Железо

Содержание железа в растениях составляет 0,01-0,08% сухого вещества. Поступает оно в растение в виде ионов и, а также в незначительных количествах в форме молекул хелатных соединений. Лишь небольшая часть поглощенных растением ионов железа остается в растворенной или связанной форме.

Участие железа в процессах обмена веществ в растениях чрезвычайно обширно и отражается на активности и характере метаболизма других элементов питания, потребляемых растением. Железо входит в состав окислительно-восстановительных ферментов и не может быть заменено каким-либо другим элементом. В физиологическом аспекте железо является коферментом, образующим вместе со специфическими белками окислительно-восстановительные системы мембран отдельных органов растения. Железо в растениях

представлено преимущественно в органических формах, как составная часть геминсодержащих дыхательных ферментов (цитохромы, цитохромоксидаза), а также каталазы и пероксидазы. Его физиологическая активность обусловлена способностью путем смены валентности ($\text{Fe}^{2+} \leftrightarrow \text{Fe}^{3+} + e^-$), переносить электроны в метаболических циклах и входить в хелатные соединения. Железо как конституционно-функциональная составляющая активных центров ферментов и ферментных систем, причастных к фотосинтезу и дыханию, выступает мощным катализатором этих процессов в клетках живого растительного организма, вызывая существенное сокращение затрат энергии на их протекание [36].

Недостаток железа тормозит два важнейших процесса энергообмена в клетках растения – фотосинтез и дыхание. Железо также необходимо для образования хлорофилла, хотя оно и не входит в его состав. Оно участвует в восстановлении нитритов и сульфатов, в синтезе белков и нуклеиновых кислот, в реакциях углеводного обмена, редукции CO_2 при его ассимиляции растениями.

При тех незначительных количествах железа, в которых нуждаются растения, обычно его достаточно в почвах. Но в некоторых условиях почвы железо находится в формах, недоступных для растений: при pH около 8 и выше соединения железа находятся в нерастворимой форме в виде гидрооксидов, и растения не могут их использовать.

Кроме реакции почвенного раствора (pH), на подвижность железа в почве и его доступность растениям влияет величина окислительно-восстановительного потенциала (Eh). При высоком значении Eh и достаточной влажности железо при участии микроорганизмов переходит в форму окисного Fe^{3+} , которое растворимо лишь в сильноокислой среде (pH < 3),

тогда как Fe^{2+} дает соединения, растворимые в почвах при pH 4-6. Резко окислительные условия ухудшают поступление железа в растения и в нейтральной, и даже в слабокислой среде.

В условиях сильнокислой реакции подвижность железа повышается и концентрация его может оказаться даже вредной для растений наряду с повышенными концентрациями Al и Mn.

Значительной подвижностью в почвах обладают внутрикомплексные соединения Fe с органическими веществами (хелаты). В растворах хелатов металлы не образуют ионов и поэтому не осаждаются в нейтральной и щелочной среде. Хелаты с железом в почве могут образовывать и органические кислоты, которые в небольших количествах выделяются корнями растений (яблочная, лимонная и др.), а также некоторые вещества, выделяемые микроорганизмами.

По словам А.Е. Возбуждой (1968) образованием хелатов, предохраняющих Fe от перехода в нерастворимые формы, очевидно, объясняется то, что на богатых органическим веществом карбонатных почвах растения не страдают от недостатка железа.

В практике используются искусственные хелатирующие вещества, предохраняющие металлы (Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+}) от связывания в недоступных растениям формах.

Опрыскивание листовой поверхности растений растворами хелатов железа – этилендиаминтетраацетат (Fe-EDTA) или гидроксипропилендиаминтетраацетат (Fe-HEDTA) – один из эффективных приемов снижения проявления железного хлороза и, как следствие, сохранения высокой продуктивности плодовых насаждений. На карбонатных почвах и почвах где обнаружена высокая концентрация Ca^{2+} в почвенном растворе, более эффективной формой является – Fe-HEDTA.

Положительный эффект некорневых подкормок плодовых растений препаратами железа достигается многократным опрыскиванием деревьев в течение летнего сезона. Есть сведения, что на карбонатных и засоленных почвах для борьбы с хлорозом эффективно систематическое применение навоза или компостов.

1.2 Значение микроэлементов

В садоводстве очень часто причиной снижения продуктивности деревьев или ягодных кустарников, получения некачественной продукции, проявления физиологических заболеваний является недостаточная обеспеченность такими микроэлементами, как бор (B), цинк (Zn), медь (Cu) и марганец (Mn). Они поглощаются в небольших количествах, но, тем не менее выполняют многочисленные функции, связанные с ростом и развитием плодовых и ягодных культур. Они участвуют в биосинтезе ферментов, витаминов и призваны улучшать обмен веществ, устранять функциональные нарушения, содействовать нормальному течению физиолого-биохимических процессов. Под действием микроэлементов возрастает устойчивость растений к бактериальным и грибковым заболеваниям, неблагоприятным факторам окружающей среды.

Недостаточная обеспеченность плодовых деревьев или ягодных кустарников микроэлементами, чаще является следствием конкуренции между питательными ионами или результатом их связывания при неблагоприятной реакции почвы.

Следует отметить, что отдельные органы плодовых и ягодных культур содержат абсолютно отличное количество микроэлементов (табл. 4).

По данным таблицы можно с уверенностью сказать, что преобладающая часть микроэлементов (B, Zn, Mn) локализуется в листьях.

Таблица 4

**Примерное содержание (мг/кг сухой массы) и вынос (г/га)
микроэлементов различными органами яблони при урожайности 25-30 т/га
(данные разных авторов)**

| Органы | B | | Zn | | Cu | | Mn | |
|--------------------------------------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| | содержа- ние | вынос | содержа- ние | вынос | содержа- ние | вынос | содержа- ние | вынос |
| Плоды | 5 | 24 | 2,4 | 63 | 4,9 | 98 | 18,0 | 278 |
| Листья | 30 | 60 | 29,3 | 354 | 17,0 | 83 | 78,0 | 325 |
| Древесина | 3,5 | 271 | 8,1 | 1110 | 64,0 | 124 | 12,2 | 2040 |
| Корни | 0,85 | 83 | 3,1 | 308 | 7,1 | 71 | 9,1 | 160 |
| Общий вынос | | 438 | | 1835 | | 370 | | 2803 |
| Отчуждение с плодами и ветвями | | 375 | | 472 | | 98 | | 380 |

С урожаем плодов и ягод выносятся незначительное количество микроэлементов. С 20 т яблок отчуждается, г: B – 48, Zn – 24, Cu – 12, Mn – 9,6.

1.2.1 Бор

Содержание бора в растениях составляет 1-20 мг/кг сухого вещества. Потребляется растениями в форме аниона (BO_3^{2-}) в результате пассивного диффузного поступления в корни и под метаболическим контролем.

Бор в клетке растений участвует в многочисленных процессах обмена: в метаболизме углеводов и пектиновых веществ, синтезе фитогормонов, ДНК и РНК, в транспорте сахаров, образовании клеточных стенок и дифференциации тканей растений. Он принимает участие в фотосинтетическом фосфорилировании и образовании макроэргических связей АТФ, оказывает существенное влияние на проницаемость клеточной мембраны (плазмолеммы), тем самым, улучшая использование растениями азота, фосфора, калия, кальция, магния, кремния и других элементов. Ещё одной важной функцией бора в составе растительного организма

является регулирование активности растительных гормонов – ауксина, гиббереллиновой кислоты и цитокинина.

Бор участвует в образовании и поддержании структуры межмолекулярных и надмолекулярных комплексов биополимеров, прежде всего, белков, нуклеиновых кислот, липидов и полисахаридов. Комплексы перечисленных биополимеров лежат в основе важнейших компонентов клетки – рибосом, мембранного аппарата, хроматина и клеточных стенок.

Бор увеличивает вязкость цитоплазмы и содержание связанной воды и тем самым оказывает влияние на транспирацию и тургор листьев, на морозостойкость и засухоустойчивость плодовых культур.

Из всех микроэлементов бор наиболее сильно влияет на рост и развитие плодовых растений, качество урожая. Плодовые деревья обладают ограниченной возможностью к накоплению и передвижению бора, который мог бы использоваться растущими тканями в периоды временных затруднений с его поступлением. Симптомы недостатка бора проявляются, когда в листьях плодовых и ягодных культур содержится меньше 4 мг этого элемента на 1 кг сухого веса.

Бор не может реутилизироваться, так как он не поступает из старых органов растения в молодые. У растений, испытывающих недостаток бора, происходит плохая дифференциация и гибель меристематических клеток; нарушается развитие (искривляются и сжимаются сосуды) и происходит деградация проводящей системы – нарушается транспорт воды и элементов минерального питания в клетки роста. При недостатке бора корни плохо снабжаются кислородом, снижается иммунитет, в ситовидных трубках коагулирует цитоплазма, поэтому отток сахаров по флоэме резко тормозится, и они накапливаются в листьях.

Из разнообразных соединений бора, находящихся в почве, растениям доступны в основном его воднорастворимые соли и соединения, растворимые в слабых кислотах. Подвижность солей борной кислоты (H_3BO_3) в почве зависит от реакции почвенного раствора. При повышении рН гидраты полторных окислов связывают бор за счет своих OH^- -ионов и уменьшают его доступность растениям. При известковании происходит уменьшение доступности В растениям, причем основную роль здесь играет ион OH^- , а не Ca^{2+} .

Наименьшие количества бора, содержатся в дерново-подзолистых почвах, где они в большой мере зависят от их механического состава и количества гумуса. Почвы южных регионов более обеспечены бором, но и среди них могут быть выявлены отдельные районы, где применение борных удобрений является приоритетным направлением.

Из-за сильной сорбции бора в почве обычные приемы внесения борных удобрений могут и не давать желаемого результата. Для предотвращения борного голодания плодовых культур, помимо систематического применения борсодержащих удобрений, необходимо регламентировать дозу мелиоранта при известковании почвы, так как важнейшим антагонистом бора является кальций; исключить избыточное внесение азотных удобрений; внесение борсодержащих удобрений в почву путем некорневой подкормки.

1.2.2 Цинк

Содержание цинка в растениях составляет 15-60 мг/кг сухой массы. Этот элемент поступает в растения в форме катионов и хелатных соединений. Поглощение его корнями может быть пассивным и активным. Физиологическая роль цинка в жизнедеятельности растений в значительной степени определяется его вхождением его в состав важных ферментов (ангид-

раз, дегидрогеназ, пептидаз, протеиназ, фосфорилаз). Помимо активизации различных ферментов (дегидрогеназы, альдолазы, изомеразы, ДНК-РНК-полимеразы и др.), цинк имеет большое значение в биосинтезе индолилуксусной кислоты.

Цинк принимает активное участие в азотном обмене растений: недостаток его приводит к значительному накоплению небелковых соединений азота – амидов, аминокислот. Он играет большое значение в окислительно-восстановительных процессах. В частности, установлено усиление восстановительных процессов под его воздействием.

При недостатке цинка и нарушении окислительно-восстановительных процессов в клетке, в растениях накапливаются фенольные соединения, являющиеся продуктами неполного окисления углеводов и белков; нарушается процесс обмена веществ и образования белков; снижается образование ауксинов, хлорофилла и активность фотосинтеза; уменьшается содержание сахаридов и крахмала, накапливаются моносахара.

Чаще всего недостаток цинка проявляется в виде розеточности листьев, когда в их составе содержание цинка становится меньше 20 мкг/г сухой массы. Тогда некорневую подкормку плодовых деревьев следует рассматривать, как срочную меру для устранения этого физиологического заболевания.

Наиболее чувствительны к недостатку цинка яблоня, груша, цитрусовые, виноград. Очень часто причиной цинковой недостаточности является ярко выраженный антагонизм цинка и меди. К цинковому голоданию растений также приводит переудобренность садов фосфорными удобрениями за счет связывания цинка в нерастворимую соль $Zn_3(PO_4)_2$, а на почвах богатых свободными карбонатами за счет образова-

ния карбоната цинка ($ZnCO_3$). В свою очередь, при недостатке цинка усиливается поступление в растения и транспорт фосфора из корней в надземные органы, где он накапливается в больших количествах в виде неорганических соединений. Улучшение питания растений этим микроэлементом ограничивает избыточное поступление в них фосфора и оказывает положительное влияние на его утилизацию.

Растворимость, а, следовательно, и подвижность соединений цинка, возрастает с подкислением почвенной среды. Кислые почвы содержат относительно больше обменного Zn. Минимальная растворимость соединений Zn наблюдается при pH 5,5-6,9; дальнейшее повышение pH ведет к увеличению растворимости. Наименьшие количества подвижного Zn содержатся в почвах с реакцией, близкой к нейтральной.

В дерново-подзолистых почвах наблюдается большой размах колебаний и содержания подвижного Zn – наряду с малыми, встречаются и большие количества подвижных форм этого элемента – до 20 мг на 1 кг почвы. В гумусовых горизонтах дерново-подзолистых почв Zn значительно больше, чем в элювиальных горизонтах.

Улучшение снабжения растений цинком, усиливает синтез белковых веществ и положительно влияет на конформацию белков. Цинк принимает активное участие в синтезе ДНК и обеспечивает прочность связи хлорофилла с белком, предохраняя его от преждевременного распада, что приводит к увеличению содержания хлорофилла в листьях и усилению интенсивности фотосинтеза. Цинк участвует в процессах оплодотворения и развития зародыша.

Цинк оказывает существенное влияние на поступление, содержание и обмен в растениях многих элементов минерального питания. Он повышает устойчивость растений к не-

благоприятным условиям среды. В частности, имеются данные о положительном влиянии его на засухоустойчивость и зимостойкость растений, а также их устойчивость к грибковым и бактериальным заболеваниям. Цинковое питание садовых культур, как правило, оптимизируется путем регламентированного внесения фосфорных удобрений, медьсодержащих пестицидов и извести.

1.2.3 Медь

Содержание меди в растениях составляет 2-20 мг/кг сухого вещества. Этот элемент поступает в растения в форме катиона или хелатных соединений. В растительном организме она присутствует в виде ионов и в составе комплексных органических соединений, доля последних составляет примерно 2/3 общего количества меди, содержащегося в растении.

Основная биохимическая роль меди – участие в ферментативных реакциях в составе ферментов. Значение меди в значительной мере обуславливается её ключевой ролью в составе дыхательного фермента цитохромоксидазы и медьсодержащего белка пластоцианина, который выполняет функцию транспорта электронов при фотосинтезе между первой и второй фотосистемами. Медь положительно влияет на содержание в листьях хлорофиллов и каротиноидов. Она способствует синтезу и накоплению специфических белков в пластидах, что предохраняет хлорофилл от разрушения. Следовательно, участвуя в построении и функционировании фотосинтетического аппарата и в первичных фотохимических реакциях, она способствует повышению интенсивного фотосинтеза.

Медь входит в состав ферментов оксидаз (полифенолоксидазы, лакказы, аскорбиноксидазы) и принимает участие в окислительных процессах, протекающих в клетках растений;

влияет на углеводный и белковый обмен растений; повышает устойчивость растений к грибным заболеваниям. При недостатке меди заметно снижается активность синтетических процессов, что приводит к накоплению свободных аминокислот и растворимых углеводов. Медь оказывает влияние на синтез фосфатидов, нуклеопротеидов и АТФ. Установлена роль меди и в фосфорном обмене. Этот элемент оказывает положительное действие на накопление фосфорных эфиров сахаров в растениях на начальных фазах их развития. Благодаря способности меди переходить из двухвалентного состояния в одновалентное, она служит как донором, так и акцептором электронов и тем самым выполняет функции окислителя и восстановителя.

Необходимо отметить также участие меди в гормональной регуляции в растении. Медьсодержащий фермент полифенолоксидаза регулирует содержание и активность в растениях ауксинов и ингибиторов роста фенольной природы.

Наиболее доступными для растений соединениями меди в почве являются ее воднорастворимые соли (CuCl_2 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, CuSO_4 ; соли Cu и органических кислот – уксусной, молочной, муравьиной). В большой мере доступен растениям обменный ион Cu^{2+} , поглощенный на поверхности минеральных почвенных коллоидов; доступность Cu^{2+} , поглощенного органическими коллоидами, сравнительно низка.

Большинство почв в достаточной степени обеспечено подвижной медью. Наименьшее количество подвижной Cu содержится в дерново-подзолистых, а также во многих торфяных почвах (особенно в почвах кислых верховых болот). Доступность меди падает с повышением значения рН. После известкования кислых почв, особенно легкого гранулометрического состава, растения могут страдать от недостатка меди.

В последние два десятилетия из-за резкого сокращения использования в садоводстве медьсодержащих пестицидов проявляется физиологическое заболевание, вызванное недостатком меди. Частое опрыскивание деревьев 0,05% раствором медного купороса ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) в сочетании с обработками пестицидами позволяет ослабить недостаточность меди и повысить продуктивность растений.

1.2.4 Марганец

Среднее содержание марганца в растениях составляет 0,1-1% или 10 мг/кг сухой массы, диапазон концентраций его колеблется от 2 до 400 мг/кг.

Биохимическую роль марганца обуславливает его участие в составе активной группы многих ферментов (пероксидазы, инвертазы) и витаминов. Известно около 25 металлоферментных комплексов, активируемым марганцем. Так, марганец входит в состав H_2O -дегидрогеназы хлоропластов, которая участвует в отщеплении водорода от молекулы воды и образовании кислорода. Благодаря способности менять валентность, он участвует и катализирует многие окислительно-восстановительные процессы. Причем при аммиачном питании растений ведет себя как окислитель, а при нитратном – как восстановитель.

Он участвует в реакциях превращения ди- и трикарбоновых кислот цикла Кребса, биосинтезе хлорофилла, белков и аскорбиновой кислоты. При его отсутствии хлорофилл довольно быстро разрушается. Марганец является регулятором активности железа и способствует переходу закисного железа в окисное и обратно.

Благодаря наличию трех степеней окисления (Mn^{2+} , Mn^{3+} , Mn^{4+}), марганец присутствует в почвах в составе различных солей (воднорастворимые – MnCl_2 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$,

MnSO_4 , $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$; слаборастворимая – MnHPO_4 ; нерастворимые в воде – MnCO_3 , $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$).

Из перечисленных соединений марганца растения непосредственно используют лишь двухвалентный Mn воднорастворимых солей и обменный Mn. Соединения более окисленного Mn делаются доступными растениям лишь после их восстановления. В то же время гидраты закиси марганца (MnO) неустойчивы в почве и легко окисляются. В связи с этим на содержание в почве доступного растениям Mn в большой мере влияет окислительно-восстановительный потенциал (Eh) и концентрация водородных ионов (pH). В условиях низкого значения Eh (в условиях высокой влажности почвы) накапливаются воднорастворимые соли Mn^{2+} и обменный Mn^{2+} ; подкисление среды способствует процессам восстановления.

Наибольшее количество Mn (50-150 мг на 1 кг почвы) имеет место в дерново-подзолистых почвах. В почвах с реакцией, близкой к нейтральной (черноземах, сероземах, каштановых, бурых), содержание усвояемого Mn значительно меньше. Мало усвояемого Mn содержат карбонатные почвы и почвы известкованные большими дозами мелиорантов. Даже в пределах одного и того же почвенного типа, содержание усвояемого Mn варьирует достаточно широко.

Систематическое внесение навоза, физиологически кислых азотных удобрений оптимизирует марганцевое питание, несмотря на то, что яблоня, черешня, слива, малина являются высокотребовательными к марганцевому питанию растениями. С каждой тонной подстилочного навоза КРС поступает, г: В – 5, Cu – 4,5, Zn – 56 и Mn – 30. Даже разовое внесение перед закладкой сада 60 т/га навоза устраняет необходимость дополнительного внесения микроудобрений первые 3-4 года эксплуатации насаждения.

Садовые культуры потребляют значительное количество марганца по сравнению, например, с В, Zn и Cu. Марганцевая недостаточность в плодоносящих садах, особенно на гидроморфных почвах, проявляется редко. В кислых и плохо аэрируемых почвах содержание подвижного марганца может быть излишне высокими действовать токсически на растения. В этих случаях необходимы мероприятия, снижающие подвижность Mn (известкование, усиление аэрации). При недостатке Mn внесение марганецсодержащих удобрений значительно повышает урожай ряда культур. Определенное влияние марганец оказывает на поглощение и включение в обмен веществ элементов минерального питания. При исключении его из питательной среды в растениях возрастает содержание других элементов минерального питания, нарушается их соотношение.

1.3 Потребность в питательных веществах, их поступление в различные периоды роста растений

Все плодово-ягодные культуры (яблоня, груша, слива, вишня, смородина, крыжовник, земляника и др.) имеют хорошо развитую корневую систему. Корни яблони проникают на глубину 4-5 м, вишни – на 2-3 м, у малины и земляники до 1 м. Основная масса корней яблони находится в слое 20-80 см, вишни в слое 15-30 см, смородины – 10-30 см, малины и земляники – 8-30 см. У плодовых культур диаметр корневой системы в 2-3 раза больше диаметра кроны, но основная зона поглощения сосредоточена под проекцией кроны.

Раннее и обильное плодоношение связано с высокими требованиями к условиям минерального питания. О потребности растений в элементах минерального питания обычно судят по химическому составу и общей биомассе, включая основную (плоды, ягоды) и побочную (опавшие завязи, ли-

ства, обрезанная древесина, истинный прирост штамба и корней) продукцию.

Плодово-ягодные культуры характеризуются высоким поглощением питательных веществ на единицу продукции (табл. 5).

Таблица 5

Поглощение питательных веществ плодовыми и ягодными культурами, кг на 1 т урожая (Минеев В.Г., 2006)

| Культура | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
|-------------------|-------|-------------------------------|------------------|-------|------|
| Яблоня | 1,09 | 0,29 | 1,16 | 1,19 | 0,49 |
| Груша | 1,53 | 0,37 | 1,72 | 1,45 | 0,56 |
| Слива | 3,53 | 1,04 | 4,42 | 1,57 | 1,42 |
| Смородина чёрная | 8,63 | 3,42 | 4,66 | 12,87 | – |
| Смородина красная | 6,61 | 2,54 | 4,08 | 8,66 | – |
| Крыжовник | 4,39 | 2,22 | 6,83 | 5,33 | – |
| Земляника | 14,44 | 3,20 | 17,07 | – | – |

У однолетних растений образование сухой биомассы в течение вегетации идет по S-кривой. Поглощение кальция и магния из почвы соответствует ходу накопления сухого вещества, в то время как поступление N, P, K в течение вегетации – соответствует кривой насыщения. Совсем иначе идет поглощение питательных веществ у многолетних растений.

Изучение вопросов питания плодово-ягодных культур связано с трудностями учета расхода питательных веществ. Расход питательных веществ складывается из 3-х статей: опад до 40%, закрепление элементов питания в истинном приросте до 30-35% и отчуждение со снятыми плодами и обрезными ветвями – 30-35%. В звене биологического круговорота основные элементы питания (NPK) распределяются следующим образом: N – 50% в опад, 30% в прирост и 20% отчуждается; P – 30-35% в опад, 40-45% в прирост и 25% отчуждается; K – 40-42% в опад, 25% в прирост и 33-35% отчуждается [4].

При определении доз удобрений необходимо учитывать возрастные и морфологические признаки растений. По требованиям к условиям питания в зависимости от возраста у плодово-ягодных культур выделяют три периода.

Первый – от посадки до плодоношения. У плодовых деревьев он длится 3-5 лет и более, а у ягодных кустарников 1-2 года, характеризуется усиленным ростом вегетативных органов скелетной части корневой системы и листового аппарата. В этот период необходима хорошая обеспеченность всеми элементами в легкоусвояемых формах с преобладанием азота, что достигается допосадочным, припосадочным удобрением и подкормками.

Второй – от начала до максимального плодоношения. Основной задачей в этого периода является создание наиболее благоприятных условий для роста и сохранение высокой продуктивности насаждений на большой срок. Для этого периода характерен замедленный рост побегов, усиленное образование плодовых веточек, почек, плодов и ягод. Культуррам необходима высокая обеспеченность элементами питания, требуется периодическое внесение органических, фосфорных, калийных удобрений и ежегодное азотных, микроудобрений в оптимальных дозах. Наряду с агротехническими приемами достигается это за счет систематического внесения умеренных доз органических и минеральных удобрений. Важно, что на этом этапе жизни плодового дерева или ягодного кустарника возрастает роль уровня калийного питания, так как с нарастанием урожайности увеличивается вынос калия плодами.

Третий – затухание плодоношения. Идет усыхание скелетных ветвей с одновременным формированием новых побегов (волчков). Продуктивность сада снижается, как след-

ствии снижается потребность в элементах питания. Дозы удобрений должны соответствовать уровню плодоношения. Усиление агротехнических приемов по уходу за насаждением и правильное применение удобрений позволяет продлить продукционный процесс плодовых и ягодных растений на этом этапе жизни.

У плодово-ягодных культур ежегодно проходят два периода интенсивного потребления элементов: весной при распускании почек, цветении и образовании листьев и осенью после сбора плодов при накоплении запасных пластических веществ в корнях, древесине, коре штамба и ветвях и второй волны роста корней. Весенний период потребления питательных веществ почти в три раза интенсивнее, чем осенний. В первый период поступление калия преобладает над поступлением азота, но весной в отношении азота отмечается критический период. Фосфор поступает в течение всего периода вегетации, но имеет два максимума – в конце мая и в августе.

В первые 3-4 недели весной рост и развитие плодовых культур происходит за счёт питательных веществ накопленных в корнях, штамбе, сучьях, ветках в прошедший послеуборочный осенне-зимний период.

Даже слабое поглощение элементов питания корнями зимой, при отсутствии существенного их расхода, обеспечивает рост корней и накопление в них запасов питательных веществ, которые весной используются на цветение и начальный рост побегов и листьев и даже завязей плодов.

Результаты химического анализа различных органов плодовых и ягодных культур позволяют подойти к количественному определению биологической потребности в элементах минерального питания. Именно подойти к количе-

ственному определению, потому что содержание того или иного элемента в растении зачастую не отражает действительной биологической потребности в нём. Важно не общее содержание элемента, а фактическое его использование в метаболических процессах растения по фазам роста. В то же время, в практических целях, анализ отдельных органов растения и учет расхода элементов питания на формирование их биомассы обеспечивает более рациональное и обоснованное использование удобрений в конкретном насаждении.

Темпы поступления питательных веществ в различные органы плодового дерева или ягодного кустарника во многом зависят не только от обеспеченности почвы доступными формами этих самых элементов, но и от сопутствующих факторов внешней среды. При этом их влияние проявляется, как правило, многопланово и многогранно.

1.4 Влияние условий внешней среды на поглощение плодовыми и ягодными культурами питательных веществ

На поступление элементов питания в корни и распределение их по органам растения влияют, прежде всего, температура и влажность почвы, ее реакция и соотношение элементов питания в почвенном растворе.

1.4.1 Влияние влажности и температуры почвы

При изменении влажности и температуры почвы элементы питания поглощаются по-разному (табл. 6, 7).

Таблица 6

Влияние влажности почвы на прирост сухой массы и поступление калия и кальция у яблони по Тромпу (Дерюгин И.П., 2006)

| Влажность | Прирост сухой фитомассы, г/дерево | Поступление, мг/дерево | |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------|------------------|
| | | K ⁺ | Ca ²⁺ |
| Нормальная (70% НВ) | 18,2 | 226 | 260 |
| Полусухая | 4,7 | 50 | 99 |
| Сухая | 3,8 | 38 | 78 |

Снижение влажности резко снижает поступление калия и кальция, что в свою очередь влияет на прирост сухой фитомассы деревьев. При высокой интенсивности освещения листьев и оптимальной температуре почвы корнеобитаемого слоя, прирост сухой биомассы и поступление K^+ наибольшие.

При той же температуре, но при низкой освещенности, поступление калия и кальция уменьшается на 30-40%, а прирост фитомассы снижается за тот же промежуток времени почти вдвое. Температура почвы в зоне расположения основной части корней деревьев в интервале 8-18°C практически не влияет на поступление ионов Ca^{2+} .

Таблица 7

Влияние интенсивности освещения и температуры почвы на прирост сухого вещества и поглощение калия и кальция яблоней по Фаусту (Дерюгин И.П., 2006)

| Интенсивность освещения | t° в зоне корня, °C | Прирост сухой фитомассы, г/дерево | Поступление, мг/дерево | |
|-------------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------|-----------|
| | | | K^+ | Ca^{2+} |
| Высокая | 18 | 28,1 | 416 | 410 |
| Высокая | 8 | 18,5 | 195 | 392 |
| Низкая | 18 | 15,7 | 309 | 301 |
| Низкая | 8 | 9,6 | 154 | 331 |

Но уменьшение освещенности сразу же снижает поступление кальция более чем на четверть. Пониженные температуры, вызванные затяжной холодной весной или холодным летом, что характерно для районов Нечерноземной зоны РФ, отрицательно сказываются и на поступлении в растения азота и фосфора. Уменьшению влияния этих отрицательных факторов способствует мульчирование приствольных полос (кругов) торфяной крошкой или подстилочным навозом.

1.4.2 Влияние реакции среды почвы

Кислотность или щелочность почвы – один из важнейших показателей, с которым связаны многочисленные процессы, характеризующие её плодородие и питательный режим.

Реакция почвенной среды имеет важное физиологическое значение, связанное не только с «биологической» жизнью почвы, но и со всей системой «почва – растение – удобрение». Изучение кислотности или щелочности почвы изолированно от других факторов, определяющих отрицательное воздействие свойств почвы на растения, весьма затруднено. Одним из главных факторов, определяющий отрицательное действие повышенной кислотности на растение, считается наличие в почве повышенного количества подвижного алюминия. Алюминий при $pH_{КС1}$ ниже 4,5-4,6 переходит в подвижную форму, его токсичность усиливает отрицательное действие кислотности, как на микроорганизмы почвы, так и на растения.

У плодовых и ягодных культур токсическое действие алюминия обнаруживается первоначально на корнях — прекращается их рост в длину. Затем они утолщаются, становятся коричневыми и растрескиваются. При этом они теряют способность к усвоению воды и питательных веществ.

Высокая концентрация ионов Al^{3+} и H^+ препятствует усвоению питательных веществ почвы. На кислых почвах садовые культуры часто страдают от недостатка магния, фосфора и молибдена. В кислой среде растет количество доступных для растений форм железа, марганца, меди до токсических концентраций. Однако на известкованных почвах, растения изначально часто страдают из-за недостатка доступных форм марганца, железа, бора, цинка и меди.

По отношению к реакции почвы, плодово-ягодные культуры делят на три группы: вишня, черешня, абрикос, персик, слива и смородина – предпочитают близкие к нейтральным почвы; яблоня, груша, малина, крыжовник и земляника – слабокислые, а голубика, черника и клюква – кислые почвы.

Дозы известковых мелиорантов можно устанавливать в зависимости от величины гидролитической кислотности (под культуры первой группы в дозах по 1,0, второй – по 0,75 и третьей – по 0,5 гидролитической кислотности), рН и гранулометрического состава почвы. Повторное известкование проводят через каждые 8-10 лет.

Для преобладающего большинства плодовых и ягодных культур наилучшие условия для усвоения питательных веществ, роста и развития создаются при слабокислой реакции почвенного раствора. Исключением является лишь чёрная смородина, которая лучше растёт и плодоносит при нейтральной реакции почвенного раствора (рН_{КСІ} 5,8-6,2). А для земляники, малины избыток кальция вреден.

В зависимости от типа почвы, её гранулометрического состава и гумусированности, область оптимальных значений рН_{КСІ} находится в границах 5,6-6,5. Известкование почв, у которых значение рН_{КСІ} выше 6,5 не улучшает ни пищевой режим почвы, ни рост и развитие плодовых деревьев и ягодных кустарников, а скорее сказывается отрицательно.

В данном случае растения будут страдать от резкого снижения подвижности большинства микроэлементов и переизбытка кальция в составе почвенного поглощающего комплекса.

Дозу известковых удобрений в садах чаще всего устанавливают по показателю рН_{КСІ}, гранулометрический состав почвы выступает в качестве вспомогательного критерия. В этом случае всегда можно избежать переизвесткования почвы (табл. 8, 9).

Указанные в таблицах 8, 9 дозы извести рассчитаны для известкования лишь пахотного слоя (0-25 см).

Таблица 8

Дозы извести для дерново-подзолистых почв, т/га (Рекомендации..., 2010)

| Гранулометрический состав почвы | pH _{KCl} | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 4,4-4,5 | 4,6-4,7 | 4,8-4,9 | 5,0-5,1 | 5,2-5,3 | 5,4-5,5 | 5,6-5,7 |
| Супесчаный | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0* | 2,6* | 0 | 0 |
| Легкосуглинистый | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0* |
| Среднесуглинистый | 6,0 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 | 3,5 | 3,0* |
| Тяжелосуглинистый | 8,0 | 7,5 | 6,5 | 6,0 | 5,0 | 4,5 | 4,0 |

* – известкование желательно, но не обязательно

Таблица 9

Дозы извести для почв с содержанием гумуса >3%, т/га (Рекомендации..., 2010)

| Гранулометрический состав почвы | pH _{KCl} | | | | | | | |
|---------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 3,8-3,9 | 4,0-4,1 | 4,2-4,3 | 4,4-4,5 | 4,6-4,7 | 4,8-4,9 | 5,0-5,1 | 5,2-5,3 |
| Песчаный | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 | 1,0 |
| Супесчаный | 7,0 | 5,5 | 4,5 | 3,5 | 3,0 | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| Легкосуглинистый | 8,0 | 6,5 | 5,5 | 4,5 | 4,0 | 3,5 | 3,0 | 2,5 |
| Тяжелосуглинистый | 10,5 | 9,5 | 7,5 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 | 4,5 |
| Глинистый | 14,5 | 10,5 | 9,0 | 7,0 | 6,5 | 6,0 | 5,5 | 5,0 |

Для мелиорации всего плантажируемого слоя под плодовые деревья (0-50 см) эти дозы увеличивают в 1,3-1,5 раза, а известкование проводят послойно. Половину известковых удобрений вносят под плантажную вспашку, а другую – под перепашку плантажа. При местном внесении извести (в посадочные ямы, траншеи) не должно быть прямого контакта корневой системы с известью, так как при этом отмечается её повреждение, что ухудшает приживаемость саженцев. По этой же причине, особенно для земляники, крыжовника, малины, известкование надо проводить за 2-3 года до посадки в севообороте. Это позволит избежать негативного влияния избытка кальция.

Обычно при внесении указанных доз известковых удобрений необходимость повторного известкования почвы в садах наступает спустя 7-8 лет или раньше, если величина pH_{KCl} ежегодно снижается на 0,5 по сравнению с достигнутой. Повторное известкование обычно проводят дозами извести, рассчитанными по нормативам затрат CaCO₃ для сдвига показателя pH_{KCl} на заданную величину.

Плодовые и ягодные растения, особенно выращиваемые на легких почвах, часто страдают от магниевой недостаточности. Ионы магния, в отличие даже от ионов кальция, из-за сильной гидратированности слабее поглощаются почвой. В условиях влажного климата или в орошаемых садах ионы магния в значительной мере вымываются, в результате верхние слои особенно обеднены доступным для растений магнием. Кроме того, повышенная концентрация в почвенном растворе ионов калия, водорода и аммония (NH_4^+) препятствует поступлению Mg^{2+} в растения. Ионы NO_3^- и ионы Ca^{2+} при средней концентрации улучшают питание растений магнием. Соотношение $\text{Ca} : \text{Mg} = 5 : 1$ наиболее благоприятно для поступления в корни растений обоих катионов.

Высокая кислотность почвы, также отрицательно влияет на поступление магния в растение. При $\text{pH}_{\text{КС1}}$ ниже 4,2 оно настолько тормозится, что даже высокие дозы магниесодержащих удобрений (доломитизированный известняк, калимаг, калимагнезия) не устраняют магниевого голодания.

Оптимизация магниевого питания плодовых и ягодных растений обычно достигается путем использования магниесодержащих известковых материалов. Уровень удобрения магнием определяется наличием в почве легкоподвижного магния (см. табл. 18), потребностью в нём культур, а также ежегодными потерями магния в результате вымывания и выноса с урожаем плодовых и ягодных культур.

Средний вынос MgO на 10 т/га урожая плодов или ягод не превышает 3-5 кг. Существенно значимее ежегодные потери магния за счет вымывания, на легких почвах они могут достигать 25-35 кг MgO /га, а на суглинистых – 15-20 кг MgO /га в год.

1.5 Минеральное питание и качество урожая

Наиболее существенными показателями качества плодов и ягод являются содержание в них сахаров, витаминов,

сухих и ароматических веществ, а также окраска плодов и лёжкасть продукции.

Рациональные основы системы удобрения любого садового агроценоза разрабатываются с учетом влияния условий питания на качество получаемой продукции и её сохранность. Показателен в этом отношении длительный опыт с калийными удобрениями (табл. 10) на плантации чёрной смородины.

Таблица 10

Влияние калийных удобрений на качество ягод чёрной смородины

| Вариант опыта | Количество ягод на 1 растение, % | Сахара, % | Витамин С, мг% | Антоцианы, мг% |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------|----------------|----------------|
| N ₈₀ P ₆₀ -фон | 100 | 8,1 | 80 | 160 |
| Фон+K ₁₀₀₋₁₅₀ | 126 | 9,5 | 95 | 200 |

Дополнительное внесение калийных удобрений способствовало повышению урожайности и улучшению качества ягод. Влияние удобрения бывает особенно заметным, если соответствующий элемент питания находится в минимуме.

Чрезмерное поглощение магния может приводить к повреждению плодов типичной горькой ямчатостью из-за кальциевой недостаточности, вызываемой антагонизмом Ca²⁺ и Mg²⁺.

Высокие дозы азота, особенно при ограниченном питании растений калием и магнием, микроэлементами, удлиняют время созревания плодов и ягод; они остаются длительный период зелеными и кислыми. С увеличением дозы азота содержание витамина С в свежих плодах и ягодах уменьшается, а с усилением калийного питания, напротив, возрастает. Фосфорные удобрения действуют неопределенно на содержание витамина С.

В опытах с 8-ю сортами земляники [42] четко установлено, что избыток азота в почве снижает не только урожай, но и размер ягод (табл. 11).

Таблица 11

Влияние запасов минерального азота в слое почвы 0-60 см и доз азота при весенней подкормке на урожайность и размер ягод земляники (Quast P., 1986)

| | | | |
|----------------------------------------|-------|------|------|
| Весенняя подкормка, кг N/га | Без N | 60 | 120 |
| Общие запасы минерального азота, кг/га | 15 | 75 | 135 |
| <i>Относительный урожай, %</i> | | | |
| Среднее по 8 сортам | 100 | 93,4 | 83,0 |
| <i>Средняя масса ягоды, г/шт.</i> | | | |
| Среднее по 8 сортам | 16,2 | 12,8 | 14,5 |

Подобная закономерность проявляется в яблоневых, грушевых, сливовых и персиковых садах в благоприятные по увлажнению годы, когда высокие дозы азота (более N₉₀) непропорционально увеличивают количество плодов более мелкого размера на дереве с затягиванием срока их созревания. Это особенно часто проявляется у деревьев, вегетативно размножаемых (корнесобственные растения).

Во избежание избыточного питания азотом в годы с сильной обрезкой деревьев дозы азотных удобрений должны быть умеренными.

Большое влияние на качество яблок и их лёжкость при хранении оказывает уровень калийного питания яблонь. Действие калия на рост и развитие, качество урожая проявляется весьма специфично. Оптимум содержания калия в листьях яблони находится в интервале 1,2-1,7% на сухое вещество [42]. Обычно при содержании калия в конце июля - начале августа меньше 1,2% начинается ухудшение качества урожая. Плоды формируются более мелкие, с высоким накоплением органических кислот.

С другой стороны, калий – сильный антагонист магния. Из-за избыточного потребления калия тормозится поступление магния. При этом наступает типичный межжилковый хлороз у старых листьев, классический при магниевом голо-

дании. При высоком содержании калия (более 1,6-1,7% K_2O) в листьях, происходит их преждевременное опадание у основания побегов.

Другая область калийной обеспеченности, связанная с качеством урожая, – это физиологическая стабильность и общая пригодность плодов для хранения. Яблоки с низким содержанием калия, особенно у восприимчивых сортов, склонны к побурению мякоти плода при хранении в хранилище с низкой температурой. С другой стороны, у деревьев с содержанием калия в листьях выше оптимального, сформировавшиеся яблоки склонны к поражению горькой ямчатостью и плохо хранятся. Например, трехлетнее обследование (1978-1980 гг.) более 100 яблоневых садов на Нижней Эльбе (ФРГ) показало, что у сорта Кокс Оранж при содержании калия в листьях более 1,6-1,7% поражение горькой ямчатостью яблочек возросло до 11,4% [42].

Немаловажную роль в проявлении горькой ямчатости имеет оптимизация, как уже указывалось, кальциевого питания. Поэтому оценка в яблоневых садах кальциевого питания деревьев имеет большое практическое значение. При недостаточном поступлении ионов Ca^{2+} в мякоть яблок образуются недоразвитые клетки с нарушенными мембранами. Это нередко приводит к преждевременному опадению яблок. Внешне на плодах образуются коричневые пятна. Это физиологическое проявление называют коричневой пятнистостью. Анализ таких плодов показывает, что в них содержится повышенное количество калия и магния и заниженное – кальция. Коричневая пятнистость проявляется, когда содержание Ca^{2+} в листьях становится менее 0,5% на сухое вещество, а отношение Ca^{2+} и K^+ , как 0,3 : 1,0. Засуха повышает проявление коричневой пятнистости яблочек. Хорошая обеспеченность дере-

вьев водой существенно снижает поражение. Повышению содержания кальция также может служить перерыв в поливе летом, чтобы в плоды вода стала поступать по древесине, а не по лубу.

Более действенная мера, направленная на подавление проявления горькой ямчатости яблок при хранении, – опрыскивание листьев растворами солей кальция. Для этих целей в конце июля, начале августа проводят обработку сада раствором хлорида кальция ($\text{CaCl}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) из расчета 3,5-7,5 кг соли на 1 га, готовя из него раствор с концентрацией не более 0,5-0,6% (табл. 12).

Часто высокому содержанию калия соответствует явление недостатка кальция.

Таблица 12

Содержание Ca^{2+} и соотношение K^+ и Ca^{2+} в яблоках сорта Голден Делишес и поражаемость их горькой ямчатостью в период хранения

| Часть кроны дерева | Содержание Ca^{2+} , мг/100 г сухой массы плода | Отношение $\text{K}^+ / \text{Ca}^{2+}$ | Средняя масса плода, г | Повреждаемость горькой ямчатостью, % |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Контрольные деревья | | | | |
| Верхняя | 12,4 | 47,5 | 162,7 | 58,2 |
| Средняя | 13,6 | 42,5 | 149,1 | 36,7 |
| Нижняя | 14,1 | 39,2 | 139,6 | 21,9 |
| Деревья, обработанные CaCl_2 (0,6% раствор) | | | | |
| Верхняя | 13,7 | 38,3 | 158,7 | 6,2 |
| Средняя | 15,0 | 35,8 | 148,6 | 3,8 |
| Нижняя | 15,2 | 35,9 | 134,6 | 0,0 |

Высокое содержание этого элемента (К) влияет на ухудшение качества плодов. В этой ситуации дальнейшее удобрение вредно на протяжении 2-3 лет до достижения оптимального уровня.

Контрольные вопросы

1. Какова физиологическая роль азота в процессах фотосинтеза и вегетативного роста садовых культур?

2. Каким образом фосфор и калий участвуют в важнейших метаболических функциях растительного организма?
3. Какие наиболее распространённые причины кальциевого и магниевого голодания у садовых культур?
4. Каким образом бор и железо участвуют в отдельных физиологических процессах растений?
5. Какая биохимическая роль отводится меди, цинку и марганцу в жизнедеятельности плодовых и ягодных культур?
6. Какую потребность в питательных веществах проявляют плодовые и ягодные культуры в разные периоды роста?
7. Как условия внешней среды, влияют на поглощение питательных веществ?
8. Почему соотношение K^+ и Ca^{2+} , K^+ и Mg^{2+} является одним из основных факторов сбалансированности минерального питания плодовых и ягодных культур?

ГЛАВА 2. ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПЛОДОВЫХ И ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР

Минеральное питание один из наиболее доступных факторов регулирования жизнедеятельности растений. Поэтому в настоящее время главная задача агрохимии – своевременное и направленное воздействие через процессы корневого питания на ход формирования урожая. Это возможно при правильной диагностике питания растений, т.е. своевременном выявлении недостатка питательных элементов.

Цель методов почвенной и растительной диагностики, входящей в состав комплексной диагностики питания – обеспечение постоянного контроля над условиями выращивания и корректировки питания растений в процессе вегетации, что способствует более полному использованию питательных элементов почвы и удобрений.

Почвенная диагностика включает агрохимическое обследование почвы садового участка, с последующим определением содержания доступных для растений питательных элементов, количества гумуса и реакции почвенного раствора. Оценку полученных данных, следует проводить с учетом истории участка, почвенной карты, агрохимических картограмм, периода отбора образцов, биометрических параметров и физиологического состояния возделываемых растений, а также количества применяемых удобрений под конкретную культуру.

Растительная диагностика – метод, уточняющий действительную потребность плодовых и ягодных культур в удобрениях и дающий возможность принять меры по улучшению питания во время вегетации.

По мнению В.В. Церлинг (1990), наряду с основной задачей – установления потребности растений в элементах пи-

тания – растительная диагностика позволяет решить целый ряд важнейших вопросов почвенного плодородия: действительную доступность для выращиваемых растений соединений питательных элементов почвы; богатство почвы доступными соединениями азота, что трудно определить с помощью почвенных анализов; растительная диагностика характеризует весь корнеобитаемый слой, тогда как почвенные образцы, только лишь место их отбора. Это особенно важно для ягодных кустарников и плодовых древесных растений с корневыми системами, охватывающими большие толщи почвы.

Растительная диагностика многолетних садовых культур включает:

морфо-биометрическую диагностику – проводится на основании информации по величине годичного прироста и длине междоузлий, высоте и массе растений, числу и размеру отдельных частей растения, и соответствии этих параметров фазе развития и возрасту. По совокупности данных параметров определяют отклонения от нормального развития. Заключительный этап – структурный анализ величины урожая, который дает возможность установить, все ли его компоненты были использованы растением или остались еще резервы роста продуктивности;

визуальную диагностику – позволяет определить недостаток или вредный избыток элемента питания, что приводит к изменению обмена веществ в растении. Нарушение физиологических и биохимических процессов в растении приводит к изменению их внешнего вида (тургорного состояния и окраски листьев, пигментирование жилок и межжилкового пространства листовых пластин, слабое развитие фотосинтезирующего аппарата, деформация листьев, усыхание и раннее их опадение). Выявление признаков голодания у расте-

ний, позволяет сделать вывод о состоянии почв, дефиците в них определенных элементов минерального питания и своевременно дать рекомендации о внесении тех или иных удобрений.

Внешнее проявление симптомов и фиксирование отдельных биометрических параметров на практике, позволяют объединить эти виды диагностики и рассматривать их в совокупности;

для лучшего понимания физиологического состояния и большей информативности при изучении питания растений, используют методы *химической диагностики*. В рамках данных исследований производится определение недостаточности питания растений по результатам химического анализа листьев, сока, срезов или вытяжки из черешков, жилок и стеблей. На основе результатов химического анализа на отдельные элементы устанавливают содержание элементов в растении и определяют их недостаток. Выделяют следующие виды химической диагностики:

– *тканевую диагностику* – простой и доступный метод оценки обеспеченности растений минеральными элементами. В основе его лежат анализы тканей (проводящие сосуды, срезы стеблей и черешков) или сока растений, отжатого из листьев или черешков опытных растений, на содержание в них минеральных форм основных элементов питания. Количественное определение производится на основе качественных (цветных) реакций, после добавления соответствующего реактива и сравнения полученной окраски с цветной шкалой. Чем интенсивнее окраска, тем больше определяемого элемента содержится в растении.

Преимущество этого метода над визуальной диагностикой (по внешним признакам), состоит в том, что можно уста-

новить недостаток раньше, чем это найдет отражение во внешнем облике растений. Это позволяет своевременно, без опоздания, провести подкормку и не допустить голодания растений;

– *листовую диагностику*, которая основана на валовом анализе листьев целого растения или отдельных органов. Полученные данные по химическому составу растений (индикаторного органа) сопоставляют с данными справочных таблиц. С учетом состояния, роста и развития растений в определённую фазу, определяют их обеспеченность элементами минерального питания. Растительные образцы для диагностического контроля отбирают с типичных по почвенному покрову и состоянию растений участков. Образцы растений отбирают в определенные для каждой культуры фенофазы, чтобы иметь возможность сравнивать полученные результаты с имеющимися данными.

Диагностический контроль более результативен при раннем обнаружении тех или иных недостатков в питании растений. При осуществлении диагностики питания в разные периоды вегетации, учитывают специфику потребности в питательных элементах различных плодовых и ягодных культур по периодам вегетации.

Метод опрыскиваний или инъекций (в стебель или жилку листа) – используется для диагностики питания микроэлементами. Слабый раствор элемента, недостаток которого подозревается, вводится либо инъекцией в ствол, стебель, ветвь, жилку листа, либо путем опрыскивания части растения, куста, дерева. Если введённый или нанесенный элемент был дефицитный, то растение улучшает тургор, восстанавливает окраску, усиливает рост – наблюдаются признаки выздоровления. Зачастую используется для подтверждения симптомов, отмеченных в рамках визуальной диагностики.

Использование всего разнообразия методов почвенной и растительной диагностики при разработке системы питания плодовых и ягодных садовых культур, будет способствовать выяснению процессов поступления питательных веществ, какие питательные вещества и в каком количестве, и в какой форме нужны растениям. Изменяя химический состав поступающих в растения веществ, их количество и время поступления, можно увеличить урожай, усилить рост растений, ускорить или задержать темп их развития, изменить соотношение между генеративными и вегетативными органами, а также химический состав и качество получаемой продукции.

2.1 Почвенная диагностика питания растений

Питание растений – есть совокупность процессов поглощения, передвижения и усвоения макро- и микроэлементов, необходимых для жизни растительного организма. Все эти элементы поступают в растворенном виде из почвы. Учёт доступных для растений форм элементов питания в почве – важная составляющая рационального и обоснованного применения удобрительных средств в любом агроценозе. Систематический мониторинг агрохимических показателей почвы в многолетних насаждениях позволяет более объективно оценивать результативность разработанной системы удобрения для конкретного многолетнего насаждения.

В дерново-подзолистых и серых лесных почвах с низкими значениями рН часто наблюдается значительное содержание аммиачного азота при малом количестве нитратного. Однако, при этом, растения испытывают недостаточную обеспеченность азотом и хорошо отзываются на азотные удобрения. Меньшая доступность почвенного аммонийного азота для растений по сравнению с нитратным объясняется, прежде всего, тем, что основная часть аммония находится в почве в поглощенном состоянии.

На основании данных о наличии аммония в почве нельзя непосредственно судить об обеспеченности растений усвояемым азотом. В отличие от нитратов эта доступность зависит от ряда физико-химических и физиологических факторов, сочетание которых в тех условиях, в которых происходит накопление аммиака в почве, может значительно снизить доступность его растениям. На степень доступности для растений аммонийного азота могут влиять следующие факторы: а) степень насыщенности аммонием почвенных коллоидов; б) реакция среды; в) состав сопутствующих обменных катионов.

Накопление нитратов в почве свидетельствует о её хорошем «санитарном» состоянии: те же величины рН, концентрации и состав почвенного раствора, степень аэрации, влажность и температура почвы, которые благоприятны для большинства культурных растений, способствуют и процессу нитрификации. Данные по динамике нитратов используются для характеристики азотного режима почв, для суждения о целесообразности внесения азотных удобрений, о сроках и дозах их внесения; более того, динамика нитратов в почве в большой мере характеризует ее плодородие.

Таблица 13

Группировка по обеспеченности растений нитратного азота

| Содержание N-NO ₃ , мг/кг почвы | | Обеспеченность растений |
|--------------------------------------------|----------|-------------------------|
| 0-20 см | 20-40 см | |
| < 10 | < 5 | очень низкая |
| 10-15 | 5-10 | низкая |
| 15-20 | 10-15 | средняя |
| > 20 | > 15 | высокая |

Для оценки почвы по степени обеспеченности подвижными (доступными) формами фосфора и калия и корректировки доз соответствующих минеральных удобрений используют показатели (индексы) обеспеченности. В таблицах 14-17

приводится группировка почв по степени обеспеченности подвижным фосфором и калием, рекомендуемая для различных типов почв и групп культур.

Таблица 14

Уровни обеспеченности почвы подвижным фосфором для плодовых культур в слое 0-40 см, мг P₂O₅/кг почвы (Рекомендации..., 2010)

| Уровень обеспеченности | По Кирсанову | По Чирикову | По Мачигину |
|------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Низкий | <60 | <80 | <22 |
| Средний | 60-90 | 80-100 | 23-27 |
| Повышенный | 90-120 | 100-130 | 28-38 |
| Высокий | 120-150 | 130-150 | 39-50 |
| Очень высокий | >150 | >150 | >50 |

Таблица 15

Уровни обеспеченности почвы подвижным фосфором для ягодных кустарников и земляники в слое 0-40 см, мг P₂O₅/кг почвы (Рекомендации..., 2010)

| Уровень обеспеченности | По Кирсанову | По Чирикову | По Мачигину |
|----------------------------|--------------|-------------|-------------|
| Малина, ежевика, смородина | | | |
| Низкий | <75-100 | <90-110 | <16-30 |
| Средний | 101-125 | 111-160 | 16-40 |
| Повышенный | 126-150 | 161-220 | 41-50 |
| Высокий | 151-175 | 221-250 | 51-60 |
| Очень высокий | >175 | >250 | >60 |
| Крыжовник | | | |
| Низкий | 51-75 | 91-110 | 16-30 |
| Средний | 76-100 | 111-160 | 31-40 |
| Повышенный | 101-125 | 161-220 | 41-50 |
| Высокий | 126-150 | 221-250 | 51-60 |
| Очень высокий | >150 | >250 | >60 |
| Земляника | | | |
| Низкий | 26-50 | 41-80 | 16-30 |
| Средний | 51-75 | 81-120 | 31-40 |
| Повышенный | 76-100 | 121-150 | 41-50 |
| Высокий | 101-125 | 151-200 | 51-60 |
| Очень высокий | >125 | >200 | >60 |

Примечание. Уровни обеспеченности могут быть применены и для слоя почвы 0-25 (30) см на плантациях земляники и малины [5].

Следует отказаться от внесения калийных удобрений в текущем году, если в свежих невысушенных образцах содер-

жание легкоподвижного калия (по методу Кирсанова и Чирикова) составляет более 40 мг/кг для лёгких песчаных и более 80 мг/кг для тяжёлых суглинистых почв.

Таблица 16

Уровни обеспеченности средних и тяжелых по гранулометрическому составу почв подвижным калием для плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг К₂O/кг почвы (Рекомендации..., 2010)

| Уровень обеспеченности | Плодовые (семечковые и косточковые) | | Ягодные кустарники, земляника | |
|------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | по Кирсанову или Чирикову | по Мачигину | по Кирсанову или Чирикову | по Мачигину |
| Низкий | <70 | < 140 | <60 | < 150 |
| Средний | 70-90 | 140-210 | 60-120 | 150-180 |
| Повышенный | 90-120 | 210-270 | 120-170 | 180-250 |
| Высокий | 120-150 | 270-340 | 170-210 | 250-300 |
| Очень высокий | > 150 | >340 | >210 | >300 |

Примечание. Индексы обеспеченности могут быть применимы и для слоя почвы 0-25 (30) см на плантациях земляники и малины [5].

Таблица 17

Уровни обеспеченности легких по гранулометрическому составу почв подвижным калием для плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг К₂O/кг почвы (Рекомендации..., 2010)

| Уровень обеспеченности | По методу Кирсанова или Чирикова | По методу Мачигина |
|------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Низкий | <30 | <70 |
| Средний | 30-60 | 70-110 |
| Повышенный | 60-80 | 110-150 |
| Высокий | 80-100 | 150-190 |
| Очень высокий | > 100 | > 190 |

Примечание. Уровни обеспеченности могут быть применены и для слоя почвы 0-25 (30) см на плантациях земляники и малины [4].

По данным ряда зарубежных исследователей, при расчете доз калийных удобрений под плодовые культуры, рекомендовано использовать следующие индексы обеспеченности калием (табл. 18).

Определение проводят в свежих, невысушенных образцах почвы, с использованием в качестве вытеснителя 0,01 М

CaCl₂. Главной особенностью данного метода является то, что он дает представление не только о непосредственной обеспеченности почвы калием, но и о прочности его связи с твердой фазой почвы [42].

Таблица 18

**Степень обеспеченности почв легкоподвижным калием
и дозы калийных удобрений для плодовых культур**

| Степень обеспеченности | Для легких почв | | Для суглинистых почв | |
|------------------------|-----------------|----------------------------------------|----------------------|----------------------------------------|
| | содержание К* | ежегодная доза К ₂ O, кг/га | содержание К* | ежегодная доза К ₂ O, кг/га |
| Низкая | ≤10 | 100 | ≤40 | 250 |
| Средняя | 20-30 | 80 | 50-70 | 120 |
| Высокая | 40-60 | 50 | 80-110 | 0 |
| Очень высокая | 70-100 | 0 | 120-160 | 0 |

* – для пересчёта в К₂O указанные величины умножают на коэффициент 1,2

Фосфорные и калийные удобрения дают высокий эффект при внесении их в период покоя (с октября до начала вегетации). В приствольных кругах удобрения лучше заделывать на глубину 10-15 см, а в междурядьях – до 20 см. Особенно осторожно обрабатывают почву под яблонями на слаброслых подвоях и ягодными кустарниками, корневая система которых расположена поверхностно.

При работе с фосфорными туками важно правильно выбрать форму удобрений исходя из почвенных условий и возделываемой культуры. На почвах слабокислых или близких к нейтральным, с низким содержанием подвижного фосфора, предпочтительнее легкорастворимые фосфорные удобрения. На почвах, достаточно обеспеченных подвижным фосфором, а также при выращивании культур, интенсивно его использующих из труднорастворимых соединений, формы удобрений не имеют большого значения. Усвоение фосфора растениями, эффективность фосфорных удобрений и остаточных фосфатов в почве, возрастают при достаточной обеспеченности азотом и другими элементами питания, в том числе мик-

роэлементами. В свою очередь, оптимальное содержание в почве фосфора повышает эффективность других видов удобрений.

Калийные почвы эффективны на легких песчаных, супесчаных и на торфянистых почвах. Важным условием для эффективного применения калийных удобрений является обеспечение растений фосфором и азотом. На суглинистых и глинистых дерново-подзолистых почвах, содержащих много калия, потребность в нем у культур проявляется при одновременном внесении азотных и фосфорных удобрений. Сбалансированное калийное питание растений способствует получению продукции высокого качества, снижает потери при хранении. При постоянном применении фосфорных и калийных удобрений эффективность последних возрастает.

Как показали многочисленные исследования, лучшими фосфорными удобрениями для плодовых и ягодных культур являются – двойной суперфосфат, аммонизированный суперфосфат, аммофос, из калийных может применяться хлористый калий и другие концентрированные формы.

Почвенная диагностика азотного питания плодовых и ягодных растений, из-за высокой динамичности содержания почвенного азота, особенно его минеральной части, все еще переживает время научного поиска. Тем не менее, при планировании применения азотных удобрений в плодовых агроценозах, следует исходить из учета складывающегося баланса в конкретном насаждении. Использование данного подхода позволяет более объективно подходить к решению вопроса о сроках, дозах и способах внесения азотных удобрений.

Ещё одним элементом, играющим важную роль в жизни плодовых и ягодных растений, является магний. Благодаря

широкому участию во многих биохимических процессах, он оказывает большое влияние на урожай и качество продукции. В зависимости от типа почв, её гранулометрического и минералогического состава, адсорбционных свойств и других факторов, общее содержание магния в почвах неодинаково и колеблется от 0,09 до 1,83%. Самое низкое его содержание наблюдается в песчаных подзолистых почвах, а самое высокое – карбонатных, причём подвижный (обменный) магний составляет всего лишь 5-10% его валовых запасов (табл. 19).

Наиболее распространенным магнийсодержащим удобрением является доломитовая мука, внесение которой в полной дозе при известковании кислых почв, полностью обеспечивает потребность плодовых и ягодных растений в этом элементе на начальных этапах развития. Значительная часть потребности в магнии может удовлетворяться также за счет внесения качественных органических удобрений.

Таблица 19

Группировка почв по степени обеспеченности подвижным магнием для плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг MgO/кг почвы

| Степень обеспеченности | Почва | | |
|------------------------|----------------------|------------------|------------------------------|
| | песчаная, супесчаная | легкосуглинистая | тяжелосуглинистая, глинистая |
| Низкая | <30 | <50 | <75 |
| Средняя | 30-60 | 50-100 | 75-150 |
| Высокая | > 60 | >100 | >150 |

Примечание. Недостаток магния можно ожидать в первую очередь на кислых песчаных почвах или почвах переудобренных калием.

Для плодовых и ягодных культур помимо обеспеченности основными элементами питания необходимо контролировать содержание доступных форм микроэлементов в почве. Недостаток или избыток микроэлементов может приводить к значительному ухудшению качества плодов, снижению урожайя и возникновению заболеваний растений.

Подвижность микроэлементов тесно связана с реакцией

среды почвенного раствора и содержанием органического вещества. После проведения известкования снижается подвижность цинка, марганца и бора, поэтому требуется дополнительное внесение этих элементов в составе комплексных удобрений или в виде подкормок.

Рекомендуется проведение агрохимического анализа корнеобитаемого слоя почв или грунтов наряду с основными показателями плодородия и на содержание основных микроэлементов.

Группировка по обеспеченности почвы подвижными микроэлементами, согласно данных Б.А. Ягодина (2002), представлена в таблице 20.

Микроэлементы для подкормок в составе одноименных или комплексных удобрений применяют, если их содержание в почве ниже уровня высокой обеспеченности и если анализ листьев указывает на их недостаток (В менее 15, Mn – 10, Cu – 10, Zn – 6 мг/кг сухой массы).

Таблица 20

Группировка почв по степени обеспеченности подвижными формами микроэлементов плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг/кг почвы

| Элемент | Вид вытяжки | Градации почв по степени обеспеченности | | |
|----------|--------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|---------|
| | | низкая | средняя | высокая |
| Марганец | ацетатно-аммонийный буфер с рН = 4,8 | <10 | 10,0-20,0 | >20,0 |
| Цинк | | <2,0 | 2,1-5,0 | >5,0 |
| Медь | | <0,20 | 0,21-0,5 | >0,50 |
| Кобальт | | <0,15 | 0,16-0,3 | >0,30 |
| Бор | H ₂ O | <0,33 | 0,34-0,7 | >0,7 |
| Молибден | оксалатный буфер с рН = 3,3 | <0,1 | 0,11-0,22 | >0,22 |

Необходимо отметить, что для регулирования процессов жизнедеятельности растений, минеральное питание является одним из наиболее доступных факторов. С помощью удобрений и прочих агрохимикатов можно изменить направлен-

ность обмена веществ в желаемую сторону, с целью повышения урожайности выращиваемой культуры, и воздействовать на химический состав, который определяет качество урожая, усиливая накопление в растениях ценных биологических веществ.

Плодовые деревья и ягодные кустарники используют элементы питания из большого объёма почвы, поэтому обычными методами анализа в рамках почвенной диагностики, истинно доступную часть запасов элементов питания определить весьма трудно. К тому же, питание дерева в отдельные периоды определяется не только наличием усвояемых питательных веществ в почве, но и их запасами, прежде всего в древесине и ветвях. Только посредством растительной диагностики (визуальной + листовой) можно уловить и распознать внешние изменения, указывающие на определённые нарушения в питании этой группы растений.

2.2 Морфо-биометрическая и визуальная диагностика

При несбалансированном питании или длительном недостатке любого питательного элемента ход метаболических процессов в тканях растения глубоко нарушается. Это сказывается на интенсивности роста и развития, сопровождается морфологическими, биометрическими и анатомическими изменениями с характерными внешними проявлениями на листьях и других органах, а у плодовых и ягодных культур – и на генеративных органах (плодах). Обнаружение характерных симптомов позволяет выяснить, с какими элементами минерального питания связаны эти внешние проявления.

Морфо-биометрическая диагностика. Специалист в области выращивания древесных плодовых и ягодных кустарниковых растений должен чётко представлять характер развития и отдельные морфо-биометрические параметры культур.

Так, при сильном росте побегов плодоносящего сада и среднем уровне урожайности (15-20 т/га) или средней силе роста и высоком формируемом урожае (25-30 т/га), показатель силы роста побегов первого и второго порядков характеризует достаточную обеспеченность плодовых деревьев основными элементами минерального питания, потребляемых из почвенных запасов (табл. 21).

В индивидуальных садах, когда анализ почвы и листьев невозможен по каким-либо причинам, визуальная диагностика, а также учет силы роста побегов позволяют с гораздо большей надежностью сделать заключение о необходимости применения удобрительных средств.

Таблица 21

Интенсивность роста побегов яблони и груши, см

| Сила роста | Длина побегов продолжения на ветвях первого и второго порядков | | | | | |
|---------------|----------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Нечерноземная зона | | Центрально-Черноземная зона | | Южная зона | |
| | молодые деревья | плодоносящие | молодые деревья | плодоносящие | молодые деревья | плодоносящие |
| Очень слабая | < 15 | < 10 | < 20 | < 15 | < 25 | < 20 |
| Слабая | 15-20 | 10-20 | 20-35 | 15-25 | 25-45 | 20-30 |
| Средняя | 30-45 | 20-30 | 35-55 | 25-35 | 45-65 | 30-40 |
| Сильная | 45-60 | 30-40 | 55-75 | 35-45 | 65-85 | 40-50 |
| Очень сильная | > 60 | > 40 | > 75 | > 45 | > 85 | > 50 |

Визуальная диагностика. Используемая на сегодняшний день информация, по листовой и визуальной симптоматике, включает 2 группы признаков: *I группа* – симптомы недостатка проявляются на старых листьях. Такое поведение характеризует наиболее способные к реутилизации элементы питания (N, P, K, Mg, Zn). При недостатке в почве указанных элементов они перемещаются в растении из более старых частей в молодые растущие побеги, на которых не развиваются признаки голодания; *II группа* – симптомы проявляются,

прежде всего, на молодых листьях, верхних побегах и точках роста. Симптомы этой группы характерны для недостатка Ca, B, S, Fe, Cu и Mn. Эти элементы не способны перемещаться в необходимых количествах из одной части растения в другую. Следовательно, если в почве нет достаточного количества перечисленных элементов, то молодые растущие части не получают необходимого питания, что приводит к соответствующим физиологическим расстройствам.

Перед началом визуальной диагностики необходимо предварительно убедиться, что растения не поражены болезнями или вредителями, которые даже при незначительном развитии существенно влияют на внешний вид и физиологическое состояние растений. Угнетенное состояние и физиологические расстройства растений могут быть вызваны засухой, избыточной кислотностью или щелочностью почвы, а также её засолением или низкой аэрацией. Кроме перечисленных условий, следует учитывать особенности погодных явлений в период вегетации и зимовки, уровень применяемой агротехники, параметры проводимых мелиоративных работ при закладке плодово-ягодных насаждений.

При сильном недостатке или избытке элементов питания растения плохо растут и плодоносят. В таких случаях качество получаемого урожая оказывается низким. При определении необходимости применения удобрений, нужно учитывать диагностические признаки недостатка и(или) избытка отдельных элементов питания. Любое изменение внешнего вида растения – сигнал, который можно расшифровать (см. приложения 1-9).

Недостаток азота у плодовых деревьев характеризуется низкими урожаями, короткими длиной 5-10 см – однолетними побегами, яркой окраской еще не выросших мелких

плодов. Листья мелкие, бледно-зеленые, более старые листья оранжевые, красные или пурпурные, рано опадают, плодовых почек и цветков мало, плоды мелкие и сильно окрашены. У яблони, кроме того, черешки листьев красноватые и растут под острым углом к побегу, побеги становятся короткими и толстыми, цвет их изменяется от коричневого до красного. У черешни вызывается камедетечение. Недостаток азота у земляники проявляется в том, что цвет молодых более развитых листьев изменяется от светло-зеленого до желтого, рост листьев ограничен, отмечается слабое образование усов. На взрослых листьях вначале появляются краснеющие зубчики, которые по мере старения листьев становятся ярко-желтыми; часть пластинки листа отмирает.

Недостаток усвояемого азота угнетает растение, приводит к слабому росту и, как следствие, снижению урожая. Однако и избыточное азотное питание, сказывается также отрицательно. Излишнее количество азота в почве вредит только что посаженным деревьям или кустарникам, они хуже приживаются. Иногда уменьшается и сила их роста.

Избыточное количество азота в почве также приводит к отрицательным последствиям, в частности, израстанию вегетативной массы, увеличению продолжительности вегетационного периода, снижению устойчивости растений к болезням и вредителям. Все это приводит к снижению урожая и ухудшению его качества.

При *избытке азота* у яблони – понижается холодостойкость дерева, происходит образование мелких, плохо окрашенных плодов. Отмечается их повышенное предуборочное опадение и позднее созревание. Плоды мелкие, плохого качества, твердые, грубые, нетипичной окраски и вкуса. Избыточное (несбалансированное по другим питательным элемен-

там) азотное питание ведет к снижению качества плодов и их лёжкости, то есть пригодности к хранению. Это, прежде всего, связано с запоздалым созреванием плодов. Кроме того, такие плоды характеризуются объемистой, крупноклеточной структурой, чувствительной к нажиму плода, пониженным содержанием сахаров, повышенной кислотностью и, как итог, ухудшенными вкусовыми качествами, а также возрастающей восприимчивостью к глеоспориозной гнили и физиологическим заболеваниям при хранении.

При *недостатке фосфора* в почве, на растениях образуются более мелкие листья, молодые листья становятся синезелеными, а старые начинают желтеть от краев к центру, появляются небольшие некротические пятна. Постепенно листья засыхают. Происходит торможение роста штамба у молодых деревьев за счёт менее развитой корневой системы. Корни сначала растут в длину быстрее, потом их рост замедляется, и они буреют. Кроме того, ингибируются метаболические процессы в корнях, что ведет к снижению накопления в них пластических веществ и, как следствие, к нарушению побегообразования весной. Данные физиологические и морфологические преобразования приводят к ослаблению закладки цветочных почек и задержке развития плодов. Ко времени уборки в плодах и ягодах накапливается меньше сахара и ароматических веществ. У косточковых формируются мелкие плоды, склонные к увяданию и преждевременному осыпанию.

Недостаток фосфора у яблони выражается в том, что листья мелкие, темно-зеленые, с бронзовым или пурпурным оттенком, ветвление ограничено, листва редкая, плоды мелкие, сильно окрашенные. Признаки недостатка фосфора появляются сначала на нижних ярусах кроны. Листья склады-

ваются лодочкой, при остром голодании возможно опадение листьев, которое начинается с нижней части побегов. У черной смородины пурпурные листья с бурыми пятнами. Мякоть плодов косточковых пород мягкая, кислая, плохого вкуса. У земляники при недостатке фосфора молодые листья голубовато-зелёные, у более старых листьев – покрасневшие края, которые потом становятся пурпурными и бронзовыми, черешки ярко-красные. Жилки листьев с нижней стороны пурпурные, у малины листья тускло-пурпурные, рано опадающие, рост замедлен. Фосфорная недостаточность у растений особенно остро проявляется при холодной дождливой погоде.

Первичных симптомов *избытка фосфора* не выявлено. Однако на физиологическом уровне, нехватка этого элемента приводит к чрезмерно быстрому развитию растений и раннему созреванию плодов, в результате чего их урожай снижается. Его избыток проявляется в симптомах *недостатка цинка и меди*.

Наибольшую опасность представляет *недостаток калия*, который отрицательно сказывается, как на формировании урожая текущего года, так и на закладке цветковых почек будущего урожая. При значительном недостатке калия листья желтеют с краев. В дальнейшем их края и верхушки приобретают бурую окраску, иногда с красными "ржавыми" пятнами, а затем происходит отмирание и разрушение этих участков. Листья при этом выглядят как бы обожженным (краевой ожог листа).

При *недостатке калия* у яблони листья становятся голубовато-зелеными. Листья среднего возраста могут проявлять признаки междужилочного хлороза, они становятся морщинистыми, некротическими, начиная с краев, и некоторое время после гибели не опадают с деревьев. Плоды плохо

окрашены и мелкие. Возможно неравномерное созревание яблок и ягод чёрной смородины. У вишни и сливы, при недостатке калия листья становятся голубовато-зелеными и скручиваются вдоль средней жилки. Появляется хлороз листьев, после которого следуют ожоги или некроз, мякоть плодов становится кислой и деревянистой. У земляники при недостатке калия молодые листочки имеют голубовато-зеленую окраску вокруг средней жилки, черешки покрасневшие, затем листья отмирают.

Избыток калия более опасен, чем его недостаток. При избыточном калийном питании в результате антагонизма поступление ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в репродуктивные органы тормозится, поэтому у ряда сортов яблони усиливается предрасположенность плодов при хранении к горькой ямчатости, побурению мякоти, глеоспориозной гнили и побурению сердечка.

Недостаток кальциевого питания в условиях эксперимента регистрируется довольно чётко. Приостанавливается рост корней с последующим их побурением и отмиранием кончиков, замедляется общий рост побегов и ствола, верхушечные листья светлеют. Недостаток поступления кальция при формировании плодов резко снижает их качество.

Неизбежным компонентом низкого содержания кальция в клетках является проявление горькой ямчатости, а также побурение мякоти плода. В значительной мере проявление этого заболевания связано с нарушением структуры и прочности клеточных мембран. Происходит массовое разрушение клеток и всё внутреннее содержимое плода принимает окраску от светло- до темно-бурой.

При *недостатке кальция* у яблони, смородины и крыжовника, который обычно наблюдаемого в результате избы-

точного внесения калийных и магниевых удобрений, отмирает точка роста верхушек побега, «ожог» и закручивание кверху листьев (в первую очередь верхних). У земляники отмирает точка роста и ткань листа.

Вредный избыток кальция у растений проявляется также как недостаток цинка, магния, марганца, бора и калия. При избытке кальция растение не может усваивать железо. Появляются признаки хлороза. Чаще такое наблюдается на растениях, если существенно превышен уровень кислотности почвы, или на бедных калием почвах.

Магниевое голодание приводит к изменению окраски листьев: она становится более светлой, даже желтоватой, при этом жилки остаются зелеными, а поверхность листа между ними светлеет. Постепенно пожелтевшая часть листа буреет и ткань отмирает. Признаки магниевого голодания проявляются прежде всего на старых листьях растений. Острый дефицит магния вызывает «мраморность» листьев, их скручивание и пожелтение. После этого листья опадают, начиная с основания побегов.

Дефицит магния усиливает окислительные процессы в растениях, что обуславливает меньшее образование женских цветков у раздельнополых растений. У растений, испытывающих недостаток магния, задерживается цветение, а сами цветки менее интенсивно окрашены.

При остром *недостатке магния* плоды не созревают и остаются мелкими, плохо окрашенными, возникает побурение мякоти. Под термином «побурение мякоти» понимают все заболевания мякоти плода вследствие нарушения обмена веществ и образования токсических соединений.

Симптомы *недостатка магния* у яблони состоят в том, что у более старых листьев на побегах прироста текущего го-

да развиваются светло-зеленые или серо-зеленые пятна между жилками, часто распространяющиеся до краев листа. Эти пятна скоро приобретают желтовато-коричневую окраску, а затем становятся темно-коричневыми. У груши – в междужилочном пространстве более старых листьев развиваются продолговатые островки от красновато-коричневого до почти черного цвета. На листьях побегов продолжения образуются некротические пятна, не касаясь жилок листа, которые остаются зелеными. У крыжовника появление красных полос по краям листа. Пораженные листья скоро опадают, остаются розетки мягких тонких светло-зеленых листьев. У сливы, вишни при недостатке магния наблюдается междужилочный хлороз с последующим появлением некроза, который начинается обычно с краев листа. Перед некрозом листья могут быть пурпурного, красного и оранжевого оттенка, опадают рано. У растений земляники более старые листья становятся хлоротичными, иногда они приобретают желтый или красный оттенок.

При избытке магния у растений начинают отмирать корневые волоски и более крупные корни, в результате чего растения перестают усваивать кальций. Итоговой симптоматикой данного расстройства служат признаки кальциевого голодания (отмирают точки роста верхушек побегов, закручивание листьев кверху и т.п.).

Признаки *недостатка железа* проявляются первоначально всегда в пожелтении самых молодых листьев, в виде хлоротичных пятен (хлороз). Данная особенность связана с тем, что способность к реутилизации у данного элемента одна из самых незначительных. Недостаток железа тормозит два важнейших процесса энергообмена растения – фотосинтез и дыхание.

Бледная окраска листьев, наблюдающаяся при слабом недостатке железа, бывает такой же, как при недостатке азота или других элементов. В свою очередь, переход окраски от темной к светлой при недостатке железа резкий, а при недостатке цинка или марганца – постепенный. При среднем недостатке железа наблюдается типичный межжилочный хлороз. Острый недостаток железа приводит к сильному хлорозу, при этом листья становятся совершенно белыми. В этом случае зеленая окраска исчезает и у самых тонких жилок, листья полностью становятся светлыми, начинается отмирание тканей, листья опадают, в результате побеги полностью оголяются и даже гибнут. При улучшении снабжения железом голые, еще не погибшие побеги образуют новые листья [37].

Железный хлороз проявляется особенно часто и сильно у яблони, груши, черешни, персика на карбонатных черноземах, каштановых и засоленных, а также плохо дренированных почвах. Это распространенное физиологическое заболевание в садах южных регионов страны связано, прежде всего, с образованием нерастворимых карбонатов железа [16].

В то же время растения могут страдать от избытка железа в питательной среде. На почве, обогащенной растворимыми формами железа, чрезмерное его поглощение может привести к токсическому воздействию на растения. При визуальной оценке обнаруживаются: плотное оранжевое окрашивание кончиков корней (осадок железа), отсутствие их ветвления, низкорослые побеги, пятна на поверхности листьев, придающие им бронзовый оттенок. Данные проявления возможны на кислых сульфатных, пойменных и гидроморфных почвах, сильнокислых почвах – красноземах, желтоземах. Критический уровень железной недостаточности, оптимум и уровень токсической концентрации для большинства расте-

ний находится соответственно в пределах значений: 10-115, 30-250 и 250-500 мг/кг сухой массы.

Характерным признаком *борного голодания* является появление черных некротических пятен на молодых листьях и верхушечных почках. Недостаток углеводов, воды и минеральных солей вызывает отмирание точек роста стеблей и корней. У растений, испытывающих недостаток бора, накапливаются кофейная и хлорогеновая кислоты, ингибирующие рост (листья становятся тонкими); нарушается синтез нуклеиновых кислот, а также формирование репродуктивных органов (цветки не образуются, пустоцвет, опадение завязей) [37].

В последние годы, особенно в индивидуальных садах, весьма часто проявляется *борное голодание*, выражающееся в засыхании, прежде всего, ствольного побега. Побег вначале оголяется (оппадают листья летом), а у его основания иногда образуется, как бы «розетка» новых листьев уродливой формы. Многократное возобновление и отмирание верхушечной части побегов и листьев приводит к образованию так называемых «ведьминых метел». Плоды семечковых пород мелкие, уродливой формы с внутренним опробковением и трещиноватостью кожицы. Плоды косточковых пород при борном голодании поражаются гуммозом и пробковеют. При недостатке в почве усвояемого бора страдает не только надземная часть плодовых, но и отмечается слабое ветвление корней. Кончики корней становятся утолщенными и некротичными. При остром дефиците бора, корни вообще не образуются. Более выраженным данный эффект может быть на кислых и карбонатных, чаще легких по механическому составу почвах.

Особенно страдают от *недостатка бора* яблоня, груша, вишня, слива, а также виноград. Ягодные кустарники и земляника менее восприимчивы к борной недостаточности.

Недостаток бора у яблони сначала проявляется на молодых побегах, на которых листья становятся желтыми и уродливыми, верхушки и края листьев отмирают, жилки краснеют. В разные годы симптомы проявляются неодинаково. Нормальные по внешнему виду листья почти не развиваются или развиваются медленно и гибнут. Могут образовываться розетки из листьев без зубчиков. Плоды становятся мелкими, внутри и снаружи их появляются опробковевшие растрескивающиеся участки. На поверхности плодов – характерные тёмно-зелёные вдавленности. Недостаток бора уменьшает зимостойкость деревьев. У груши недостаток бора приводит к образованию мелких редко расположенных и часто чернеющих листьев, которые плохо опадают. Однолетние побеги и кора, в том числе на штамбах, отмирают. Плоды завязываются плохо, созревают неравномерно и преждевременно, имеют трещины, мякоть плодов с каменистыми клетками, грубая, сухая, пресная на вкус. У сливы также развиваются неполноценные плоды. Недостаток бора у вишни приводит к появлению узких листьев с неправильными зубчатыми краями. Побеги весной отмирают, а цветки плохо развиваются. У малины листья удлинённые, тонкие, с глубокими вырезами, а на менее пораженных ветках листья изогнутые, с неровной поверхностью, нечеткой зубчатостью, свёрнуты вниз и имеют ненормальное утолщение верхушки. Земляника при недостатке бора становится низкорослой, а ее листья – чашевидными, деформированными, сморщенными и коричневыми по краям. Усы и корни растут плохо. Недостаток бора чаще наблюдается в засушливые годы.

Токсичное действие бора проявляется в угнетении роста, увеличении пероксидного окисления липидов и проницаемости мембран растений. При визуальной оценке главные симптомы отравления растений бором следующие: желтые

верхушки листьев, некроз растительных тканей (начинается с краев листьев), преждевременный листопад. Чувствительны к избытку бора персик, виноград и инжир.

Недостаток цинка у плодовых деревьев проявляется в приобретении листьями ланцетовидной формы (деформация и уменьшение листовой пластинки), побледнения окраски верхних листьев и появления бурых пятен, напоминающих ржавчину, на нижних листьях, возникновении хлоротичных пятен между жилками листьев, формировании розетки с укороченными междоузлиями (задержку роста междоузлий) на побеге, преждевременном созревании растений. Данная симптоматика связана с подавлением процесса деления клеток и влечет за собой необратимые морфологические изменения листьев и стеблей. Происходит торможение роста растений. При сильном дефиците цинка у плодовых деревьев на концах ветвей появляется «суховершинность». Верхушки молодых веток отмирают, и листья преждевременно опадают. Продуктивность деревьев резко падает.

У яблони характеризуется появлением мелкорозеточных, иногда пятнистых листьев, у верхушки побега листья несколько больше развиты и собраны в розетку. Плодов мало, они мелкие и, как правило, деформированные.

Недостаток цинка у плодовых культур проявляется на кислых выщелоченных песчаных почвах, в которых содержится незначительное количество этого элемента, а также на щелочных почвах с низкой доступностью цинка. Обычно у растений, испытывающих недостаток в цинке, в листьях содержится меньше 6 мг этого элемента на 1 кг сухой массы.

Избыточное содержание цинка в питательной среде подавляет рост и развитие растений, вызывает хлороз листьев и нарушает механизм избирательного поглощения корневой системой питательных элементов.

Недостаток меди у плодовых деревьев проявляется в виде неравномерных некротических пятен на верхушечных листьях растущих побегов. Сами побеги вырастают сплюснутыми с недоразвитыми и скрученными листьями. Опадение листьев, которые отмирают и погибают книзу, усиливается от вершины к основанию побега. Это заболевание называется «увяданием кончиков». Из семечковых особенно страдает от *недостатка меди* яблоня, а из косточковых – слива. У citrusовых недостаточность меди называют экзантемой, или суховершинностью. На плодах появляются темно-коричневые клейкие выделения. Часто клейкие натеки бывают и у молодых ветвей между корой и древесиной.

При дефиците меди задерживается образование углеводов и белков и происходит торможение роста растений. Общий симптом дефицита – побеление самых молодых листьев и скручивание их с последующим увяданием и отмиранием.

Симптомы *недостатка меди* у яблони заключаются в том, что сильно растущие побеги продолжения отмирают, на листьях, расположенных на верхушках побегов, развиваются некротические, коричневые пятна, затем верхушки побегов завядают и отмирают; в следующий сезон рост возобновляется из почки, расположенной ниже точки отмирания. Отрастание и отмирание в течение нескольких лет приводят к появлению кустовидной и малорослой формы. При недостатке меди у груши отмирают и завядают листья на концах побегов, а также сами побеги. На следующий год побеги, появляющиеся из почек, расположенных ниже отмерших частей, некоторое время кажутся нормальными, а потом начинают отмирать. У сильно пораженных деревьев рост побегов продолжения останавливается, листья становятся мелкими, деревья не плодоносят, а повторяющееся отмирание и отрастание побегов могут быть причиной появления кустовидных форм,

известных под названием «ведьмины метлы», наблюдается розеточность листьев и гнездовой рост почек.

У сливы наблюдается появление трещин и отмирание коры штамба, выделение камеди, пожелтение и опадение молодых листьев. Через два месяца после цветения у сливы отмирают концевые веточки, а листья на концах побегов становятся желтоватыми. Завязывание плодов ослабевает, плоды становятся мелкими. При неблагоприятных погодных условиях деревья засыхают.

Недостатка меди в первую очередь следует ожидать на гумусированных почвах, где медь связывается в органические комплексы и становится недоступной для питания растений; на почвах, сильно удобренных навозом и азотом. Симптомы недостатка меди проявляются при содержании в 1 кг сухих листьев меньше 4 мг меди.

Растения также чувствительны к *высоким концентрациям меди* в питательной среде. *Избыток элемента* тормозит усвоение растениями фосфора и биосинтез его органических соединений, отрицательно влияет на фотохимическую активность хлоропластов и ослабляет интенсивность фотосинтеза, что особенно заметно в условиях высокой освещенности. При избыточном поступлении меди в растении нарушается механизм избирательного поглощения корневой системой ионов.

Характерный симптом *марганцевого голодания* растений – точечный хлороз листьев: между жилками появляются желтые пятна, позже в этих местах ткани отмирают. Симптомы *недостатка марганца* очень похожи с таковыми при недостатке железа. Чтобы их различить, необходимо сделать анализ листьев и установить валовое содержание марганца. При недостатке марганца, в листьях его содержится менее 10 мг на 1 кг сухого веса.

При недостатке марганца у яблони, груши, абрикоса и малины появляется междужилочный хлороз. Он начинается с

краев листа и распространяется по направлению к главной жилке листа. Охватив все дерево, хлороз может не быть на верхних листьях однолетних побегов. У вишни и сливы, кроме перечисленных признаков, листья становятся мелкими, у земляники – тусклыми.

Чаще всего недостаток марганца проявляется у плодовых и ягодных культур, растущих на почвах, имеющих рН выше 6,5; на карбонатных, старых садовых почвах, на которых продолжительное время вносили навоз и большое количество извести, а также на кислых песчаных почвах, имеющих низкое содержание природного марганца.

Избыток марганца также может вызвать хлороз старых листьев, у которых вокруг жилок образуется зеленовато-коричневые мелкие пятна.

Диагностирование описанных симптомов недостатка элементов минерального питания у плодовых деревьев и ягодных кустарников лучше проводить с использованием определённого алгоритма (табл. 22, 23).

Таблица 22

Ключ для определения симптомов недостаточности элементов минерального питания у плодовых деревьев

| № п.п. | Признаки | Недостаток |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | В начале голодания симптомы развиваются на всем дереве или локализуются на более старых листьях побегов текущего года | ... 2 |
| + | Симптомы появляются вначале на молодых тканях и локализуются преимущественно на верхушках побегов. Отмирание побегов начинается с верхушки. У вновь распускающихся или не совсем еще старых листьев развивается сильный некроз | 5 |
| 2 | Симптомы появляются на всем дереве, но преимущественно локализуются на нижних листьях побегов текущего года. Участки отмершей ткани появляются только при остром голодании | 3 |
| 3 | Листья желтовато-зеленые. Изменение окраски начинается со старых листьев и распространяется в направлении к верхушкам побегов. В листьях обычно накапливается красноватый или багровый пигмент. При продолжительном голодании побеги становятся твердыми и тонкими, листья не достигают обычных размеров | ... (N) |

| | | |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| + | Молодые и почти зрелые листья имеют темно-зеленую окраску, а зрелые – бронзовую или охристо-зеленую. На старых листьях между темно-зелеными жилками появляются участки со светло-зеленой окраской. В стеблях, а также в черешках листьев накапливается, особенно в прохладное лето, ненормально большое количество багрового пигмента. При продолжительном голодании формируются тонкие побеги, мелкие (у яблони) или лентовидные (у персикового дерева) листья | ... (P) |
| 4 | Участки некротизированной ткани листа различных размеров – от мелких точек до крупных пятен по краям листовой пластинки. Листья обычно сморщенные, особенно у персиковых деревьев. Некроз развивается вначале на зрелых листьях в средней или нижней части побегов текущего года. Побеги тонкие | ... (K) |
| + | На наиболее зрелых крупных листьях развивается некроз в виде желто-бурых пятен. Некротизированные листья опадают; дефолиация начинается от основания побегов текущего года и прогрессирует по направлению к верхушке побега. Опадают обычно почти все листья, за исключением розетки тонких темно-зеленых листьев на верхушках побегов | ... (Mg) |
| ++ | Листья мелкие, узкие, более или менее сморщенные и на концах молодых побегов хлоротичные. Побеги тонкие с очень короткими междоузлиями около верхушки и с розетками листьев на ней. Дефолиация прогрессирует от основания побегов к их верхушкам | ... (Zn) |
| 5 | На незрелых, особенно верхушечных, листьях побегов на кончиках и по краям или вдоль средней жилки начинается отмирание тканей. Вслед за сильным повреждением листьев на верхушках побегов начинается отмирание побегов. Одновременно с проявлением этих симптомов происходит обычно и повреждение кончиков корней | ... (Ca) |
| + | Листья более или менее хлоротичные и морщинистые, иногда ненормально толстые и ломкие. В случаях острого голодания возможно отмирание побегов и веточек. На плодоносящих голодающих деревьях развивается поверхностный некроз или некроз мякоти плодов даже в тех случаях, когда ранее не наблюдали признаков ненормального роста вегетативных частей | ... (B) |

Следует также учитывать, что симптомы недостатка элементов питания наблюдаются не только при недостатке данного вещества, но и по другим причинам. Так причиной

появления недостатка элементов питания может повреждение коры штамба или отдельных сучьев. Особенно большое сходство с симптомами недостатка элементов питания имеют признаки несовместимости подвоя и привоя. Несовместимость приводит к нарушению процессов питания и иногда – к появлению симптомов голодания даже на богатой элементами питания почве. Иногда несовместимость можно установить по снижению чистой продуктивности фотосинтеза и вздутию штамба у корневой шейки.

Таблица 23

Ключ для определения симптомов недостаточности элементов минерального питания у ягодных кустарников

| № п.п. | Признаки | Недостаток |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1 | Симптомы локализованы на нижних, более старых листьях или появляются на всем растении | ... 2 |
| + | Симптомы локализованы на верхушечных побегах (на верхних листьях и почках) | 5 |
| 2 | Симптомы локализованы. На нижних листьях появляются крапчатость или хлороз, сопровождающийся образованием некротических пятен (участков отмершей ткани) или без них. Нижние листья засыхают слегка или совсем не подсыхают | 3 |
| + | Симптомы появляются на всем растении. Нижние листья желтеют и засыхают («ожог») | 4 |
| 3 | Нижние листья ломкие, закрученные или согнутые книзу, с желтовато-белой крапчатостью между жилками. Имеются некротические пятна | ... (K) |
| + | Нижние листья имеют багряную окраску и зеленые жилки | ... (Mg) |
| 4 | Растения светло зеленые. Нижние листья желтые, при засыхании буреют | ... (N) |
| + | Растения низкорослые темно-зеленые, созревание замедленное. Листья мельче, чем обычно | ... (P) |
| 5 | Верхушечные почки отмирают, что приводит к формированию сильно кустящегося растения. Молодые листья желтовато-зеленые, цветочные почки хлоротичные | ... (B) |
| + | Верхушечные почки не отмирают. Наблюдается хлороз верхних листьев или листовых почек | 6 |
| 6 | Листья желто-серые или красновато-серые с зелеными жилками | ... (Mn) |
| + | Листья зеленые, растения карликовые | ... (S) |

Метод визуальной диагностики прост, не требует специального оборудования, но и не совсем точен, так как иногда: внешние признаки голодания от недостатка разных элементов имеют высокую степень сходства (азот и молибден), избыток одного элемента питания препятствует поступлению в растение другого (антогонизм К и Са), нехватка одного элемента влечёт за собой и недостаток другого (Mg и P).

Четко выраженные (массовые) внешние проявления признаков голодания зачастую наступают лишь тогда, когда нарушение питания вызвало уже глубокие, часто необратимые изменения в тканях растений, когда даже немедленным внесением соответствующего удобрения бывает трудно устранить последствия голодания.

Важно установить и распознать самые ранние, зачастую еще не четко выраженные внешние (визуальные) признаки путем химического анализа отдельных органов, в основном листьев (листовая диагностика) или использования метода инъекций (опрыскивания).

Для подтверждения отмеченных симптоматических признаков применяется метод опрыскивания целого растения или инъекция соответствующим удобрением (0,5% растворы солей калия и кальция, 0,1% растворы мочевины, монофосфата натрия и сернокислого магния, 0,1-0,02% растворы солей микроэлементов) в участок проводящей ткани. Опрыскивание прекращают, как только раствор начнет стекать с листьев.

Через 7-14 дней после обработки проводят подробный осмотр растения, по итогу которого устанавливают характер изменений и делают заключение о правильности поставленного ранее диагноза.

2.3 Химическая растительная диагностика

Несмотря на все преимущества морфо-биометрической и визуальной диагностики, для более точного определения

состояние посадок плодовых и ягодных культур достаточно эффективно можно использовать химическую (тканевую и листовую) диагностику. Тканевая диагностика устанавливает содержание неорганических форм элементов питания (нитратов, фосфатов, сульфатов, калия, магния и др.) в тканях свежих растений, в их соке и вытяжке. Листовая диагностика основана на анализе валового содержания в листьях элементов питания. Использование этих видов диагностики в своеобразной связке, позволяет более оперативно реагировать на изменения биохимического состава однолетних побегов, получая наиболее информативную картину относительно физиологического состояния растений:

- позволяет выявить и объяснить причины получения определённого уровня урожая с разных участков сада, а также различных изменений в растении в течение вегетации;

- помогает установить различия в требованиях разных сортов, которые сглаживаются при сортоиспытании, приводящемся в строго одинаковых условиях, что может исказить правильную оценку сорта;

- разрешает получить результаты и соотнести их с другими данными (анализом почв, визуальной диагностикой) и более обоснованно составить систему применения удобрений;

- позволяет выяснить, когда, в какой фазе и при каких условиях происходят изменения каких органов и передвижения внутри растения поступивших элементов, благодаря чему создаётся биологическое качество урожая, т.е. накопление минеральных элементов и форм их соединений в будущем урожае, используемом в пищу человеком.

Тканевая диагностика. Совершенствование диагностики питания растений является одной из постоянных задач агрохимии и физиологии растений. Растениеводческой практике предложены простые и доступные методы оценки обеспе-

ченности растений минеральными элементами. В основе их лежат анализы тканей или сока растений, отжатого из листьев или черешков опытных растений, на содержание в них основных элементов питания, определяемых на основе качественных (цветных) реакций, после добавления соответствующего реактива на тот или иной элемент и сравнения окраски сока или ткани с цветной шкалой. Чем интенсивнее окраска, тем больше определяемого элемента содержится в растении. Преимущество этих методов над визуальной диагностикой по внешним признакам состоит в том, что можно установить недостаток того или иного элемента раньше, чем это найдет отражение во внешнем облике растений. Это позволяет своевременно, без опоздания, провести подкормку и не допустить голодания растений.

При проведении тканевой диагностики берут листья одного яруса и возраста. Анализ растений в утренние часы (с 9 до 11) и молодом возрасте (до цветения), более объективно показывает обеспеченность растений элементами питания. Сок следует отжимать из частей растений, позволяющих получить бесцветную окраску, не затрудняющих анализ.

Ход анализа по каждому из основных элементов питания (NPK) подробно описан ниже и в сопроводительной инструкции к прибору (рис. 2).



Рисунок 2. Внутреннее содержимое прибора для проведения тканевой диагностики минерального питания (ОП-2 «Садовод»)

Определение нитратов, фосфатов и калия в растениях, по В.В. Церлинг, проводят на поперечных срезах различных органов растений: стеблей, листьев, их черешков и пластинок, почек, бутонов, цветков и их частей, корней и др.

Чтобы выяснить характер распределения питательных веществ по органам растения, срезы (поперечные и продольные) делают с разных частей: от кончика корня до верхушечной почки, цветка и семени.

Если требуется определить нуждаемость растения в подкормке, можно ограничиться анализом лишь той его части, где искомое вещество локализуется в наибольших количествах: корни, стебли, черешки и главные жилки листьев нижних ярусов. Если в этой части определяемое вещество отсутствует или находится в весьма малом количестве, то делают заключение о необходимости внесения дефицитного элемента.

При оценке результатов анализа важно иметь в виду, что с возрастом растений количество минеральных форм питательных веществ в них уменьшается (особенно нитратов). Например, малое количество нитратов в начале вегетации указывает на недостаток азотного питания, тогда как в фазе цветения такое содержание их считается нормальным.

Прибор В.В. Церлинг содержит все необходимые реактивы и материалы для определения нитратов, фосфатов и калия.

Нитраты. На свежий срез, положенный на стекло, наносят одну каплю 1%-ного сернокислого раствора (в H_2SO_4 плотностью 1,84) дифениламина.

Для ускорения реакции срез раздавливают стеклянным пестиком, взятым из прибора. Полученную окраску оценивают в баллах.

Шкала потребности растений в азотных удобрениях (по В.В. Церлинг)

| Балл | Окраска среза | Нуждаемость растений в азотных удобрениях |
|------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 0 | нет синей окраски | очень сильная |
| 1 | бледно-голубая, быстро исчезает | сильная |
| 2 | голубая окраска проводящих сосудов, быстро исчезает | нуждается |
| 3 | срез и сок голубой окраски, исчезает через 2-3 мин | средняя |
| 4 | срез и сок синее, окраска сохраняется несколько минут | слабая |
| 5 | срез и сок интенсивно-синего цвета, окраска сохраняется некоторое время | не нуждаются |
| 6 | срез и сок темно-синие, окраска устойчивая | избыток нитратов |

В связи с необходимостью уточнения доз азотной подкормки под большинство сельскохозяйственных растений, включая плодовые и ягодные культуры, для получения высококачественного урожая стали широко применять дифениламиновую реакцию на нитраты в срезах на основе прибора ОП-2 (Церлинг). Для этой цели ЦИНАО упростил шкалу до трех баллов: 1 – без окраски или бледно-голубая окраска сока (сильный недостаток азота), 2 – интенсивно-синяя окраска (слабая нуждаемость), 3 – темно-синяя окраска сока. Питание азотом достаточное (рис. 3).

Определения проводят по среднему баллу из 20 параллельных анализов. Для каждого результата даны дозы азотного удобрения: при 1 балл – 60 кг/га, при 2 баллах – 30 кг и при 3 баллах – подкормка не нужна.



Рисунок 3. Сравнение полученной окраски при определении минеральных форм азота и фосфора с упрощенной шкалой

Фосфаты. Содержание их в растении определяют анализом сока из поперечного среза стебля, черешка или глав-

ной жилки нижнего листа. На кусочки (2 см²) фильтровальной бумаги, разложенные на стеклянной пластинке, помещают срезы растений. Их раздавливают пестиком из прибора. На каплю сока и отодвинутый срез наносят по каплям реактивы: молибденовокислый аммоний, бензидин и уксуснокислый натрий.

Более четкая реакция получается при нанесении последующего реактива после высыхания капли предыдущего. Это достигается, когда одновременно анализируют 50 срезов и более. Результаты анализов оценивают в баллах.

Таблица 25

Шкала потребности растений в фосфорных удобрениях (по В.В. Церлинг)

| Балл | Окраска на фильтровальной бумаге | Нуждаемость растений в фосфорных удобрениях |
|------|----------------------------------|---------------------------------------------|
| 0 | нет синей окраски | очень сильная |
| 1 | бледно-серо-голубая | сильная |
| 2 | серо-голубая | нуждаются |
| 3 | светло-синяя | средняя |
| 4 | синяя | слабо нуждаются |
| 5 | темно-синяя | не нуждаются |

Для ускорения анализа можно заранее пропитать фильтровальную бумагу раствором молибденовокислого аммония: высушить, нарезать кусочками по 2 см² и хранить в закрытой коробке (на свету может посинеть).

Калий. Для определения калия, неадсорбированного на органеллах клетки, кладут поперечный срез части растения на фильтровальную бумагу. Срез раздавливают пестиком из прибора в сторону от пятна капли сока. Наносят на пятно сока и срез по одной капле: сначала раствор дипикриламидата магния, затем соляной кислоты HCl. Дипикриламидат калия красно-оранжевого цвета, нерастворим в HCl, тогда как дипикриламидат магния разлагается под действием кислоты, выделяя избыток дипикриламидата магния желтого цвета. Интен-

сивность красного цвета дипикриламмината калия сравнивают со шкалой, прилагаемой к прибору и оценивают в баллах.

Таблица 26

Шкала потребности растений в калийных удобрениях (по В.В. Церлинг)

| Балл | Окраска на фильтровальной бумаге | Нуждаемость растений в калийных удобрениях |
|------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| 0 | лимонно-желтая | очень сильная |
| 1 | соломенно-желтая | сильная |
| 2 | желто-оранжевая | нуждается |
| 3 | оранжевая | средняя |
| 4 | красно-оранжевая | слабая |
| 5 | красно-суриковая | не нуждаются |

Результаты анализа, возможно интерпретировать не только в балльной градации, но и в процентном содержании, что в последующем позволяет соотнести эти данные с результатами листовой диагностики и валового содержания элементов в отдельных частях растений.

При необходимости интерпретации содержания элементов в % выражении, можно воспользоваться следующей таблицей.

Таблица 27

Сравнение оценок содержания нитратов, фосфатов и калия в баллах шкалы В.В. Церлинг и в % сырого вещества

| Соединения, % | Баллы | | | | | | |
|---------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 0-следы | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Нитратный азот (N) | 0-следы | 0,0028 ±0,00061 | 0,00672 ±0,00036 | 0,01505 ±0,00610 | 0,01735 ±0,00072 | 0,02208 ±0,00048 | 0,0705 ±0,00935 |
| Неорганические фосфаты (P ₂ O ₅) | 0,00865 ±0,0003 | 0,0121 ±0,0007 | 0,0174 ±0,00137 | 0,0225 ±0,00245 | 0,0415 ±0,00435 | 0,06925 ±0,00504 | нет баллов |
| Калий (K ₂ O) | 0-следы | 0,13 ±0,035 | 0,24 ±0,012 | 0,33 ±0,018 | 0,37 ±0,013 | 0,54 ±0,023 | то же |

Для понимания степени обеспеченности растений элементами минерального питания, можно сравнить полученные данные с оптимальным содержанием нитратов, фосфатов и калия.

При сильном недостатке питательных веществ, рекомендуемую дозу подкормки увеличивают на одну треть, а

при очень сильном недостатке дают 1,3-1,5 и более дозы. При слабовыраженной потребности в удобрениях дозу, наоборот, можно снизить до $\frac{2}{3}$ или $\frac{1}{2}$ в зависимости от биологических особенностей растения и его требований к количеству и соотношению питательных элементов в конкретную фазу развития.

Листовая диагностика. В садах и на ягодных плантациях о недостатке необходимых растению элементов питания можно узнать исходя из химического анализа листьев. Содержание минеральных элементов в правильно отобранных пробах листьев показывает уровень содержания питательных элементов, находящихся в почве, а также способность корневой системы к получению и передаче листьям таких компонентов.

В свою очередь, на поступление питательных веществ из почвы оказывают влияние такие компоненты как влажность, проницаемость, реакция почвы. Чаще всего в листьях анализируется содержание N, P, K, Mg, реже Ca и B. Изредка, по желанию садовода, можно установить содержание микроэлементов: Cu, Mn, Fe и Zn.

Достоверность результатов анализа листьев зависит от правильного взятия пробы. Большое значение имеет возраст растения и его вовлечённость в процесс плодоношения. Так, листья с молодых деревьев, еще не плодоносящих полностью, либо со старых, но еще плодоносящих, вследствие невысокого урожая забирают больше минеральных элементов, особенно азота.

Менее достоверными могут быть результаты анализов листьев, собранных рано, либо слишком поздно, либо неправильным способом. Чтобы правильно определить содержание элементов в растении, следует собрать листья непосредствен-

но после сбора урожая, промыть в растворе детергентов, прополоскать 3 раза в дистиллированной воде и высушить.

Уровни содержания элементов в листьях поделены на 4 категории: дефицитный, низкий, оптимальный и высокий.

Дефицитное содержание – уровень элемента в листьях, при котором заметны признаки его недостатка. Крайне низкое содержание требует более высокой нормы удобрения, что позволит достичь оптимального уровня. В связи с тем, что удобрения (кроме азотных) относительно медленно перемещаются в почве и поэтому действуют с опозданием. Для более быстрого результата проводится опрыскивание до образования листьев (N, Mg, B, Ca).

Низкое содержание – уровень содержания элемента ниже оптимального количества, поэтому следует внести более 50% от нормы удобрения, чтобы достичь оптимального уровня.

Оптимальное содержание – «мечта садовода», т.е. когда содержание элемента питания оптимально для роста деревьев и кустарников. Поддержание оптимального уровня возможно при ежегодном применении умеренных норм удобрений.

Высокое содержание – уровень избытка удобрения данным элементом, зачастую приводит к резкому снижению питания другим антагонистичным элементом. Очень часто высокому содержанию калия соответствует явление недостатка магния. Высокое содержание этого элемента (K) влияет на ухудшение качества плодов. В этой ситуации дальнейшее удобрение вредно, ввиду чего рекомендуется прекращение внесения удобрений, содержащих данный элемент на протяжении 2-3 лет до достижения оптимального уровня.

Приступая к химическому анализу листьев, следует помнить, что он будет успешным тогда, когда будут учтены

показания анализа почвы и проведена визуальная оценка состояния растений. Проведение листовой и почвенной диагностики осуществляется в агрохимических лабораториях.

Величины, полученные в результате химического диагностического анализа, сравниваются с индексами обеспеченности растений тем или иным элементом питания (табл. 28, 29).

При листовой диагностике минерального питания очень важно время отбора растительных образцов для анализа. Для макроэлементов более представительным является анализ листьев, отобранных на заканчивающих рост побегах (обычно это время в конце июля – начале августа).

Таблица 28

Оптимальное содержание микроэлементов в листьях плодоносящих плодовых деревьев и ягодных культур, мг/кг сухой массы

| Культура | B | Zn | Mn | Fe | Cu |
|------------------|-------|-------|--------|---------|---------|
| Яблоня | 20-50 | 40-50 | 20-200 | 50-150 | 5-20 |
| Груша | 38-54 | 15-20 | - | 30-100 | 5-20 |
| Слива | 30-60 | - | 20-90 | 60-200 | 7-9 |
| Вишня, черешня | 30-50 | - | 45-60 | 120-200 | 8-25 |
| Смородина черная | - | - | 60-65 | 200 | 7,5-10 |
| Земляника | 70 | 40-60 | - | - | 8,5-9,5 |

При листовой диагностике минерального питания очень важно время отбора растительных образцов для анализа. Для макроэлементов более представительным является анализ листьев, отобранных на заканчивающих рост побегах (обычно это время в конце июля – начале августа). Для анализа на микроэлементы берут листья с верхней части прироста ветвей текущего года. Полученные данные используются для корректировки доз удобрений при осеннем внесении.

У косточковых пород следует отбирать образцы в два срока: первый – в середине фазы активного роста побегов для составления рекомендаций по применению удобрений под урожай текущего года; второй – после окончания роста побе-

гов (I-II декада августа) – для рекомендаций осеннего внесения удобрений для урожая будущего года.

Средние зональные дозы удобрений или рассчитанные с помощью баланса для конкретного насаждения, корректируют на основании химического анализа листьев с введением поправочного коэффициента или показателя нуждаемости – «K». Данный показатель рассчитывается как отношение оптимального (критического) содержания элементов питания к его фактическому содержанию в листьях.

Таблица 29

Оптимальные показатели для оценки концентрации макроэлементов в листьях однолетних побегов плодовых и ягодных насаждений, % на с.в.

| Содержание / культура | | Содержание элементов питания | | | | |
|-----------------------|-----------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|---------|---------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO | MgO |
| Низкое | | содержание элементов питания < оптимального на 20-30% | | | | |
| Недостаточное | | то же до 15-20% | | | | |
| Оптимальное | яблоня | 2,2±0,2 | 0,45±0,1 | 1,6±0,1 | 1,0-1,8 | 0,3-0,5 |
| | вишня | 2,4±0,4 | 0,45±0,1 | 2,2±0,3 | 1,5-2,0 | 0,4-0,6 |
| | крыжовник | 2,4±0,2 | 0,55±0,1 | 2,3±0,3 | 1,5-2,5 | 0,4-0,6 |
| | малина | 2,6±0,3 | 0,60±0,05 | 1,7±0,4 | 1,1-2,0 | 0,4-0,6 |
| | смородина | 2,7±0,3 | 0,7±0,1 | 2,0±0,3 | 1,5-2,5 | 0,3-0,5 |
| | земляника | 2,6±0,4 | 0,6±0,05 | 2,2±0,4 | 2,2-3,3 | 0,2-0,4 |
| Выше оптимального | | содержание элементов питания > оптимального на 15-20% | | | | |
| Избыточное | | то же на 20-30% и более | | | | |

Примечание: Приведенные в таблице пороговые значения для оценки концентрации элементов минерального питания относятся только к пробам, взятым в конце июля – начале августа (окончание роста побегов и листьев).

Содержание питательных веществ, выраженное в процентах, лучше относить либо к площади, либо к массе одного или 100 листьев.

При проведении листовой диагностики плодовых и ягодных культур очень важно соотносить полученные данные с физиологическим состоянием и биометрическими параметрами растений. Так, при удобрении азотом, следует

учитывать содержание этого элемента не только в составе листьев, но и интенсивность вегетативного роста деревьев и кустов, длину и толщину приростов за год, окраску листьев и плодов. Излишнее обеспечение растений азотом ведет к очень сильному росту побегов и листьев, что, в свою очередь, уменьшает концентрацию азота на следующих этапах развития растений.

Листовая диагностика минерального питания должна обязательно использоваться в качестве необходимого дополнения при определении обеспеченности почвы элементами питания. Представленная концепция работает и в обратном направлении – трудно однозначно определить уровень обеспеченности растений таким элементом как калий, исключительно на основе химического анализа составных частей фотосинтезирующего аппарата растений. Нахождение в почве элементов питания в виде разных форм (водорастворимая, обменная, необменная и т.д.), способных находиться между собой в динамическом равновесии, обуславливает необходимость определения всех возможных ближних резервов.

Очень важно, что результаты листовой диагностики позволяют определить предельное количество такого важного элемента как кальций. Содержание кальция в растениях значительное, на уровне 1,3-2,0%. Концентрация кальция в листьях влияет на проявление болезней плодов, например, подкожной пятнистости и горькой ямчатости.

Такие элементы как – Cu, Zn, Mn и Fe анализируются редко, только в определенных ситуациях. Примером элемента, анализировать содержание которого в листьях бывает нецелесообразно, является железо. Результаты определения количества железа ненадежны, существенные погрешности возможны из-за содержания в образцах большого количества

пыли и пестицидов, попадающих на поверхность листовых пластин при некорневых опрыскиваниях.

Отдельный отпечаток на уровень потребления и содержания в составе листьев железа накладывает почвенная неоднородность участка. Признаки дефицита железа могут проявляться на почвах с высоким уровнем рН (карбонатные, бурые и черноземные почвы, лессовидные суглинки) который можно диагностировать по содержанию его в листьях. Применение почвенных удобрений с соединениями железа на этих почвах неэффективно, т.к. возможно проявление хлорозов и после опрыскивания соединениями железа. Это относится и к некорневым подкормкам.

Очень часто сильный дефицит железа обнаруживаются в листьях, собранных с деревьев, не имеющих никаких признаков недостатка железа.

В случаях выявления дефицитного и низкого уровней содержания в листовом аппарате растений таких элементов как N, Mg, K и B, и появления признаков их недостатка, следует кроме применения почвенного удобрения, проводить некорневые подкормки. Удобрения, применяемые поверхностно (за исключением азота) вносятся по мере их усвоения в почве, поэтому внесение этих элементов проводится в течение 1-2 лет.

Например, в листьях яблони, как это видно из таблицы 29, оптимальное содержание N считается равным 2,2%, а фактическое содержание данного элемента составляет 1,8%. Коэффициент нуждаемости в данном случае будет равен:

$$K = \frac{C_{\text{Nonm}}, \%}{C_{\text{Nфакт}}, \%} = \frac{2,2}{1,8} = 1,22 \quad (1)$$

Если соотношение элементов питания нарушено, для обеспечения их сбалансированности коэффициент K рассчитывают по формуле:

$$K = \frac{C_{\text{Нонт}}, \%}{C_{\text{Нфакт}}, \%} \times \frac{C_{\text{Кфакт}}, \%}{C_{\text{Конт}}, \%} \quad (2)$$

то есть, дозу азота уточняют по калию. Если в листьях по результатам анализа содержание калия оказалось равным 1,8%, а по таблице 29 оптимальная концентрация калия равна 1,6%. Тогда коэффициент нуждаемости для азота уже составит:

$$K = \frac{2,2 \times 1,8}{1,8 \times 1,6} = 1,40$$

При оптимальной концентрации доза азота по зональным рекомендациям составляет 30 кг/га, в свою очередь фактическая доза составит: $D_{\text{коррект.}} = D_{\text{принятая}} \times 1,40 = 30 \times 1,40 = 42$ кг/га.

А.К. Кондаковым (2008) с учётом содержания элементов питания в почве и листьях предлагается следующий метод расчёта.

Пример расчёта. В почве сада содержание P_2O_5 составляет 70 мг/кг почвы, то есть среднее (таблица 14 – для плодовых деревьев по Кирсанову), содержание в листьях недостаточное. Средняя доза фосфора для яблони 30 кг/га (табл. 30).

Таблица 30

Средние дозы питательных веществ при их низком и среднем содержании в почве, кг/га или г/10 м²

| Питательные вещества | Яблоня, груша | Вишня, слива | Чёрная смородина | Малина и красная смородина | Крыжовник |
|----------------------|---------------|--------------|------------------|----------------------------|-----------|
| Азот – N | 90 | 120 | 90 | 75 | 45 |
| Фосфор – P_2O_5 | 30 | 30 | 30 | 25 | 10 |
| Калий – K_2O | 120 | 150 | 150 | 50 | 100 |

По таблице 31 на пересечении данных по недостаточному содержанию фосфора в листьях и среднему в почве находим поправочный коэффициент 1,5, на который умножается средняя доза фосфора для яблони. Следовательно, доза фосфорного удобрения в действующем веществе составит $30 \times 1,5 = 45$ кг/га или 45 г/10 м².

Поправочные коэффициенты к средним дозам удобрений

| Содержание доступных элементов в почве | Валовое содержание элементов в листьях | | |
|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------|------------------------|
| | недостаточное | оптимальное | избыточное |
| Низкое | 2,0 | 1,0 | удобрения не требуются |
| Среднее | 1,5 | 0,5 | |
| Высокое | 1,0 | - | |

Для получения более полного представления о состоянии питания деревьев дополнительно к листовому химическому анализу необходимо проводить анализ почвы, учитывать биометрические показатели, количество и качество формируемого урожая и др.

Учет силы роста побегов, режима увлажнения, содержания междурядий, степени подмерзания древесины, проявления физиологических заболеваний в насаждениях, связанных с нарушением питания тем или иным элементом, дает очень важную дополнительную информацию для окончательного заключения о проведении агрохимических мероприятий, связанных с внесением удобрений.

Контрольные вопросы

1. Какова сущность и перспективы почвенной диагностики минерального питания садовых растений?
2. Какие уровни обеспеченности почвы подвижными соединениями фосфором и калия считаются оптимальными для плодовых культур;
3. Какие параметры почвы, отвечающие за содержание магния и подвижность микроэлементов?
4. Каким образом структурированы компоненты растительной диагностики минерального питания плодовых и ягодных культур;
5. В чём сущность морфо-биометрической диагностики питания многолетних плодово-ягодных культур?
6. Каким образом проявляются внешние симптомы недостатка основных элементов минерального питания – N, P, K?
7. В связи с чем, возможно проявление внешних симптомов недостатка Ca, Mg и Fe?

8. В чём сложность совместного проявления недостатка макро- и микроэлементов у плодовых и ягодных культур?

9. Как могут быть обозначены внешние симптомы токсического избытка основных элементов (N, P, K, Ca, Mg и Fe) минерального питания?

10. Как проявляются внешние симптомы токсического избытка недостатка основных микроэлементов в процессе минерального питания?

11. Какими могут быть перспективы совместного использования тканевой и листовой диагностики?

12. Для чего необходимо сопоставление результатов листовой диагностики плодовых и ягодных культур с данными, отражающими физиологическое состояние и биометрическими параметрами растений?

ГЛАВА 3. СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

Неоспоримо, что применение удобрений остаётся высокоэффективным фактором интенсификации плодоводства, когда требования конкретной культуры к содержанию элементов питания, её реакция на минеральное питание при тех или иных условиях выращивания взаимообусловлены.

Система применения удобрений в садовых насаждениях призвана решать следующие основные задачи:

- а) повышение и стабилизация уровня урожайности;
- б) воспроизводство и оптимизация почвенного плодородия и отдельных элементов его слагающих;
- в) улучшение и сохранение качества выращиваемой продукции, повышение лёжкости в период хранения;
- г) повышение экономических показателей производства;
- д) охрана окружающей среды.

В конкретном многолетнем насаждении, при определенной системе ухода задачи системы удобрения усложняются, так как значимость той или иной задачи в конкретной обстановке может меняться в зависимости от погодных условий, увлажненности почвы и т.п. При разработке системы удобрения многолетнего насаждения в основе должен лежать принцип: она должна быть динамичной и всегда корректируемой в зависимости от складывающихся условий.

В отличие от большинства сельскохозяйственных растений, плодовые и ягодные культуры в течение своей жизни возвращают в почву значительно меньше органического вещества. Ежегодная многократная обработка междурядий, при паровой системе содержания сада, усугубляет данное положение. Все это приводит к обеднению почвы гумусом, ухудшению её водно-физических свойств и, как следствие, сни-

жению продуктивности культур. В системе удобрения плодовых и ягодных культур на первом месте стоит задача воспроизводства гумуса и оптимизации почвенного плодородия.

3.1 Звенья системы применения удобрений

Систему применения удобрений в садовых насаждениях можно представить следующими разделами: применение удобрений в питомниках, предпосадочное удобрение, особенности применения удобрений в молодом саду, удобрение плодоносящего сада.

3.1.1 Удобрение саженцев в плодовом питомнике

Плодовый питомник необходимое звено для выращивания посадочного материала. Саженцы плодовых культур отличаются высоким выносом основных элементов питания и предъявляют высокие требования к плодородию и водно-физическим свойствам почв. Для формирования 50 тыс. саженцев на среднерослых подвоях в первый год с 1 га вынос азота составляет 25 кг, фосфора – 6 кг, калия – 12-13 кг, во второй год – азота 140-150 кг, фосфора – до 50 кг, калия – 60-75 кг и на третий год – азота 100-120 кг, фосфора – до 110 кг, калия – 60-75 кг. В сумме за три года потребность в азоте составляет 265-290 кг, фосфоре – до 50 кг, калии – 130-160 кг. Исходя из этого, проводят основную заправку органическими удобрениями до 100 т/га и фосфорными и калийными удобрениями по 120 кг/га д.в. При высадке растений в борозды вносят фосфор от 10 до 30 кг/га в зависимости от обеспеченности почвы данным элементом в виде растворимых гранулированных фосфорсодержащих удобрений.

Весной подвой первого года перед началом интенсивного роста подкармливают азотом (40-50 кг/га) и примерно через месяц подкормку повторяют. Привитые однолетки (са-

женцы первого года) также подкармливают азотом в два срока из расчёта 30-40 кг/га – рано весной (в начале их интенсивного роста) и летом, когда побеги (окулянты) достигнут 20 см. На поле с саженцами второго года (двухлетками) обычно проводят одну подкормку весной (N_{30-40}).

3.1.2 Удобрение в ягодном питомнике

Ягодный питомник служит для доращивания укорененных 1-2 летних черенков или отводков. Выращивают саженцы, как правило, из одревесневших черенков (1-2 года). Питомник размещают на хорошо окультуренных почвах. Перед закладкой ягодного питомника при необходимости проводят известкование почвы, вносят 40-60 т/га навоза или 80-90 т/га компоста, по 80-120 кг/га д.в. фосфорных и калийных удобрений и проводят глубокую вспашку почвы плугом с предплужником.

Саженцы первого года ранней весной подкармливают азотом (30-40 кг/га), при медленном их росте подкормку азотом повторяют через месяц. Саженцы второго года подкармливают весной полным минеральным удобрением (по 60-80 кг/га д.в. NPK).

Допосадочное удобрение. Задачей данного способа является окультуривание основной части корнеобитаемого слоя – внесение органических и минеральных удобрений, а при необходимости и мелиорантов, под глубокую обработку почвы. В последующем бывает трудно добиться их глубокого равномерного внесения, если это удастся, то ценой значительного повреждения корневой системы, что существенно сказывается на продуктивности деревьев. Перед закладкой посадок вносят мелиоранты, органические и фосфорно-калийные удобрения под глубокую обработку почвы плантажным плугом. Глубина обработки устанавливается с учетом свойств почвы и вида насаждения (табл. 32).

Таблица 32

Глубина обработки почвы (до закладки сада) в разных природных зонах

| Насаждения | Зона | Глубина обработки, см |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Плодовые деревья | I. Северная (дерново-подзолистые, светло-серые лесные) | 40-50 |
| Ягодные кустарники | | 35-40 |
| Малина, ежевика, земляника | | 25-30 |
| Плодовые деревья | II. Средняя (серые и темно-серые лесные, черноземы выщелоченные и обыкновенные) | 55-60 |
| Ягодные кустарники | | 40-50 |
| Малина, ежевика, земляника | | 35-40 |
| Плодовые деревья | III. Южная (южные черноземы, каштановые почвы) | 65-70 |
| Ягодные кустарники | | 45-50 |
| Малина, ежевика, земляника | | 35-40 |

На кислых почвах проводят известкование, при глубине пахотного слоя 30 см расчётную дозу извести увеличивают в 1,5 раза, при 40 см – в 2 раза. Однако передозировка извести может приводить к борному и марганцевому голоданию. В зарубежной практике для борьбы с горькой ямчатостью известкование проводят на всех почвах с рН ниже 6,0-6,3.

Дозы удобрений при этом дифференцируют в зависимости от типа почвы и содержания в ней подвижных форм фосфора, калия и магния (табл. 33).

Навоз или компосты вносят в сочетании с фосфорными, калийными и магниевыми удобрениями. По рекомендациям И.М. Куликова и др. [19] навоз вносят в дозе 80-120 т/га, фосфорные (P_2O_5) – 250-300 кг/га, калийные (K_2O) – 350-400 и магниевые (MgO) – 150 кг/га под вспашку. Однако следует учитывать, что при содержании подвижного фосфора свыше 400-450 кг/га развивается такое заболевание как «розеточность» вызванное недостатком цинка.

Избыток калия в почве способствует проявлению горькой ямчатости и заболеванию растений мучнистой росой. Основная задача комплекса приёмов внесения удобрений – обеспечить для растений оптимальные условия питания.

Таблица 33

Примерные дозы удобрений перед закладкой сада (Прокошев В.В., 2000)

| Насаждения | Обеспеченность почвы подвижными элементами питания | Навоз, компосты, т/га | Минеральные удобрения, кг/га | | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|-----|-------------------------------|------------------|-----|
| | | | на легких почвах | | | на тяжелых почвах | | |
| | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| Плодовые (семечковые и косточковые) | низкая | 80 | 300 | 250 | 120 | 300 | 400 | 250 |
| | средняя | 60 | 200 | 175 | 60 | 250 | 300 | 100 |
| | повышенная | 40 | 150 | 120 | 40 | 150 | 200 | 30 |
| Смородина | низкая | 100 | 250 | 200 | | 300 | 250 | |
| | средняя | 80 | 175 | 150 | - | 200 | 175 | - |
| | повышенная | 60 | 120 | 100 | | 150 | 120 | |
| Крыжовник | низкая | 100 | 200 | 250 | | 250 | 300 | |
| | средняя | 80 | 150 | 175 | - | 175 | 200 | - |
| | повышенная | 40-60 | 100 | 120 | | 120 | 150 | |
| Малина | низкая | 80 | 150 | 120 | 60 | 150 | 150 | 125 |
| Ежевика | средняя | 60 | 100 | 80 | 40 | 120 | 100 | 50 |
| Земляника | повышенная | 40 | 60 | 50 | 40 | 70 | 60 | 20 |

Примечание. При высокой обеспеченности почвы (V, VI кл.) подвижными формами фосфора, калия и магния соответствующие формы минеральных удобрений не вносят.

При выборе приёмов внесения удобрений необходимо знать потребность культур в отдельных элементах по фазам роста и размещать их в зоне наибольшего соприкосновения с корневой системой растений. При разных способах обработки почвы, распределение удобрений по профилю обрабатываемого слоя происходит неодинаково (табл. 34).

Надо иметь в виду, что подвижность фосфорных и калийных удобрений в почве слабая, они закрепляются почвой и обычно остаются в слое, куда были внесены. При мелкой заделке этих удобрений (под борону или предпосевную культивацию) растения плохо используют питательные вещества удобрений, так как верхний слой почвы подсыхает, мелкие корни с корневыми волосками в нём отмирают. Всё это серьёзно нарушает питание растений и снижает эффективность удобрений.

Таблица 34

**Распределение удобрений по профилю почвы после заделки
их различными орудиями, % (Минеев В.Г., 2006)**

| Слой почвы, см | Орудие | | | | | | |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|
| | плуг плантажный ППУ-50А | | плуг навесной ПЛН-3-35 | | культи- ватор ПРВН-2,5А | плуг- луциль- ник ПЛС-5- 25А | борола диско- вая БДНТ-2,2 |
| | с пред- плужни- ком | без пред- плужни- ка | с пред- плужни- ком | без пред- плужни- ка | | | |
| 0-10 | 7,2 | - | 10,1 | 36,1 | 43,3 | 47,3 | 56,4 |
| 10-20 | 8,1 | - | 23,1 | 35,8 | 42,4 | 34,8 | 43,6 |
| 20-30 | 11,9 | 20,6 | 50,8 | 28,1 | - | 17,9 | |
| 30-40 | 15,0 | 12,5 | 16,0 | - | - | - | |
| 40-50 | 16,0 | 14,2 | - | - | - | - | |
| 50-60 | 24,2 | 26,8 | - | - | - | - | - |
| 60-70 | 17,6 | 25,9 | - | - | - | - | - |

Дозы фосфорных, калийных и магниевых удобрений устанавливаются с учётом окультуренности почвы, вида насаждения, реакции растений на уровень содержания в почве подвижных элементов минерального питания и доведения обеспеченности почвы подвижным фосфором, калием, магнием до оптимальных параметров (табл. 35).

Разовая доза удобрения не должна быть чрезмерно высокой, особенно на легких по гранулометрическому составу почвах.

Таблица 35

**Примерные уровни оптимальной обеспеченности почв подвижными
формами фосфора, калия и магния: для плодовых и ягодных культур
в слое 0-50 см, для земляники, малины и ежевики в слое 0-30 см**

| Почвы | Оптимальное содержание, мг/кг почвы по Кирсанову | | |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-------|
| | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| Дерново-подзолистые: супесчаные, легкосуглинистые | 120-180 | 60-90 | 25-50 |
| средне- и тяжелосуглинистые | 120-180 | 120-180 | 35-70 |
| Серые, светло-серые и темно-серые лес- ные, чернозёмы оподзоленные | 160-200 | 120-180 | 35-70 |

Из-за повышенной концентрации солей в почвенном

растворе, вызванной большой разовой дозой, снижается приживаемости саженцев, замедляется их рост.

Пример расчета. На участке с дерново-подзолистой почвой, предназначенном для закладки яблоневого сада, содержание подвижного фосфора в слое 0-40 см, по результатам агрохимического обследования, составляет 90 мг P₂O₅/кг. Оптимальное содержания подвижного фосфора, согласно табл. 34, составляет 120-180 мг P₂O₅/кг почвы (среднее 150 мг/кг). На каждые недостающие 10 мг P₂O₅ согласно табл. 36, необходимо внести 90 кг P₂O₅/га.

Таблица 36

Дозы фосфорных, калийных и магниевых удобрений (кг д.в./га) на каждые недостающие 10 мг/кг почвы до оптимального содержания

| Почвы | Фосфорные | | Калийные | | Магниевые | |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------|
| | метод определения | P ₂ O ₅ | метод определения | K ₂ O | метод определения | MgO |
| Дерново-подзолистые: супесчаные, легко- и среднесуглинистые | по Кирсанову | 90/45 | по Кирсанову | 120/60 | по Шахт-шабелю | 40/20 |
| Светло-серые и серые лесные легко- и среднесуглинистые | | 60/30 | | 90/45 | | 50/25 |
| Темно-серые лесные, черноземы оподзоленные и выщелоченные, типичные | по Чирикову | 90/30 | по Чирикову | 90/45 | | 40/20 |

Примечание. В числителе дозы удобрений даны для слоя 0-40 см, в знаменателе – 0-20 см [4].

Следовательно, полная допосадочная доза P₂O₅ составит $90 \times 60 / 10 = 540$ кг/га. Чтобы установить окончательную дозу внесения фосфора, учитывают его количество, поступающее с органическими удобрениями. Например, планируется под глубокую предпосадочную вспашку внесение 60 т/га навоза, содержащего 0,20% P₂O₅. Таким образом, с навозом будет внесено 120 кг P₂O₅/га. Окончательная доза P₂O₅ составит: $540 - 120 = 320$ кг/га.

Если глубина предпосадочной вспашки превышает 40 см для плодовых и 20 см для ягодных кустарников, тогда рассчитанную дозу P_2O_5 соответственно увеличивают. Например, при глубине обработки почвы 0-60 см дозу увеличивают на 50%, а для земляники, малины и ежевики – на 25%.

Разовая доза фосфора, вносимого с навозом и фосфорными удобрениями, на дерново-подзолистых и серых лесных почвах не должна превышать 500 кг P_2O_5 /га, а в степной зоне на черноземах и каштановых почвах – 400 кг P_2O_5 /га, а K_2O соответственно 700 и 500 кг/га, MgO – 200 кг/га. Если этими дозами оптимальное содержание подвижных элементов в почве не достигается, тогда недостающее количество их в почве доводят до оптимальных величин внесением удобрений в междурядья через год после закладки сада. Максимальное количество удобрений для разового внесения перед закладкой плантации ягодных культур, не должно превышать 300-400 кг P_2O_5 /га и 250-500 кг K_2O /га.

При высокой обеспеченности почвы подвижными формами элементов питания удобрения перед закладкой сада не вносят.

Сплошное (по всей площади будущего сада) внесение удобрений для предварительного окультуривания почвы целесообразно проводить для садов интенсивного типа, с большой плотностью стояния деревьев (> 500 деревьев/га) или кустарников (> 3300 шт./га). При недостатке удобрений можно использовать узкополосный плантаж по линии будущих рядов растений, который потом дополняется узкополосным плантажом в междурядьях сада в первые годы после его закладки. Траншею нарезают глубиной 45-60 см и шириной 40-50 см плантажным плугом, а удобрения вносят перед образованием борозды. Рассчитанные дозы удобрений на всю пло-

щадь закладываемого сада корректируются соответственно площади траншеи.

Пример расчета. Квартал сада имеет конфигурацию 200×250 м = 5 га. Ширина междурядий будущего сада 4,5 м, расстояние от садовой защиты до первых рядов деревьев 10 м. При ширине траншеи 0,5 м их будет на участке $40 (200 - 2 \times 10) / 4,5$. Длина траншеи составит 230 м $(250 - 2 \times 10)$. Площадь траншеи на участке составит $4600 \text{ м}^2 (0,5 \times 40 \times 230)$. Рассчитанная доза, например, фосфора для сплошного внесения составила $400 \text{ кг P}_2\text{O}_5 / \text{га}$. Тогда в траншеи нужно вносить $400 \times 4600 / 10000 = 184 \text{ кг P}_2\text{O}_5$, или по 18,4 г на один погонный метр траншеи.

Для предпосадочного локального внесения удобрений по линии будущих рядов может быть использован виноградниковый плуг-рыхлитель ПРВН-2,5А, которым удобрения вносят в щели на глубину 30-50 см. Возможен и вариант допосадочного внесения удобрений в предварительно подготовленные траншеи глубиной 90-100 см и шириной 90-110 см. Рассчитанную дозу удобрения для сплошного внесения уменьшают в 2 раза и вносят на дно траншеи и вынутую почву.

Для допосадочного внесения из фосфорных удобрений более пригодна смесь суперфосфата (или аммофоса) и фосфоритной муки (1:1), из калийных – все виды. На легких почвах и при низкой обеспеченности подвижным магнием лучшей формой калийных удобрений будет калимаг (29% K_2O и 9% MgO) или калийно-магнезиальный концентрат (20% K_2O и 8% MgO).

Припосадочное удобрение. При посадке культур вносят органические и минеральные удобрения в посадочные ямы. Наиболее часто плодовые культуры высаживают в предварительно подготовленные посадочные ямы. Для саженцев

семечковых пород (яблоня, груша, айва) ямы копают шириной 1,0-1,2 м, глубиной – 0,6 м, для косточковых пород (вишня, слива, абрикос и др.) – 0,8 и 0,6 м, для ягодных кустарников – диаметром 0,45-0,55 м, глубиной – 0,30-0,35 м.

При посадке саженцев плодово-ягодных культур обязательно внесение удобрений, причем 2/3 дозы минеральных удобрений вносят на дно ямы (или траншеи), а 1/3 – перемешивают с почвой, которой засыпают нижнюю половину ямы. Органические удобрения (навоз, компост) размещают в верхней части ямы или траншеи, чтобы создать условия для деятельности аэробных микроорганизмов после её засыпки. Дозы удобрений при посадке для дерново-подзолистых почв приведены в таблице 37.

Таблица 37

Дозы удобрений на 1 посадочную яму, кг (Спиваковский Н.Д., 1962)

| Культуры | Навоз | Суперфосфат | K ₂ SO ₄ | KCl | NH ₄ NO ₃ | Известь | Зола |
|-------------|-------|-------------|--------------------------------|------|---------------------------------|----------|------|
| Семечковые | 20-30 | 0,6 | 0,15 | 0,10 | 0,06 | 1,0-1,5 | 0,8 |
| Косточковые | 10-15 | 0,4 | 0,06 | 0,05 | 0,04 | 0,5-0,75 | 0,4 |
| Кустарники | 8-10 | 0,3 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,1-0,15 | 0,2 |
| Травянистые | 6-8 | 0,2 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,1-0,15 | 0,2 |

В связи с сокращением производства суперфосфата можно заменить его аммофосом в эквивалентном количестве. Оптимальные дозы удобрений, вносимые непосредственно перед посадкой в посадочные ямы, способствуют ускорению начала цветения и плодоношения. В опытах В.К. Моисеенко (1971) наибольший рост деревьев был отмечен при внесении в посадочный конус 5 кг перегноя + NPK по 60 г. Яблони, удобренные таким способом, цвели уже на 3-й год. При внесении тех же доз в яму (на дно), результат был получен ниже.

Важно отметить, что свежий слаборазложившийся навоз вносить в посадочную яму на большую глубину нельзя, так как создаются анаэробные условия, и минерализация

растительных остатков навоза протекает с образованием вредных органических веществ неполного окисления, которые ухудшают приживаемость и рост саженцев. Если хозяйство не располагает достаточным количеством перегноя, его можно заменить низинным торфом, увеличив дозу в два раза.

По данным А.К. Кондакова [16] если под яблоню или грушу в посадочную яму внесено 30 кг органических удобрений, то минеральные удобрения можно не вносить.

Внесение фосфорных удобрений при посадке не оказывает отрицательного действия на рост и развитие саженцев. Как уже указывалось, при более высоких дозах фосфора на посадочную яму может проявляться розеточность яблони из-за недостатка цинка, вызванного избыточным содержанием фосфора в почве. Высокое содержание фосфора в почве может также снижать доступность меди растениям, а избыток калия тормозит поступление кальция, магния, железа и ряда микроэлементов, поэтому дозы удобрений должны быть достаточными, но не избыточными.

Дозы припосадочного удобрения зависят от концентрации солей вблизи корней. Нередко припосадочное удобрение приводит к неудаче. Наблюдается сильное отставание в росте и задержка начала плодоношения, и даже гибель посадок. В небольшом приусадебном саду можно воспользоваться внесением удобрений по двум вариантам.

Вариант 1. После того как определено место для посадки дерева, необходимо на площадь 1 м² равномерно распределить 15 г простого или 7,5 г двойного суперфосфата и по 25 г аммиачной селитры и любого калийного удобрения (вместо калийных удобрений – возможно использование в количестве одного стакана древесной золы). Затем перекопать и посадить дерево.

Вариант 2. На посадочное место площадью $0,5 \times 0,5$ м и глубиной 0,6-0,8 м под перекопку нужно внести по 150 г двойного суперфосфата (или 300 г простого) и любых калийных удобрений (или 5 стаканов древесной золы). Через полтора месяца после весенней посадки или при осенней посадке через те же полтора месяца после начала весны можно внести 0,6 кг аммиачной селитры с водой или без неё в 4 скважины вокруг дерева на расстоянии от штамба 0,3-0,4 м.

Дозы удобрений при посадке саженцев определяются размером посадочной ямы, поэтому вследствие меньшего размера посадочных ям дозы удобрений под сливу и вишню примерно в 2 раза меньше по сравнению с семечковыми.

При хорошей основной и припосадочной заправке почвы органическими и минеральными удобрениями в первые годы жизни, саженцы плодовых культур не нуждаются в удобрениях.

При посадке ягодных кустарников (смородины, крыжовника, малины и др.) в яму диаметром 50×50 см на глубину 30-35 см вносят 5-10 г N, 20-30 г P_2O_5 и 10-15 г K_2O . Дозы дифференцируют в зависимости от почвенных и климатических условий.

После посадки саженцев плодовых почву вокруг саженца мульчируют торфом или соломой.

Посадку промышленных садов проводят траншейным способом. В отрытую траншею высаживают растения, засыпая их удобренной почвой. Траншеи нарезают специальным плантажным плугом глубиной 40-45 см и шириной 40-50 см. На 100 погонных м траншеи вносят на дерново-подзолистых почвах 0,8-1,0 т органических удобрений, 4-6 кг P_2O_5 и 2-3 кг K_2O , на черноземах – 0,5-0,6 т органических удобрений, 3-5 кг P_2O_5 и 1,5-2 кг K_2O . Органические удобре-

ния разбрасывают узкой полосой по линии будущей траншеи перед ее нарезкой, а фосфорные и калийные удобрения вносят в траншеи.

Р.П. Кудрявец [18] предлагает почву перемешивать с органическими удобрениями из расчета 20-25 кг на каждое растение с добавлением 40-50 г калия и 50-60 г фосфора (дозы для средних по плодородию почв в д.в.). Траншею закрывают, сбрасывая вниз верхний слой почвы, не утрамбовывая.

При посадке ягодных кустарников (смородины, крыжовника, малины) органические и минеральные удобрения вносят в борозды, нарезанные плугом. Посадку саженцев проводят специальной машиной. При траншейном способе посадки, согласно существующим рекомендациям, на 1 га вносят 60 т органических удобрений, 140-200 кг P_2O_5 и 150-200 кг K_2O .

3.1.3 Удобрение молодого сада

Система удобрения молодого сада должна быть направлена на интенсивный прирост скелетных ветвей при формировании кроны. Особое внимание уделяется оптимизации азотного питания растений. Хорошая предпосадочная заправка почвы органическими и минеральными удобрениями обеспечивает интенсивный рост деревьев первые 2-3 года без внесения фосфора и калия. В первые 2-3 года можно вносить весной только азотные удобрения по 50-100 г на одно дерево или 60-90 кг/га. Азотные удобрения вносят поверхностно весной и в середине лета. При поверхностном внесении весной, лучшими формами азотных удобрений являются аммиачные.

Удобрения в молодых садах вносят в приствольные полосы и круги. Для снижения потери влаги из почвы и для поддержания в ней равномерного запаса влаги и уменьшения

уплотнения почвы приствольные круги мульчируют навозом, перегноем, торфом. При толщине покрытия в 8-10 см требуется 8-10 кг торфа или 10-15 кг навоза на 1 м² площади.

Если перед посадкой в посадочные ямы внесено недостаточное количество удобрений, то осенью вносят навоз или компосты, калийные и фосфорные удобрения. На приствольный круг вносят 10-15 кг навоза или компоста и минеральные удобрения – 75 г калия хлористого и 150 г суперфосфата.

Азотные удобрения лучше вносить весной при первой обработке почвы, в количестве до 50 г на площадь приствольного круга и при подкормках [20].

Начиная с 4-го года жизни в молодом саду вносят полное удобрение по проекции кроны из расчета 9 г азота, 6 г фосфора, 8 г калия по д.в. и 6 кг навоза на 1 м² приствольной площади. По мере роста деревьев зону внесения увеличивают, разбрасывая их по проекции кроны и за ее пределами на расстоянии 0,5-1 м. Начиная с 5-летнего возраста сада дозы удобрений рассчитывают на 1 га. В зависимости от почвенных и климатических условий средние дозы минеральных удобрений в молодом саду составляют 60-90 кг/га N, P₂O₅ и K₂O.

Для определения количества удобрений под одно дерево, дозу удобрений, рекомендуемую для внесения на 1 га, делят на число произрастающих деревьев. Например, если на 1 га посажено 500 деревьев яблони (при схеме посадки 4 x 5: в ряду 4 м, между рядами 5 м), то при дозе азота 60 кг/га под каждое дерево вносят его 120 г (60000 г : 500). Один раз в 2-3 года под каждое дерево вносят также 40-50 кг навоза или 10-12 кг птичьего помета.

Сроки и способы внесения удобрений. Органические, фосфорные и калийные удобрения вносят осенью, заделывая их по проекции кроны на глубину 18-20 см. Если фосфорно-

калийные удобрения не вносились осенью, следует внести их весной. Фосфорные и калийные удобрения можно применять в запас на два-три года. Азот в степных районах вносят однократно весной, в зоне достаточного увлажнения дробно: 2/3 дозы вносят весной в фазе интенсивного роста побегов и корней и 1/3 дозы в июле. Формы минеральных удобрений не имеют существенного значения.

3.1.4 Удобрение плодоносящего сада

Система удобрения плодоносящего сада должна учитывать тот факт, что в период плодоношения вынос элементов питания резко возрастает. В течение вегетационного периода плодовые деревья в среднем потребляют с 1 га: азота 57 кг, фосфора 15 кг, калия 61 кг, кальция 82 кг. Органические удобрения вносят 1 раз в 2 года в дозе 30-40 т/га и минеральные от 60 до 240 кг/га в зависимости от обеспеченности почвы элементами питания и с учётом листовой диагностики. Во всех зонах РФ фосфорные и калийные удобрения в саду более эффективно применять в запас на 2-3 года. При запасном внесении фосфорных и калийных удобрений важно обеспечить растения магнием, бором и цинком.

Дозы азотных удобрений под плодовые культуры ежегодно корректируют с учетом урожайности и погодных условий. После высокой урожайности и теплой влажной зимы дозы азота увеличивают на 20-25 %, а после неурожайных лет и морозной сухой зимы, напротив, снижают на 25-30 %. Дозы азота под плодовые культуры не должны превышать 120 кг/га. Исследования, проведенные в различных климатических зонах, показали, что избыток азота особенно во второй половине лета усиливает рост побегов, снижает их морозостойкость, ухудшает качество (вкус, цвет и аромат) и лёжность плодов.

В то же время недостаток азота в почве в конце лета оказывает негативное действие на урожай плодовых культур в следующем году. В Нечерноземной зоне наилучшие результаты дает дробное внесение азота: 70 % дозы весной и 30 % – осенью сразу после уборки урожая. Азот, внесенный весной, расходуется на формирование текущего урожая, а, внесенный осенью, в период второй волны активного роста корней, способствует закладке будущего урожая.

Наряду с азотом, в осенний период, когда в надземных органах и корнях накапливаются резервные питательные вещества, очень важно хорошее обеспечение фосфором, калием и другими элементами питания, обуславливающими рост и урожайность растений в следующем году.

Средние рекомендуемые дозы следующие: для семечковых – $N_{90}P_{60}K_{90}$, для косточковых и кустарников – $N_{60}P_{45}K_{60}$, для полукустарников – $N_{40}P_{30}K_{40}$, для травянистых – $N_{45}P_{40}K_{60}$. РК удобрения вносят осенью, азотные рано весной и в июне-июле. Высокие дозы азота рано весной приводят к слишком интенсивному побегообразованию, которое часто вызывает опадание завязей.

Потребность плодовых деревьев и ягодных кустарников в макро- и микроэлементах определяется по показателям обеспеченности почвы доступными для растений формами, а также по отзывчивости культур на те или иные микроудобрения. В таблице 38 указаны дозы макро- и микроэлементов для основного внесения и некорневой подкормки.

Для уравнивания баланса гумуса в многолетних насаждениях, а также для создания благоприятных водно-физических и агрохимических свойств почвы в саду на почвах всех типов лучшей системой удобрения является *органоминеральная*.

В периоды возобновления вегетации и формирования завязей плодово-ягодных культур, особенно интенсивных сортов, эффективно проведение некорневой подкормки молибденсодержащими удобрениями, это улучшит азотный метаболизм, преобразование фосфора и процессы фотосинтеза, что, в конечном счете, отразится на качестве плодово-ягодной продукции.

Таблица 38

Дозы макро- и микроэлементов для основного внесения и в подкормку

| Питательное вещество | Соединение | Доза микроэлементов, кг д.в./га для основного внесения | Некорневая подкормка | |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | рекомендуемая доза удобрения на одну подкормку, кг/га д.в. | концентрация водного раствора соли, % |
| N | CO(NH ₂) ₂ | - | 3-5 | 0,5-1,0 |
| N, P ₂ O ₅ | (NH ₄) ₂ HPO ₄ | - | 7-10 | 0,8-1,0 |
| K ₂ O | K ₂ SO ₄ | - | 5-8 | 0,9-1,2 |
| MgO | MgSO ₄ | - | 2-3 | 1,8-2,2 |
| B | Na ₂ B ₄ O ₇ * 10H ₂ O | 3-7 | 100-200 г/га | 1,8-2,2 |
| Fe | FeSO ₄ | - | 50-100 г/га | 1,8-2,2 |
| Zn | ZnSO ₄ | 5-15 | 20-50 г/га | 0,5-1,5 |
| Cu | CuSO ₄ | 3-5 | 10-20 г/га | 0,05-0,10 |
| Mn | MnSO ₄ | 3-5 | 100-200 г/га | 0,8-1,2 |

Для этих целей могут быть рекомендованы жидкие удобрения, например ИнтермагЭлементМолибден, содержащее 3 % молибдена (33 г/л) в легкоусваиваемой растениями органической форме и 4,5 % азота (50 г/л). Доза применения для одной некорневой подкормки весной составит 0,5-1 л/га, расход рабочего раствора 500-1000 л/га.

В качестве органических удобрений используют полупрепревший навоз или торфонавозный компост, а в условиях достаточного увлажнения и при орошении выращивают в междурядьях сидеральные культуры. Наиболее выгоден летний посев сидератов. Регулярное использование растений на зеленое удобрение повышает биологическую активность поч-

вы, устраняет эрозию; почва меньше уплотняется. Древесина штамба и ветвей лучше вызревает. В зависимости от типа почвы и водного баланса пригодны различные сидеральные культуры (табл. 39).

Таблица 39

Растения, рекомендуемые в качестве сидеральных культур в садоводстве

| Сидеральная культура | Особенно пригодны для | Норма высева семян, кг/га |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Рапс | всех почв | 10-14 |
| Горчица | | 15-25 |
| Клевер ползучий | | 10-12 |
| Райграс многолетний | более увлажненных районов | 15-18 |
| Редька масличная | | 20-25 |
| Пелюшка | | 180-200 |
| Люпин | засушливых мест произрастаний | 160-190 |

При посеве сидеральных культур к дозам, рассчитанным на получение заданного урожая плодов, вносят дополнительное количество удобрений для получения как можно большей массы высеваемых растений. Под бобовые культуры азотные удобрения не вносят. Примерная схема системы удобрения плодового сада приведена в таблице 40.

Таблица 40

Примерная схема системы удобрения плодового сада

| Возраст сада | Органические удобрения, т/га | Минеральные удобрения, кг/га д.в. | | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO |
| До закладки сада | 80-120 | - | 300 | 300 | 150 |
| Первые 4-5 лет | - | 60 | - | - | - |
| Полное плодоношение | 30-40 (1 раз в 2 года) | 60-90 | 60-90 (1 раз в 2 года) | 60-90 (1 раз в 2 года) | 20 (1 раз в 2 года) |
| Затухание плодоношения | 20-30 (1 раз в 2 года) | 40 | 40 (1 раз в 2 года) | 50 (1 раз в 2 года) | - |

При определении доз удобрений в садах значение имеет не только абсолютный уровень обеспеченности насаждения отдельными элементами питания, но и их соотношение. От соотношения зависит продуктивность насаждения, воспри-

имчивость к болезням и вредителям, поражение морозами, а также проявление физиологических заболеваний – розеточности, суховершинности, горькой ямчатости.

3.2 Особенности удобрения отдельных плодовых и ягодных культур

Особенности удобрения отдельных сельскохозяйственных культур, с учётом их предпочтений и биологических особенностей, является центральным звеном, при выстраивании системы удобрения в рамках конкретного агроценоза.

3.2.1 Семечковые породы (яблоня, груша)

У яблони потребность повторного известкования, с использованием магнийсодержащих известковых материалов, обычно проявляется раньше, чем у груши или косточковых пород. Суммарная разовая доза CaCO_3 на легких почвах не должна превышать 3-3,5 т/га, а на суглинистых – 6,0-6,5 т/га.

Реакция на уровень азотного питания даже у этих плодовых культур различна. Удобрение яблони только одним азотом ухудшает окраску плодов и повышает восприимчивость к глеоспориозной гнили при хранении. При избыточных дозах азота качество плодов снижается у яблони более существенно, чем у груши. Для яблони также важно создание оптимального соотношения K^+ и Ca^{2+} в свежих плодах.

В то же время результаты опытов и практика показывают, что после окончания летнего вегетативного роста побегов опрыскивание деревьев раствором мочевины способствует увеличению дифференциации цветочных почек и стабильному ежегодному плодоношению.

На фоне основного удобрения в плодоносящих садах проводят подкормки, азотную весной за 2-3 недели до цветения, а фосфорно-калийную с органическими удобрениями – осенью. Если осеннюю подкормку не проводили, её объеди-

няют весной с азотной. Для корневых подкормок используются органические (навозная жижа, куриный помет) – по 0,6-1,0 кг на 10 м² (навозная жижа разбавляется водой 1 : 6 или 1 : 10) и минеральные удобрения (мочевина, нитрофоска) – по 10 г на 1 м² [12].

Подкормку азотом плодоносящих растений яблони и груши можно проводить дважды: 70% дозы ранней весной и 30% в фазе физиологического осыпания завязей.

А.К. Кондаков [16] считает, что на бедных и среднеплодородных почвах во избежание нарушения питания фосфором поверхностную подкормку азотом следует проводить не ранее, чем через 6 недель после начала весны.

В последнее время значительное место в оптимизации минерального питания плодовых культур отводится некорневым подкормкам. Среди которых особое место отводится подкормкам мочевиной и растворами солей кальция для борьбы с горькой ямчатостью, а также обеспечение микроэлементами. Опрыскивание мочевиной дает высокий эффект при планировании высокого урожая и когда закладка цветковых почек находится под угрозой. Первую подкормку проводят через 8-10 дней после окончания цветения и при необходимости повторяют 2-3 раза через каждые 2 недели. Последнюю подкормку мочевиной следует проводить не позднее, чем за полтора-два месяца до съёма урожая семечковых культур и за 3 недели – косточковых культур.

Концентрация подкормочного раствора мочевины от 0,5 до 2%. Молодые деревья обрабатывают 1 % раствором мочевины дважды с двухнедельным перерывом. Плодоносящие деревья обычно опрыскивают 0,5% раствором. Следует помнить, что опрыскивание очень слабым раствором, может задержать созревание плодов и ослабить их окраску и лёжкость.

Чтобы уменьшить вероятность ожогов от мочевины рекомендуют давать её в смеси с известью – 6 г мочевины + 1,4 г извести на 1 л воды. Можно использовать раствор аммиачной селитры (0,1-0,2%), сульфата калия (0,5-1,0%), суперфосфат двойной (2-3%, вытяжка), сульфат магния (2%). При использовании $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и CaCl_2 используют 0,5-1,0% раствор.

Продолжительность процесса опрыскивания должна быть ограничена появлением первых стекающих капель на почве. Лучшим временем для опрыскивания является раннее утро.

Питательный раствор следует наносить на нижнюю сторону листа, так как у яблони и груши большинство устьиц находится с нижней стороны листьев. Опрыскивание фосфором и калием можно проводить в течение всей вегетации через каждые 10-14 дней.

Некорневые подкормки проводят в период цветения плодовых культур перед ожидаемыми заморозками за 2-3 часа до их начала. Рекомендуемые концентрации растворов: калийные (сернокислый калий) – 3-4% (300-400 г на 10 л воды), фосфорные (суперфосфат, фосфорнокислый натрий и фосфорнокислый калий) – 4-5% (400-500 г на 10 л воды). Можно также опрыскивать цветущий сад 0,05% раствором буры. Такое опрыскивание повторяют после заморозков 1-2 раза с интервалом в 3-4 дня [18, 12].

Для поддержания оптимального содержания Са в плодах необходимо проводить некорневые подкормки раствором CaCl_2 в концентрации 0,8-1,0% за 2-3 недели до сбора урожая.

Всероссийский селекционно-технологический институт при определении доз минеральных удобрений под яблоню и грушу предлагает учитывать уровень планируемого урожая и плодородие почв (табл. 41).

Таблица 41

Дозы удобрений для яблони и груши (Минеев В.Г., 2006)

| Степень обеспеченности почвы | Дозы удобрений | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | органические удобрения, т/га | минеральные удобрения, кг/га д.в. | | |
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Перед закладкой плантации | | | | |
| Очень низкая | 150 | – | 300 | 450 |
| Низкая | 120 | – | 250 | 375 |
| Средняя | 100 | – | 200 | 300 |
| Повышенная | 100 | – | 150 | 225 |
| Высокая | 100 | – | 100 | 150 |
| Очень высокая | 100 | – | – | – |
| Неплодоносящие насаждения | | | | |
| Очень низкая | – | 90 | – | – |
| Низкая | – | 75 | – | – |
| Средняя | – | 60 | – | – |
| Повышенная | – | 60 | – | – |
| Высокая | – | 60 | – | – |
| Очень высокая | – | 60 | – | – |
| При урожае до 70 ц/га | | | | |
| Очень низкая | 25 | 135 | 90 | 135 |
| Низкая | 20 | 110 | 75 | 110 |
| Средняя | 15 | 90 | 60 | 90 |
| Повышенная | 15 | 90 | 45 | 70 |
| Высокая | 15 | 90 | 30 | 45 |
| Очень высокая | 15 | 90 | – | – |
| При урожае 71-140 ц/га | | | | |
| Очень низкая | 30 | 180 | 135 | 180 |
| Низкая | 25 | 150 | 110 | 150 |
| Средняя | 20 | 120 | 90 | 120 |
| Повышенная | 20 | 120 | 70 | 90 |
| Высокая | 20 | 120 | 45 | 60 |
| Очень высокая | 20 | 120 | – | – |
| При урожае 141-280 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | – | – | – |
| Низкая | 30 | 190 | 150 | 225 |
| Средняя | 25 | 150 | 120 | 180 |
| Повышенная | 25 | 150 | 90 | 135 |
| Высокая | 25 | 150 | 60 | 90 |
| Очень высокая | 25 | 150 | – | – |
| При урожае >280 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | – | – | – |
| Низкая | – | – | – | – |
| Средняя | 30 | 180 | 150 | 210 |
| Повышенная | 30 | 180 | 110 | 160 |
| Высокая | 30 | 180 | 75 | 105 |
| Очень высокая | 30 | 180 | 40 | 50 |

Дозы удобрений обязательно корректируют с учётом содержания элементов питания в листьях. При оптимальном количестве азота в листьях (молодые деревья – 2,4-2,7% и плодоносящие 2,1-2,4%) вносят одинарную дозу – 9 г д.в. на м², при недостаточном – полуторную. При излишнем содержании азота (более 2,7% и 2,4% соответственно) азотные удобрения не вносят.

Дозы калийных и фосфорных удобрений корректируют в зависимости от количества подвижного фосфора и обменного калия (табл. 42).

Таблица 42

Коэффициенты корректировки средних зональных доз внесения фосфорных и калийных удобрений

| Количество подвижных элементов в почве | Количество питательных веществ в листьях, % | | | |
|----------------------------------------|---------------------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|
| | недостаточное | | оптимальное | |
| | до 0,4 | 1,0-1,4 | 0,4-0,7 | 1,4-2,0 |
| | P ₂ O ₅ | K ₂ O | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Низкое | 2,0 | 2,0 | 1,0 | 1,0 |
| Среднее | 1,5 | 1,5 | 0,5 | 0,5 |
| Высокое | 1,0 | 1,0 | - | - |

При излишках фосфора (более чем 0,7%) и калия (более чем 2%) в почве и в листьях удобрения не вносятся [12].

В производственных условиях очень часто проявляется недостаток микроэлементов. При содержании в листьях на 1 кг сухой массы менее 15 мг бора, 6 мг цинка и 10 мг меди и марганца необходимо проводить корневые и некорневые подкормки соответствующими микроудобрениями.

В то же время яблоня отрицательно реагирует на избыток подвижного магния и марганца в почве, груша более устойчива. Но по сравнению с яблоней она на карбонатных почвах еще более восприимчива к железному хлорозу.

Наиболее эффективный способ использования микроудобрений – некорневые подкормки. Опрыскивать растения

можно перед цветением по бутонам, сразу после цветения, в период формирования урожая и после его сбора. Дозы микроудобрений для некорневых подкормок приведены в таблице 43. Обработку деревьев ведут в безветренные, теплые, пасмурные дни. Расход раствора на 1 га составляет 2000 л. Для косточковых деревьев дозы подкормок уменьшают в 2 раза.

Таблица 43

Дозы микроудобрений для проведения некорневых подкормок плодовых деревьев (Минеев В.Г., 2006)

| Элемент | Удобрение | Концентрация раствора, % | Доза, г/10 л воды | Сроки опрыскивания |
|----------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|----------------------------------------------|
| Бор | H_3BO_3 | 0,10-0,15 | 10-15 | 1 – во время цветения, 2 – после цветения |
| Цинк | $ZnSO_4 \times 7H_2O$ | 0,05-0,10 | 5-10 | по листьям |
| Медь | $CuSO_4 \times 5H_2O$ | 0,02-0,05 | 2-5 | по листьям |
| Марганец | $MgSO_4 \times 7H_2O$ | 0,05-0,10 | 5-10 | по листьям |
| Молибден | $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \times 4H_2O$ | 0,01-0,03 | 1-3 | по листьям |
| Кобальт | $CoSO_4 \times 7H_2O$ | 0,005-0,01 | 0,5-1,0 | по листьям |

Обработку марганцевыми, цинковыми и медными микроудобрениями лучше проводить в мае-июне, борными – во время цветения, в борьбе с железным хлорозом – сразу после обнаружения симптомов и потом ежемесячно, если признаки недостатка не исчезнут.

Если же растения пострадали от мороза, а затем и от хлороза можно применить опрыскивание раствором сернокислого железа ($FeSO_4$), в результате чего будет достигнуто более полное восстановление деревьев, увеличение вегетативного роста и урожая. Лучшее время опрыскивания – начало появления хлороза в заметной степени.

Способы внесения удобрений. Способы и дозы внесения удобрений под яблоню и грушу определяют с учётом возраста деревьев. В молодых садах удобрения вносят в приствольные круги. В зависимости от возраста дерева и величины прист-

вольного круга учёные ВНИИС им. И.В. Мичурина рекомендуют вносить следующее количество удобрений (табл. 44).

Таблица 44

Дозы удобрений на одно дерево

| Годы после посадки | Диаметр приствольной зоны, м | Количество навоза, компоста, кг | Минеральные удобрения, г | | |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------|-----------------|
| | | | аммиачная селитра | суперфосфат | хлористый калий |
| 1-2 | 2,0 | 12-15 | 60 | 120 | 40 |
| 2-4 | 2,5 | 20-25 | 90 | 180 | 60 |
| 5-6 | 3,0 | 30-40 | 130 | 270 | 90 |
| 7-8 | 3,5 | 40-45 | 180 | 360 | 120 |
| 9-10 | 4,0 | 50-60 | 230 | 480 | 150 |
| Свыше 10 лет | 5,0 | 80 | 360 | 750 | 240 |

Во взрослых плодовых садах, где корни отходят далеко от дерева и располагаются большей частью за пределами или по периметру проекции кроны, удобрения вносят на всю площадь сада: навоз или компосты один раз в 2-3 года по 30-35 т/га, а минеральные – ежегодно по 90 кг д.в. NPK на 1 га.

На приусадебных участках почвы более богаты элементами питания, поэтому дозы органических и минеральных удобрений можно сократить наполовину [17].

В приствольных полосах и кругах удобрения заделывают при разбросном внесении на глубину 10-12 см, а вблизи стволов – на 5-8 см. Эффективна более глубокая (на 30 см и более) заделка удобрений; для этого удобрения разбрасывают лентой (60-70 см) вдоль рядов по периферии кроны деревьев и запахивают плугом. Эффективно также внесение удобрений в борозды, нарезаемые на глубину 25-30 см на расстоянии 1,0-1,5 м от ряда растений, а в междурядьях через 0,8-1,0 м.

Удобрения в жидкой форме (и растворы) вносят с капельным поливом. Их можно заделывать и глубже (до 40-50 см и более) гидро- и турбобурами, шприцами и гидроимпульсными машинами; при этом эффективность их возрастает в 1,5-2,0 раза.

Формы удобрений. Из азотных удобрений лучшей формой является аммиачная селитра, нитратная форма азота способствует большей закладке плодовых почек, аммиачная усиливает рост побегов, улучшает питание фосфором и повышает содержание сахаров. Из фосфорных – любые, из калийных – исключение составляют сырые калийные соли.

3.2.2 Косточковые породы

Косточковые породы требуют почвы легкого гранулометрического состава. Лучшими почвами являются темноцветные чернозёмы и карбонатные, содержащие в большом количестве кальций. Они не терпят задернения и уплотнения. Плохая обработка почвы и сорняки резко снижают урожайность и ведут к усыханию ветвей и гибели кустов. Вишня и слива требуют нейтральной, но не щелочной реакции почвы. Известкование необходимо для обеспечения растений кальцием, для нейтрализации почвенной среды, улучшения физических свойств почвы и усиления биохимических процессов, протекающие в ней. Недостаток кальция ведёт к задержке роста корней, особенно при кислой реакции среды.

По сравнению с семечковыми и особенно яблоней проблема сбалансированного минерального питания для косточковых менее значима. Но антагонизм K^+ и Mg^{2+} также существенно сказывается на ростовых процессах и урожайности. Поскольку слива, вишня сильнее отзываются на известкование, чем яблоня, применение для этих целей магнийсодержащих материалов значительно устраняет антагонизм калия и магния.

Косточковые породы (вишня и слива) на единицу урожая плодов потребляют больше азота, чем семечковые. Однако, использование в посадках дозы азота более 90 кг/га приводит к формированию белее мелких плодов и удлинению срока их созревания.

Считается, что если в листьях вишни содержание азота менее 3 % на сухое вещество, то наблюдается повышенное опадение завязей. У черешни при содержании в листьях более 3,2 % азота происходит чрезмерное израстание побегов в первые 2 года после закладки сада.

Требования вишни и сливы к условиям питания близки. В нашей зоне наибольшее распространение получила вишня, поэтому приводится система удобрения этой культуры.

Вишня обыкновенная

Предпосадочное (основное) удобрение. В нашей зоне в основном возделывается вишня, которая растёт и плодоносит до 15-16 лет.

Известкование почвы под вишню является необходимым условием получения высоких урожаев. Доза внесения извести зависит от гранулометрического состава почвы и степени её кислотности: на тяжелых суглинистых кислых ($\text{pH}_{\text{сол.}} 4,5-5$) рекомендуется вносить 7-9 т/га (700-900 г/м²), на легких супесчаных слабокислых ($\text{pH}_{\text{сол.}} 5,1-5,5$) – 3-4 т/га (300-400 г/м²). Известь лучше вносить отдельно от минеральных удобрений.

Вишня очень отзывчива на внесение органических удобрений – перепревшего навоза и различных компостов. Торф лучше использовать после предварительного компостирования с другими органическими или минеральными удобрениями. Органические удобрения (перегной, навоз, компосты) вносят по 100-150 т/га или 10-15 кг/м², минеральные – фосфора 150-200 кг/га (15-20 г/ м²), калия 200-250 кг/га (20-25 г/м²).

Припосадочное удобрение. При посадке культуры органические и минеральные удобрения вносят в посадочные ямы. Вынутую из ямы почву перемешивают пополам с перегноем. К полученной смеси добавляют 30-40 г суперфосфата, 20-25 г хлористого калия и до 1 кг золы. Если почвы тяжелые глинистые рекомендуется добавлять 1-1,5 ведра песка [25].

Азотные удобрения вносить в посадочные ямы не рекомендуется, так как они могут вызвать ожоги корней и снизить приживаемость растений.

На личных участках в начале удобрения вносят на всю площадь осенью под перекопку из расчёта на 1 м²: органические удобрения – 10-15 кг, фосфорные и калийные – по 100 г каждого. На кислых почвах отдельно проводят известкование (300-600 г извести в зависимости от кислотности и механического состава почвы) [9].

В посадочные ямы желательно внести органические и минеральные удобрения: по 10 кг перепревшего навоза или 15-20 кг компоста, по 400-500 г суперфосфата, 60 г сернокислого калия или 400-600 г древесной золы; для снижения кислотности почвы – по 200-300 г доломита или молотой извести.

Кислые торфянистые почвы с близким залеганием грунтовых вод малопригодны для возделывания вишни. Для их окультуривания следует на 1 м² внести 50-60 кг плодородной огородной почвы, 1 кг перепревшего навоза, 500-800 г извести, 20-25 г фосфора и 15-20 г калия д.в.

Удобрение в молодом и плодоносящем саду. На среднеокультуренных дерново-подзолистых почвах начинают вносить удобрения со второго года посадки (табл. 45). Если при посадке в посадочные ямы и в основное были внесены органические и минеральные удобрения, то в первые 2 года удобрения можно не вносить, на 3-4-й год ограничиться лишь весенней подкормкой мочевиной из расчёта 20 г/м² с последующей заделкой в почву.

Таблица 45

Примерные дозы органических и минеральных удобрений для молодых насаждений вишни на среднеокультуренных дерново-подзолистых почвах

| Год после посадки | Размеры приствольного круга | | Удобрения | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|
| | | | органические, кг | минеральные, г | | |
| | диаметр, м | площадь, м ² | | NH ₄ NO ₃ | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ × H ₂ O | KCl |
| 2-3 | 2,0 | 5 | 15-20 | 75-90 | 75-80 | 50-60 |
| 4-5 | 2,5 | 7 | 20-30 | 100-130 | 110-120 | 70-80 |

В период плодоношения вишня потребляет значительное количество питательных веществ и нуждается в их дополнительном внесении. Осенью под культивацию вносят фосфорные удобрения в дозе 150-200 г и калийные – 60-80 г из расчета на куст. Один раз в 2-3 года осенью применяют органические удобрения в виде перепревшего навоза или компоста по 20-30 кг. Азотные удобрения (аммиачная селитра или мочевины) вносят рано весной из расчета 50-70 г на куст [32].

При низком плодородии почвы дозы удобрений увеличивают на $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$. Дозы азота изменяют соответственно при увеличении или уменьшении доз внесения фосфора и калия.

В плодоносящих насаждениях почти все почвы требуют периодического (через 5-6 лет) известкования или дробного (через 2-3 года) внесения извести в дозах, соответствующих уровню кислотности. Вносить одновременно азотные удобрения и известковый материал нельзя. Это приводит к потерям азота в атмосферу. Для известкования применяют молотый известняк, известь (пушонка), мел, известковый туф, сланцевую золу. Песчаные почвы хорошо известковать доломитом, содержащим магний [9].

В молодом саду удобрения вносят только в приствольные круги, в плодоносящем (на 5-6-й год) – по всему участку.

Азотные удобрения могут вымываться в нижележащие слои почвы, поэтому их вносят поверхностно в сухом или жидком виде под очередное рыхление на глубину 10-15 см. Лучшие результаты дает не однократное, а дробное внесение азота: $\frac{2}{3}$ рассчитанной дозы азота – ранней весной и $\frac{1}{3}$ – в фазу физиологического осыпания завязей. При слабоинтенсивной окраске листьев на плодовых деревьях, слабом росте побегов первого и второго порядков дополнительно проводят

в июне либо некорневую подкормку мочевиной, либо заделывают в междурядья и приствольные круги 20% весенней дозы.

Органические, фосфорные и калийные удобрения вносят осенью под зяблевую обработку почвы. Фосфорно-калийные удобрения так же, как и органические, можно вносить про запас один раз в 3-4 года. При залужении междурядий сада многолетними травами дозы удобрений удваивают, чтобы обеспечить элементами питания и плодовые деревья и травы.

Эффективны органоминеральные смеси, внесенные в кольцевые канавки или отдельные лунки глубиной 20-30 см, выкопанные по периферии проекции кроны. Жидкие органические удобрения (разбавленные в 10-20 раз коровяк или птичий помет) лучше вносить в борозды глубиной 15-20 см, сделанные вокруг деревьев через 40-50 см. Очень эффективны некорневые подкормки мочевиной (40-50 г на 10 л воды) в первой половине лета. Этим составом опрыскивают листовую поверхность кроны [23].

В настоящее время существуют различные способы повышения урожайности, в том числе с помощью препаратов, стимулирующих завязывание плодов. Один из таких препаратов «Завязь плодовая для вишни» выпускает фирма «Ортон». Как показали испытания препарата во Всероссийском НИИ садоводства имени И.В. Мичурина, завязываемость плодов возросла на 15-20%, а осыпаемость снизилась на 10-20% в зависимости от сорта. Рекомендуются двукратное опрыскивание вишни препаратом: в фазу массового цветения и после опадения лепестков. Для этого препарат (в упаковке 2 г) растворяют в 1 л воды и проводят мелкокапельное опрыскивание. Используют раствор в день приготовления. Расход рабочего раствора – 0,5-1 л на дерево (в зависимости

от возраста вишни). Опрыскивание проводят утром или вечером в сухую безветренную погоду [23].

В Пермском крае более существенное повышение завязываемости выявлено при опрыскивании борной кислотой во время цветения.

На приусадебных участках в период вступления в плодоношение ежегодно вносят на 1 кв. м: навоз или компост – до 10 кг, мочевины – до 25 г, суперфосфат простой – до 60 г или двойной – до 30 г, хлористый калий – до 20 г или древесную золу 200-300 г. В период массового плодоношения дозы минеральных удобрений те же, а количество органических удобрений увеличивают до 15-20 кг. Удобрения вносят под перекопку в приствольные круги.

Во время вегетации можно проводить две корневые подкормки. Их лучше проводить разведенным в воде коровяком с добавлением золы (1 ведро коровяка:5-6 ведер воды:1-1,5 кг золы), который должен настояться 3-6 дней. Поливают из расчета полведра на куст. Подкормку также можно проводить и раствором минеральных удобрений (10 л воды:15 г мочевины:25 г суперфосфата). Первую подкормку проводят ко времени отцветания вишни, вторую 12-15 дней после первой. Через каждые 5 лет почву желательно известковать (на 1 м² – 300-500 г извести или доломита) [26].

Вишня войлочная

Вишня войлочная неприхотлива, растёт на различных почвах, но предпочитает умеренно влажные, рыхлые, средне-суглинистые, нейтральные. Оптимальное значение рН_{сол} 6,0-6,5. При повышенной кислотности почвы необходимо известковать через каждые 5 лет. Войлочная вишня не переносит близкого залегания грунтовых вод. Корни её склонны к вымоканию и выпреванию и наземная часть отмирает. Место для посадки нужно выбирать на хорошо освещенной возвы-

шенности, где зимой не скапливается много снега, а весной не происходит застоя воды [38].

Предпосадочное (основное) удобрение такое же, как для обычной вишни.

Припосадочное удобрение. Саженцы 1-2-х летнего возраста можно сажать осенью и весной. В посадочную яму или траншею шириной не менее 60 см и глубиной не более 50 см вносят: органические удобрения (торф, перегной) – 7-10 кг, известь – 400-800 г, фосфор – 40-60 г, калий – 20-30 г д.в. После посадки почву следует уплотнить, обильно полить и замульчировать торфом или органическими удобрениями.

Удобрение в молодом и плодоносящем саду. В период плодоношения после окончания цветения в приствольные круги вносят на 1 м² 5-7 кг органических удобрений, 70 г фосфорных, 30 г азотных и 20 г калийных. Избыточное или запоздалое внесение азотных удобрений затягивает формирование цветочных почек и снижает зимостойкость растений. Эффективность вносимых удобрений выше, если один раз в 5 лет проводить известкование – 200-300 г известкового удобрения на 1 м² [34].

Удобрять вишню следует в середине осени, так как это дерево начинает радовать нас своим цветением одним из самых первых. Подкормка различными удобрениями (компост торфа, птичий помет, перегной и т.д.) ему необходима для придания роста и силы. Перенос подкормки на весну является совершенно неправильным. Дерево после плодоношения ослаблено и ему необходимо пополнить запасы всех недостающих микро- и макроэлементов. При более позднем удобрении почвы, дерево может плохо пережить морозы из-за ускоренного сокодвижения в нём. Подкормка используется только корневая, так как дерево сбрасывает свою листву, и

внекорневой метод насыщения становится нецелесообразным. Качество и состав удобрений зависит от состава почвы и микроклимата в регионе. Если почва песчаная, то вишня будет нуждаться в усиленном питании, так как из легкого грунта отмечаются значительные потери элементов питания. Осенью необходимо исключить азотосодержащие соединения, а лучшим вариантом станет введение в почву кальция, фосфора и калия. Подкормку следует начинать после того, как собран весь урожай, убраны сгнившие плоды и дерево очищено от нездоровых и сухих веток. На глубину 15 см заделывают 30 кг перегноя для молодых деревьев и 50 кг – для деревьев старше 9 лет. Также можно проводить подкормку с поливом. Для этого готовят такой раствор: 3 ст.л. суперфосфата + 2 ст.л. сульфата калия на 10л воды. Полив должен быть обильным, не менее 15 л воды под взрослые деревья и 8 л – под молодые. Одним из наиболее популярных и недорогих видов удобрений для вишни осенью, является куриный помет. Но следует помнить, что его избыток может привести к ожогам корневой системы. Важно соблюдать схему приготовления удобрений из куриного помета. Для этого необходимо взять 1-1,5 кг куриного помёта и поместить в 10-ти литровое ведро. Добавить туда порядка 4-х литров воды и оставить на 2 дня для брожения. После долить водой до края ведра и тщательно перемешать. Удобрение готово. Следующим по популярности идет навоз или компосты. Для этой цели используется только перепревший навоз 2-3-х годичной давности. Для идеальных по составу плодородных почв можно использовать в качестве удобрения нитроаммофоски. Это сбалансированное удобрение, которое совмещает в своем составе 4 компонента: серу, фосфор, калий и азот. Но для тяжелых глинистых грунтов с недостатком питательных веществ,

только этим удобрением не обойтись. Его необходимо использовать только в комплексе с другими добавками.

Размер приствольного круга должен превышать диаметр кроны дерева, поэтому его величина меняется каждый год. Чтобы правильно рассчитать размеры приствольного круга, необходимо измерить диаметр кроны дерева и умножить на 1,5. Это и будет необходимый диаметр для конкретного дерева. При осенней перекопке необходимо, чтобы плоскость лопаты находилась вдоль радиуса приствольного круга. При несоблюдении этого правила, существует риск повредить крупные корни, которые потом будут долго набираться сил. Чем ближе к штамбу дерева, тем глубина перекопки должна быть меньше. У ствола – 7-8 см, а на остальной площади круга 10-12 см. Обрезка вишни проводится осенью.

Тернослива

В плодах терносливы содержатся аминокислоты, минералы, витамины, пектин, кумарины, дубильные вещества, моносахариды. Польза терносливы заключается в улучшении работы сердечно-сосудистой системы, нормализации работы ЖКТ, повышение иммунитета.

Плоды терносливы способны вызывать аллергическую реакцию. Также они могут повредить людям с повышенной кислотностью желудка и язвы желудка. Терносливу вкусной не назовешь – очень терпкая, зато из нее получают отличные заготовки – варенья и компоты. Ягоды можно сушить и замораживать, а листья – добавлять в чай. В европейских кухнях терносливу используют для приготовления приправ и соусов.

Тернослива может приспосабливаться к любым неблагоприятным условиям. Он морозоустойчив (выдерживает заморозки ниже 40°C), засухоустойчив, стабильно плодоносит в самые неудачные по погодным условиям годы, может расти

на любых почвах и почти не повреждается вредителями и болезнями. Предпочитает хорошо дренированные суглинистые почвы с нормальной кислотностью, обеспеченные элементами питания и без избытка влаги.

При посадке культуры органические и минеральные удобрения вносят в посадочные ямы. Вынутую из ямы почву перемешивают с 3-4 ведрами перепревшего навоза, компоста с добавлением древесной золы из расчёта 0,5 л древесной золы.

Через 2-3 года после посадки в приствольный круг вносят органические и минеральные удобрения. Органические один раз в 3 года из расчёта 4 кг/м², заделывая на глубину 7-10 см. Ежегодно проводят подкормки азотными удобрениями рано весной из расчёта 15-20 грамм д.в. на м².

Черемуха красная

Черемуха красная (виргинская) родом из Северной Америки. В плодах красной черемухи содержится целый ряд ценных органических и минеральных веществ: сахара, органические кислоты (яблочная и лимонная), таниды (дубильные вещества), горькое миндальное масло. Из плодов готовят оригинальный, приятный на вкус напиток, крепостью 7-8°, и черемуховую муку, которая используется, как начинка для хлебных изделий. Кроме того, плоды давно применяются в народной медицине, как хорошее вяжущее, закрепляющее и противогинготное средство. Цветет красная черемуха значительно позже обыкновенной черемухи, когда минуют весенние заморозки.

У черемухи мощная корневая система, поэтому растение выдерживает любую засуху и может расти на любой почве. Однако лучше растёт и плодоносит на рыхлых, плодородных окультуренных почвах. Лучше всего подойдут суглинки со слабо кислой или нейтральной реакцией. Участки с близким залеганием грунтовых вод не рекомендуются для посадки черемухи.

Растение теневыносливо, но лучше всего растет и развивается на хорошо освещенных солнцем участках. Черемуха виргинская отличается жаро- и зимостойкостью (до -35°C), что позволяет сэкономить время и силы при подготовке растения к зимним морозам в большинстве регионов нашей страны. Растение размножается корневыми отпрысками, самосевом и семенами. Лучше посев производить осенью, перед самыми заморозками, на глубину 5-6 см. Красная черемуха нетребовательна к почве и уходу. Когда растения будут в десятилетнем возрасте, у них удаляют излишнюю поросль, чтобы не допускать чрезмерного загущения куста.

Посадочную яму для черемухи выкапывают заранее (хотя бы за 2 недели до посадки). Для заполнения ее используют верхний плодородный слой 20 см, торф, компост (перегной) и песок в соотношении 2 : 1 : 1 : 1. В земляную смесь добавляют гранулированное полное минеральное удобрение 80-100 г. Все хорошенько перемешивают. Если почвы тяжелые, их надо смешать с торфом и песком, а также внести в каждую яму до 300 г суперфосфата. После посадки растения необходимо обильно полить (2-3 ведра воды на одно растение), а затем поверхность приствольного круга замульчировать.

Уход за посадками включает рыхление почвы, поливы, прополки, применение органических и минеральных удобрений. Через 3-4 года после посадки растения вступают в пору плодоношения, одаривая садовода вкусными и полезными плодами.

Черемуха положительно отзывается на внесение удобрений. При весенней перекопке приствольных кругов следует вносить до 3 кг суперфосфата и 0,5 кг аммиачной селитры под каждый куст. После цветения ее подкармливают аммиачной селитрой с поливом 50 г на куст.

3.2.3 Ягодные кустарники и земляника

Ягодные кустарники дают высокие урожаи, когда возделываются в севообороте, где 2-3 поля занимают предшественники, под которые вносят повышенные дозы удобрений. На почвах, заправленных органическими и минеральными удобрениями, ягодные культуры (смородина, крыжовник, малина и др.) первые 3-4 года после посадки хорошо обеспечены всеми элементами питания (кроме азота) и не нуждаются в их дополнительном внесении. В этот период формирования кустов применяют лишь азотные удобрения, которые вносят весной до распускания почек на неплодоносящих плантациях – 40-60 кг/га, плодоносящих – 50-90 кг/га.

Ягодные культуры хорошо отзываются на применение органических удобрений. Оптимальная доза навоза составляет 40-60 т/га, вносят его осенью один раз в 2-3 года. В годы применения органических удобрений минеральные удобрения обычно не вносят.

Не смотря на всё разнообразие ягодных кустарников, лидирующее положение в большинстве садовых участков по прежнему принадлежит смородине.

Смородина чёрная и красная

Основная масса корней черной смородины расположена в верхнем (до 50 см) слое почвы и лишь отдельные корни проникают на глубину 1,2-1,5 м. При этом в слое почвы 0-25 см сосредоточено около 80-85 % от общей массы корней. Красная и белая смородины обладают, по сравнению с черной, более мощной и глубоко проникающей корневой системой.

Смородина, особенно чёрная зимостойкая и довольно влаголюбивая культура. Неплохо растёт и плодоносит в условиях временного переувлажнения. Нецелесообразно закладывать плантации на землях, где подземные воды находятся на глубине менее 1,2-1,5 м. Наличие застойных вод вызывает массовую гибель активных корней.

Смородина произрастает на всех почвенных разностях, но лучшими почвами являются темноцветные с мощностью гумусового горизонта до 30-40 см, среднего гранулометрического состава, имеющие рН более 5,5. На среднесуглинистых окультуренных почвах её урожайность составляет 6-10 кг ягод с одного куста. При возделывании её на песчаных или глинистых почвах урожай в среднем в 1,4-1,6 раза ниже. Считается культурой довольно требовательной к питательному режиму. Посадки смородины размещают на почвах с содержанием фосфора и калия не менее 150 мг/кг. Для смородины очень важен режим питания в период усиленного роста побегов, распускания почек, цветения, завязывания и формирования ягод. После уборки урожая рост побегов прекращается, в растениях происходит отложение питательных веществ, часть их передвигается в корни и участвует в закладке плодовых почек урожая следующего года.

В период вегетации смородина больше всего выносит азота. Динамика потребления азота равномерная и растянутая: до 30% весной, 35% во время формирования ягод и 35% после сбора ягод и массовым листопадом.

Максимальная суточная потребность в фосфоре и калии отмечается в период распускания почек и цветения. До налива ягод потребляется 75% калия и 60% фосфора. Поэтому для получения высоких и устойчивых урожаев уже в начальный период необходим высокий уровень азотно-фосфорного питания. Из минеральных удобрений растения смородины могут использовать до 40-60% азота, 10-20% фосфора и 40-50% калия.

Первые 3-4 года потребность черной смородины в элементах питания выше, чем у красной, а в период массового плодоношения, напротив, красная смородина потребляет примерно в 1,5-2 раза больше питательных веществ.

Красная смородина более устойчивы к засушливым условиям, но более чувствительны к хлору, чем черная. У них больше отчуждается азота и калия с урожаем и обрезанными ветвями, а фосфора меньше, чем у черной смородины.

Перед закладкой плантации смородины проводят сплошное и местное окультуривание. При сплошном окультурировании вносят органические удобрения в дозе 100-150 т/га и минеральные $P_{100-300}K_{150-450}$ (табл. 46).

В последнее время рекомендуется однократное внесение органических удобрений 100-150 т/га и РК по 300-600 кг/га, что позволяет в первые 4-5 лет после посадки ограничиться применением только азотных удобрений.

При посадке рекомендуют вносить органические 1,5 т и минеральные ($P_{10}K_5$) удобрения на 100 погонных метров траншеи.

В зависимости от обеспеченности почвы элементами питания до плодоношения вносят азотные удобрения в дозе 60-90 кг/га.

Таблица 46

Система удобрения чёрной и красной смородины (Куликов И.М., 2005)

| Степень обеспеченности почвы | Дозы удобрений | | | |
|--------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | органические удобрения, т/га | минеральные удобрения, кг/га д.в. | | |
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| До посадки | | | | |
| Очень низкая | 150 | – | 300 | 450 |
| Низкая | 120 | – | 250 | 375 |
| Средняя | 100 | – | 200 | 300 |
| Повышенная | 100 | – | 150 | 225 |
| Высокая | 100 | – | 100 | 150 |
| Очень высокая | 100 | – | – | – |
| При посадке саженцев (на 100 погонных м траншеи) | | | | |
| | 1,5 | – | 10 | 5 |
| Неплодоносящие насаждения | | | | |
| Очень низкая | – | 90 | – | – |
| Низкая | – | 75 | – | – |
| Средняя | – | 60 | – | – |

| <i>Продолжение таблицы 46</i> | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|
| Повышенная | – | 60 | – | – |
| Высокая | – | 60 | – | – |
| Очень высокая | – | 60 | – | – |
| При урожае до 40 ц/га для чёрной и до 70 ц/га для красной смородины | | | | |
| Очень низкая | 20 | 135 | 135 | 90 |
| Низкая | 15 | 110 | 110 | 75 |
| Средняя | 10 | 90 | 90 | 60 |
| Повышенная | 10 | 90 | 70 | 45 |
| Высокая | 10 | 90 | 45 | 30 |
| Очень высокая | 10 | 90 | – | – |
| При урожае 40-80 ц/га для чёрной и 70-120 ц/га для красной смородины | | | | |
| Очень низкая | 25 | 180 | 180 | 135 |
| Низкая | 20 | 150 | 150 | 110 |
| Средняя | 15 | 120 | 120 | 90 |
| Повышенная | 15 | 120 | 90 | 70 |
| Высокая | 15 | 120 | 60 | 45 |
| Очень высокая | 15 | 120 | – | – |
| При урожае >80 ц/га для чёрной и > 120 ц/га для красной смородины | | | | |
| Очень низкая | – | – | – | – |
| Низкая | 25 | 190 | 190 | 150 |
| Средняя | 20 | 150 | 150 | 120 |
| Повышенная | 20 | 150 | 110 | 90 |
| Высокая | 20 | 150 | 75 | 60 |
| Очень высокая | 20 | 150 | 40 | 30 |

Смородина очень отзывчива на улучшение фосфорного питания. Под плодоносящую смородину один раз в 2-3 года вносят органические и фосфорно-калийные удобрения летом или после сбора ягод и ежегодно азотные до распускания почек.

По результатам диагностики могут проводиться две подкормки: первая – после цветения и вторая – через 2-3 недели после первой по 20-30 кг/га д.в. N, P₂O₅, K₂O.

На приусадебных участках, дозы минеральных и органических удобрений рассчитывают на 1 м² или 1 куст. Средняя доза азота под смородину составляет 8-9 г/м², P₂O₅ 9-12 и K₂O 6-9 г/м². Дозы удобрений корректируют, исходя из плодородия почвы.

На слабоокультуренных почвах и, прежде всего, при низком содержании вносимого элемента в почве в доступной

форме, рекомендуемые дозы удобрений увеличивают на 20-30%, а при повышенном содержании, напротив, на 30-50% снижают.

Крыжовник

Крыжовник относится к высокоурожайным ягодным культурам. Его корневая система в основном сосредоточена в пахотном слое и 80-90% распространяется в сторону не более чем на 40 см. Крыжовник лучше растет на хорошо дренированных почвах с высоким содержанием гумуса, а на малогумусных почвах хорошо отзывается на повышенные дозы органических удобрений. Наиболее высокие урожаи (до 8-12 кг ягод с куста) дает на супесчаных и легкосуглинистых хорошо гумусированных почвах. Довольно хорошо переносит повышенную кислотность почвы, оптимальное значение рН_{KCl} 5,2-5,4, однако может расти и на карбонатных почвах.

Система удобрения крыжовника, как и других ягодных кустарников, включает хорошую заправку почвы органическими, фосфорными и калийными удобрениями до посадки в траншеи (борозды) или лентой под глубокую вспашу. Возможно и запасное (раз в 2-3 года) внесение фосфора и калия во время плодоношения и ежегодные весенние азотной подкормки (табл. 47).

Таблица 47

Система удобрений крыжовника (Куликов И.М., 2005)

| Степень обеспеченности почвы | Дозы удобрений | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | органические удобрения, т/га | минеральные удобрения, кг/га д.в. | | |
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| До посадки | | | | |
| Очень низкая | 150 | – | 300 | 450 |
| Низкая | 125 | – | 250 | 375 |
| Средняя | 100 | – | 200 | 300 |
| Повышенная | 75 | – | 150 | 225 |
| Высокая | 50 | – | 100 | 150 |
| Очень высокая | – | – | – | – |

| <i>Продолжение таблицы 47</i> | | | | |
|--------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| При посадке саженцев (на 100 погонных м траншеи) | | | | |
| | 1,5 | – | 10 | 5 |
| Неплодоносящие насаждения | | | | |
| Очень низкая | – | 90 | – | – |
| Низкая | – | 75 | – | – |
| Средняя | – | 60 | – | – |
| Повышенная | – | 60 | – | – |
| Высокая | – | 60 | – | – |
| Очень высокая | – | 60 | – | – |
| Плодоносящие насаждения до 75 ц/га | | | | |
| Очень низкая | 20 | 135 | 90 | 135 |
| Низкая | 15 | 110 | 75 | 110 |
| Средняя | 10 | 90 | 60 | 90 |
| Повышенная | – | 90 | 45 | 70 |
| Высокая | – | 90 | 30 | 45 |
| Очень высокая | – | 90 | – | – |
| Плодоносящие насаждения 75-150 ц/га | | | | |
| Очень низкая | 25 | 180 | 135 | 180 |
| Низкая | 20 | 150 | 110 | 150 |
| Средняя | 15 | 120 | 90 | 120 |
| Повышенная | – | 120 | 70 | 90 |
| Высокая | – | 120 | 45 | 60 |
| Очень высокая | – | 120 | – | – |
| Плодоносящие насаждения > 150 ц/га | | | | |
| Очень низкая | | | | |
| Низкая | 25 | 190 | 150 | 190 |
| Средняя | 20 | 150 | 120 | 150 |
| Повышенная | – | 150 | 90 | 110 |
| Высокая | – | 150 | 60 | 75 |
| Очень высокая | – | 150 | 30 | 40 |

С осени за год до посадки проводят глубокую вспашку на глубину 40 см и одновременно вносят 100-150 т/га органические удобрения, РК – удобрения по 300-400 кг/га. В первые два года дают азот по 60 кг/га, после вступления в плодоношение, дозу азота увеличивают до 120-160 кг/га. Фосфорно-калийные удобрения применяют с 4-го года в количестве P₆₀-120K₉₀₋₁₅₀ (при средней обеспеченности почвы элементами питания). Крыжовник предъявляет более высокие требования к калийному питанию.

Внесение удобрений до посадки лентой или в траншеи позволяет снизить дозы в 2-3 раза по сравнению с разбросным применением. При выращивании ягодных кустарников на легких почвах часто проявляется недостаток магния, который устраняется внесением магнийсодержащих калийных удобрений (калимаг, калимагнезия), а на кислых почвах внесением доломитовой муки.

При необходимости вносят навоз (компост) по 20-30 т/га в сочетании с минеральными удобрениями (по 50-60 кг/га д.в. каждого) один раз в 2-3 года. По результатам диагностики могут проводиться две подкормки: первая после цветения и вторая через 2-3 недели после первой по 20-30 кг/га N, P₂O₅, K₂O.

Сроки внесения удобрений. Фосфорно-калийные удобрения вносят обычно осенью на глубину обработки почвы, однако, наиболее эффективно они действуют при более глубоком внесении (на глубину залегания основной массы корней 25-30 см). Азотные удобрения, как быстродействующие, применяют в 2-3 срока: половину дозы – рано весной, затем в фазе активного роста побегов и завязей (июнь) и осенью в период активного роста корней. Корневая система крыжовника размещается, главным образом, под кроной куста, поэтому вносить удобрения целесообразно в прикустовые полосы.

Жимолость синяя

Жимолость – кустарник, приспособленный к суровым климатическим условиям северной тайги. Она обладает высокой морозостойкостью и скороспелостью в местах с коротким летом. Переносить заморозки до -50°C и ниже, распустившиеся почки не повреждаются возвратными морозами до -3-5°C. Удивительно устойчивы к весенним заморозкам не только листья, но и цветки жимолости. Зимостойкость у жимолости очень высокая, даже в суровые зимы с температурой

до -40°C ветви её не обмерзают. В культуре зимостойкость несколько снижена, но по сравнению с другими ягодниками значительно выше. Устойчивость листьев и цветков к поздневесенним заморозкам и похолоданиям характеризуют жимолость как «всепогодную» культуру, дающую плоды при любых неблагоприятных условиях.

Культура лучше цветет и растет на освещенных местах и в полутени. При сильном затенении цветет слабо. Большинство жимолостей, особенно вьющиеся виды, светолюбивы и предпочитают открытые солнечные участки. Хорошо растут в саду при сохранении более высокой влажности воздуха.

Жимолость – это кустарник с мелкой густой бледно-зеленой листвой и красивыми желтыми цветками. Плоды довольно крупные, до 2 см длины и 0,8 см в диаметре, черные, с сильным сизым налетом, похожи на голубику (гонобобель). Созревают рано – в третьей декаде июня, когда других ягод, кроме земляники, нет. Сок темно-красный. На вкус плоды кислые, но приятные, пригодны для переработки. Плоды жимолости содержат 13-16% сухих веществ, 8% сахаров, от 1 до 5% органических кислот, до 1,5% пектинов и до 0,3% дубильных веществ; 400-1800 мг% Р-активных соединений (антоцианов, катехинов, лейкоантоцианов), 0,3 мг% провитамина А, до 3 мг% - В2 и до 150 мг% витамина С. Количество магния достигает 21 мг%, натрия 35, калия 70, фосфора 35, кальция 19 и железа – 0,8 мг%. Кроме того, медь, марганец, кремний, алюминий, стронций, барий и йод (0,9 мг/кг).

Размножается жимолость семенами, отводками, одревесневшими и зелеными черенками.

Жимолость – перекрестноопыляемое растение и одиночный куст не сможет опылиться. Самоопыление жимоло-

сти ведет к бесплодию. Отсюда одно из главных требований для этой культуры – иметь на участке не менее 5 цветущих растений разных сортов.

В настоящее время жимолость – популярное садовое растение. Кроме высокой зимостойкости, её основное достоинство – раннее созревание, от распускания почек до созревания плодов проходит 45...50 дней. Ягоды созревают в июне, на 7-10 дней раньше земляники.

Жимолость синяя приспособлена к различным типам почв. Успешно растёт на торфяных почвах по низким берегам рек и окраинам болот. Её выращивают на чернозёмных, серых лесных и дерново-подзолистых почвах различных по гранулометрическому составу: песчаных, суглинистых и даже тяжёлых глинистых. Жимолость лучше растет и плодоносит на легких плодородных почвах, рыхлых и дренированных. В культуре ее можно выращивать на черноземах, серых лесных и дерново-подзолистых почвах, средних по механическому составу: супесчаных, суглинистых и даже тяжелых глинистых. Диапазон кислотности тоже может быть велик – рН от 4,5 до 7,5. Но оптимальная для нее реакция – слабокислая 5,5-6,5. Жимолость любит те же места, что и чёрная смородина, и их можно сажать в один ряд.

Для неё не пригодны слишком сухие и переувлажненные участки. Жимолость синяя влаголюбивое растение, но если грунтовые воды достигают уровня 0-20 см от поверхности почвы, растение погибает от вымокания корней.

При посадке почвенная смесь состоит из дерновой земли, перегноя или торфа и песка, взятых в соотношении 3 : 1 : 1.

На тяжёлых заплывающих почвах при посадке необходим дренаж из битого кирпича или гравия слоем 5-7 см. Она хорошо переносит пересадку. При посадке на постоянное ме-

сто в саду следует соблюдать расстояние между растениями 1,5-2 м. Корни тщательно расправляют и осторожно засыпают землей. Потом обильно поливают и мульчируют. Корневая шейка должна находиться на уровне земли. В любительском саду удобно разместить кусты в виде живой изгороди по краю участка. Для создания декоративных групп расстояние между кустами увеличивают до 2,5-3 м.

Плантации закладывают 2-3-летними саженцами. Посадочную яму для таких кустов готовят глубиной 25-30 см и диаметром 25 см; для 5-7-летних кустов – глубиной и диаметром в 50 см.

Наиболее благоприятным сроком посадки жимолости синей является период с августа до середины октября. При осенней посадке растения не страдают. Во-первых, у них высокая зимостойкость, а во-вторых, уже в середине лета прекращается рост побегов, закладываются верхушечные почки.

Растения с закрытой корневой системой можно сажать с весны до осени.

У растений с закрытой корневой системой самая высокая приживаемость. Кроме того, при покупке саженцев в контейнере или пластиковом мешочке не возникнет опасений, что корни пересушены и могут погибнуть. Не стоит приобретать очень маленькие (высотой менее 25-30 см) укорененные черенки, не успевшие развиться и взрослые переросшие растения высотой более 1,5 м: они долго приживаются и не сразу начинают нормально плодоносить.

Почва при посадке жимолости, как и любых ягодных кустарников должна быть предварительно окультурена. На кислых почвах рекомендуется проводить известкование из расчёта 3-6 т/га. Данная культура требовательна к условиям минерального питания. При закладке плантации требуется хорошая за-

правка органическими и минеральными удобрениями. Рекомендуется вносить органические удобрения в дозе 80-100 т/га, РК удобрения по 120-180 кг/га.

При посадке на одно растение рекомендуют вносить перепревший навоз или торфонавозный компост 20 кг, 150-200 г двойного суперфосфата, 50-100 г хлористого калия или комплексные удобрения: 350-400 г нитрофоски, или 300-350 г аммофоса или 150-200 г диаммофоса. При использовании аммофоса и диаммофоса необходимо внесение хлористого калия. На кислых почвах необходимо вносить известь из расчёта 100-300 г на одну посадочную яму. Если почва глинистая или тяжелосуглинистая, в посадочную яму добавляют песок в объемном соотношении 1 : 1 или 1 : 1,5. Перед посадкой удобрения тщательно перемешивают с верхним плодородным слоем почвы. В такую смесь с почвой помещают саженец, расправляют его корни и поливают не менее 10 л воды. Корневую шейку оставляют выше поверхности земли на 3-5 см. После обильного полива вокруг саженца почву мульчируют. Затем в течение лета пропалывают и рыхлят.

При слабом росте молодых растений на второй год практикуют некорневую подкормку: 0,1% мочевины, 1% суперфосфата, 0,5% хлористого калия. Летнее дождевание тоже очень полезно. Осенью под перекопку вносят древесную золу 100-200 г/м².

Если удобрения были внесены при основной заправке и посадке, то первые два года, как правило, удобрения не вносят.

Подкормки для молодых растений, вступивших в плодоношение, проводят начиная с 3-го по 5-ый годы после посадки. Применяют органические и минеральные удобрения. Органические удобрения вносят один раз в 2-3 года осенью 8-10 кг на 1 м² приствольного круга. Подкормку минераль-

ными удобрениями в течение вегетационного периода проводят 3 раза. Первая подкормка проводится азотом, как только сойдёт снег. Эта подкормка совпадает с началом вегетации. Она способствует росту побегов и развитию мощного листового аппарата. На 1 м² приствольного круга вносят 20 г аммиачной селитры или 30 г мочевины. Вторую подкормку проводят в июне комплексными удобрениями (10-15 г нитрофоски или нитроаммофоски) и совмещают с поливом. Данный приём способствует стимулированию второй волны роста и увеличению числа зачаточных цветков в почках. Её можно проводить в начале июля, после сбора урожая, сочетая с рыхлением почвы вокруг кустов. Третью – в начале октября – по 15 г двойного суперфосфата и калийной соли вносят под перекопку. Внесение фосфора и калия осенью способствует повышению зимостойкости растений, положительно влияет на рост корней осенью и рано весной.

Плодоносящие насаждения в возрасте старше 6-7 лет и до конца их срока эксплуатации подкармливают два раза за сезон, весной и осенью. Дозы удобрений в этом случае увеличивают в два раза.

Для усиления действия удобрений на кислых почвах следует один раз в 3-4 года проводить известкование из расчёта 200-300 г извести на 1 м² приствольной полосы под осеннюю обработку почвы.

Поливают жимолость умеренно, 2-3 раза за сезон, в жаркую и сухую погоду по 8-10 л на каждое растение. При выращивании без полива, к тому же на тяжелых глинистых почвах, сильнее ощущается горечь в плодах, даже у съедобных сортов с десертным вкусом, а также может снижаться урожайность и усиливаться осыпаемость плодов. При оптимальной влажности почвы ягоды становятся крупнее. Допол-

нительный полив в период налива ягод в конце мая увеличивает массу плода на 15-18%.

Кустам старше 6-7-летнего возраста требуется санитарная обрезка – удаление больных, обломанных, засохших ветвей. В первую очередь обрезке подлежат сухие побеги и ветки нижнего затененного яруса, которые полегают на почву, мешают уходу за кустарником и не участвуют в плодоношении. Наиболее подходящее время для проведения обрезки жимолости – осень (после листопада) или ранняя весна (в марте). Каждые 2-3 года проводят омоложение и прореживание стареющих кустов, для этого вырезают мелкие и старые ветви, оставляя не более 5 мощных стволов. При постепенном удалении центральной части кроны со стареющими ветвями начинают образовываться новые порослевые побеги. Не рекомендуется срезать верхушки побегов жимолости, так как на них сосредоточено максимальное количество почек с зачатками цветков, а при их повреждении снижается урожайность.

Для старых 15-20-летних кустов возможна сильная омолаживающая обрезка «на пень», которая проводится на высоте 0,5 м от уровня почвы. За счет молодых порослевых побегов кустарник способен восстановиться в течение 2-3 лет [8].

Малина

Малина, как и смородина, одна из ведущих ягодных культур. Хорошая освещённость – одно из основных требований, особенно для ремонтантных сортов. При недостатке света молодые побеги достигают нетипичной для сорта высоты при малом количестве почек, период роста затягивается, ткани не приобретают необходимой устойчивости к факторам внешней среды. В то же время сокращение светового периода в раннеосенний период в сочетании с постепенным снижением температуры воздуха стимулирует растения к завершению

роста, вхождению в состояние покоя. Малина предпочитает умеренно влажные почвы и страдает как от недостатка влаги, так и от избытка. Максимальная потребность в воде наблюдается в период начала созревания ягод (массовое цветение и формирование основной части завязей). Повышенная потребность сохраняется до завершения сборов ягод.

Оптимальная температура воздуха в летний период 22-26°C. Корни подмерзают при -21...24°C. Почки необратимо повреждаются при -37...42°C.

Отсутствие снега при сильных морозах в ноябре-декабре может привести к подмерзанию корневой системы. В январе-марте стебли и почки должны находиться под пологом снега. Снег должен быть рыхлым. Снег это не только теплоизоляционный материал, но и резерв влаги. Сильные ветра приводят к иссушению растений и механическим повреждениям.

Главное отличие малины от других ягодных культур – 2-х летний цикл развития побегов. В первый год побеги интенсивно растут, а на следующий год плодоносят, затем отмирают. За всё время от посадки до отмирания малина проходит три возрастных периода. Первый период – это 2 года роста после закладки плантации. Он характеризуется ежегодным появлением всё возрастающего количества корневых отпрысков и побегов замещения, из которых формируется куст. Во второй год малина даёт незначительный первый урожай. Второй период – рост и полное плодоношение. Он продолжается от 3 до 8 лет. Третий период – затухание плодоношения и усыхание растений. Период начинается с 9-10 летнего возраста и обычно заканчивается к 13-15 годам. В этот период жизни усиленное азотно-фосфорное питание может продлить срок эксплуатации плантации.

На одном месте малина может расти и давать урожай более десяти лет, однако наиболее целесообразный срок её эксплуатации не превышает 6-8 лет [11].

Малина хорошо произрастает на дренированных средне- и легкосуглинистых почвах с достаточным содержанием гумуса. Оптимальное содержание фосфора и калия – 360 мг/кг почвы, рН 5,4-5,6, она плохо переносит избыток кальция, поэтому известковать необходимо только сильно- и среднекислые почвы. Она отрицательно реагирует на повышенную концентрацию солей в питательном растворе и содержание хлора. Малина имеет мочковатую, хорошо разветвленную корневую систему, основная масса которой (85-90%) залегает на глубине 10-30 см, поэтому её не рекомендуется перекапывать глубоко.

Потребление элементов питания идёт в течение всей вегетации. Потребление азота продолжается и после сбора ягод. Азот является важным фактором, определяющим длину междоузлий. Если рост побегов недостаточный и длина междоузлий менее 10 см, можно использовать больше N – 7,5-9 г на 1 м². Желательной длиной междоузлий побега является 10 см; нижние почки на побегах должны быть на 60-90 см выше почвы. Однако при избытке азота в почве листья становятся темно-зелеными, бугристыми и слишком большими. Верхушки начинают "кучерявиться". Такие растения долго не цветут и не вступают в плодоношение.

Фосфор и калий наиболее интенсивно потребляются в период цветения и образования ягод. В конце лета необходимо обеспечить в почве повышенное содержание калия и фосфора, которые положительно влияют на вызревание побегов и почек будущего урожая. В зависимости от почвенных и климатических условий из минеральных удобрений малина

использует 45-50% азота, 10-20% фосфора и 40-45% калия. С 1 т урожая она выносит 1,3 кг азота, 4 кг фосфора и 2,9 кг калия, то есть она предъявляет повышенные требования к фосфорному питанию.

В начале вегетационного периода внесение фосфора способствует регенерации корневой системы, наряду с фосфором на этом этапе должна быть хорошая обеспеченность доступным кальцием. Это важно для корневых волосков, которые отвечают за поглощение питательных веществ и воды. В период активного роста побегов и листьев повышена потребность в азоте, калии, магнии и железе. В период перехода растений от вегетативной к генеративной фазе развития, увеличивается потребность в фосфоре, калии и боре. В фазу роста плодов (в период увеличения их размера) для защиты от серой гнили требуется хорошее питание растений, прежде всего, калием и кальцием.

Система удобрения малины сводится к тому, что допосадочная заправка почвы навозом служит предпосылкой высокой продуктивности насаждений. Плодородие малопригодных почв следует восстанавливать путем посева на 2-3 года многолетних трав и сидератов (озимой ржи, вики или гороха с овсом, донника, гречихи, фацелии) или путем внесения больших доз (80-200 т на гектар) органических удобрений (навоза, перегноя, компостов). Двухлетнее использование сидератов может дать до 400-500 т корневой и зеленой массы, что равно 80-100 т на гектаре полуперепревшего навоза [24].

При недостатке органических удобрений можно высевать сидераты в междурядьях молодой малины. На плантациях с междурядьем 2,5-3 м сидераты можно выращивать только первые 2-3 года. Посев производят во второй половине лета (конец июня – начало июля). Полосы по рядам шириной 1 м

оставляют свободными от сидератов. На 1 га площади между-рядий требуется семян: люпина синего 180-200 кг, вико-овсяной смеси 150 кг (100 и 50 кг соответственно), гороха 125 кг и горчицы 10-12 кг. При дальнейшем разрастании корневой система малины сидераты не высевают [3].

Перед закладкой плантации под малину проводят известкование с целью доведения кислотности почвы до 5,5-6,0, вносят органические удобрения 100-150 т/га и минеральные с учётом плодородия почв (табл. 48).

Таблица 48

Система удобрения малины (Спиваковский Н.Д., 1962)

| Периоды | Обеспеченность | Органические удобрения, т/га | Минеральные удобрения, кг/га д.в. | | |
|-----------------------------|----------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| До посадки | низкая | 140 | - | 160 | 325 |
| | средняя | 120 | - | 120 | 200 |
| | высокая | 100 | - | 20 | 65 |
| Первые 2 года после посадки | низкая | 60 | 80 | - | - |
| | средняя | 60 | 60 | - | - |
| | высокая | 60 | 60 | - | - |
| Во время плодоношения | низкая | 60 | 100 | 200 | 375 |
| | средняя | 40 | 80 | 120 | 275 |
| | высокая | 40 | 80 | 80 | 150 |

Обязательным является *припосадочное* удобрение. При траншейном способе закладки плантации все удобрения вносят в глубокие траншеи.

При этом способе на 1 м² полосы вносят 10 кг навоза, 1 кг суперфосфата, 100 г хлористого или 150-200 г сернокислого калия. При ширине полосы в 1 м и междурядий 3 м расход удобрений составляет 33 т/га, что в 2-3 раза меньше, чем при сплошном окультуривании. Если посадка саженцев осуществляется в ямы по схеме 2 × 1, то в них предварительно вносят 20-30 л органических удобрений (навоз, торф, перегной), 50-80 г/м² суперфосфата и 40-60 г/м² хлористого калия. Полосы в зоне размещения корней (60 см от корней в стороны междурядий) мульчируют торфом слоем 8 см [6].

До плодоношения малины, при хорошей заправке почвы, вносят одни минеральные удобрения. Более точно определить дозы внесения удобрений можно, пользуясь методом листовой диагностики. При оптимальных условиях питания в листьях однолетних побегов малины содержится (2,8-3,0)% азота, (0,6-0,7)% фосфора, (2,1-2,4)% калия.

В системе мер по уходу за плантацией в первые два года особая роль принадлежит применению азотных удобрений (фосфорных и калийных в этот период обычно хватает за счет предпосадочного внесения). Азотные удобрения вносят сразу после высадки саженцев в ленту шириной около 0,6 м из расчета 50-70 кг/га мочевины. В июне, по достижении высоты 15-25 см, повторно вносят такое же количество мочевины в ленты. Хотя азотное удобрение лучше используется весной. По мнению И.В. Казакова [11] любые формы азотных удобрений, вносимых с осени, стимулируют развитие более мощных побегов.

Если плантацию удобряли перед посадкой, вносить удобрения начинают с 3-4-го года. Один раз в 2-3 года под вспашку вносят 30-50 т навоза или компоста и по 100-120 кг д.в. фосфорных и калийных удобрений на 1 га. Азотные удобрения применяют ежегодно в виде двух подкормок: весной и летом (80-90 кг д.в. на 1 га) [26].

Система удобрения товарных плантаций малины позволяющая получить свыше 100 ц/га приведена в таблице 49.

Таблица 49

Система удобрения товарных плантаций малины (Куликов И.М., 2005)

| Степень обеспеченности почвы | Дозы удобрений | | | |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | органические удобрения, т/га | минеральные удобрения, кг/га д.в. | | |
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| До посадки | | | | |
| Очень низкая | 200 | – | 300 | 450 |
| Низкая | 175 | – | 250 | 375 |
| Средняя | 150 | – | 200 | 300 |

| <i>Продолжение таблицы 49</i> | | | | |
|--------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Повышенная | 150 | – | 150 | 225 |
| Высокая | 150 | – | 100 | 150 |
| Очень высокая | 150 | – | – | – |
| При посадке саженцев (на 100 погонных м траншеи) | | | | |
| | 1,5 | – | 10 | 5 |
| Неплодоносящие насаждения | | | | |
| Очень низкая | – | 90 | – | – |
| Низкая | – | 75 | – | – |
| Средняя | – | 60 | – | – |
| Повышенная | – | 60 | – | – |
| Высокая | – | 60 | – | – |
| Очень высокая | – | 60 | – | – |
| При урожае до 50 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | 135 | 135 | 180 |
| Низкая | – | 110 | 110 | 150 |
| Средняя | – | 90 | 90 | 120 |
| Повышенная | – | 90 | 70 | 90 |
| Высокая | – | 90 | 45 | 60 |
| Очень высокая | – | 90 | – | – |
| При урожае 50-100 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | 180 | 180 | 225 |
| Низкая | – | 150 | 150 | 190 |
| Средняя | – | 120 | 120 | 150 |
| Повышенная | – | 120 | 90 | 110 |
| Высокая | – | 120 | 60 | 75 |
| Очень высокая | – | 120 | – | – |
| При урожае >100 ц/га | | | | |
| Низкая | – | 190 | 190 | 225 |
| Средняя | – | 150 | 150 | 180 |
| Повышенная | – | 150 | 110 | 135 |
| Высокая | – | 150 | 75 | 90 |
| Очень высокая | – | 150 | 40 | 45 |

До посадки в зависимости от обеспеченности почвы элементами питания рекомендуется вносить органические удобрения в дозе 150-200 т/га, фосфорные – 100-300 кг/га и калийные – 150-450 кг/га д.в. При траншейном способе посадки малины и внесении удобрений значительно снижается потребность в удобрениях (в 2-3 раза) по сравнению со сплошным их внесением.

Удобрения вносят в траншею глубиной 30-35 см, сделанную плантажным плугом, до посадки растений осенью или весной. Для этого используют разбрасыватель с боковым выбросом удобрений. На 100 м траншеи вносят 1,5 т органических удобрений, 10 кг P_2O_5 и 5 кг K_2O .

После предпосадочной заправки почвы удобрениями, первые 2-3 года малину удобряют только азотом. После вступления в плодоношение вносят органические удобрения и минеральные с учётом плодородия почв.

Органические удобрения после посадки используют чаще всего в качестве мульчирующего материала вносимого полосами шириной 80 см, которые заделывают осенью. Азотные удобрения вносят дробно – 2/3 весной, 1/3 во второй половине вегетации. При содержании азота в листьях молодых побегов замещения у малины в июле – начале августа от 3,0 до 3,4% азотные удобрения после последнего сбора ягод не вносят или их дозу дифференцируют с учетом отклонения содержания N от этих величин.

Дозы фосфорно-калийных удобрений вносят дробно в качестве подкормки по 20-30 кг/га д.в. в начале образования завязей.

Малина очень чувствительна к дефициту магния, который довольно часто проявляется на легких почвах. Высокие дозы калийных удобрений снижают доступность магния растениям вследствие антагонизма. При обнаружении признаков недостатка магния необходимо с осени внести доломитовую муку или использовать магнийсодержащие калийные удобрения. Для накопления запасов магния в почве можно вносить сернокислый магний по 2,5-3,5 ц/га [11]. Применение магниевых удобрений на легких почвах дает прибавку урожая 20-30%.

На малине очень часто может проявляться недостаток бора. При недостатке бора у растений наблюдается абортивность почек, которые весной отваливаются, так и не развившись в боковые веточки. При борном голодании весной вносят буру из расчёта 18 кг/га.

Важно отметить, что поскольку мочковатая корневая система малины расположена в основном в верхнем (пахотном) слое почвы, то для повышения доступности питательных веществ, глубина заделки удобрений в почву в междурядьях малины не должна превышать 16-20 см.

Ежевика

Как культурное ягодное растение ежевика в большинстве случаев у нас почти неизвестна. Объясняется это тем, что существующие сорта ее не выносят нашего сурового климата, сильно подмерзают и нуждаются в укрытии. Ежевика – полукустарник. Надземная ее часть двухлетняя: в первый год она растет, а на второй плодоносит и засыхает. Подземная часть многолетняя, состоит из корневища и корней. Корневая система залегает глубже, чем у малины, что повышает ее засухоустойчивость. Все виды и сорта ежевики делятся на две большие группы: куманику – с прямостоящими побегами и росянику – со стелющимися побегами. Куманика размножается корневыми отпрысками и отводками, росяника – отводками верхушечных почек. Некоторые сорта стелющейся ежевики могут давать и отпрыски. Побеги ежевики покрыты острыми шипами, разнообразными по форме, окраске и величине. Плоды ежевики, в зависимости от сорта, отличаются по форме, окраске, величине и вкусовым качествам. Окраска их – черная, пурпуровая, красная или желтая, с сизым налетом или без него. Сорта стелющейся ежевики дают более крупные и вкусные плоды, но, как правило, менее зимостойки. В отличие от малины, ежевика имеет более растянутый период

созревания плодов и в то же время при благоприятных условиях значительно превосходит ее по урожайности. Ягоды ежевики более ароматны, чем у малины, содержат больше сахара и органических кислот: яблочной, лимонной, винной и салициловой. Употребляются в свежем виде, пригодны для технической переработки и приготовления варенья, желе, джема, повидла, кондитерских изделий. Высоко ценятся в ликероводочной промышленности, где из них готовят наливки, настойки, всевозможные напитки, сиропы и экстракты, а также пригодны для сушки.

Ежевику можно размножить семенами и вегетативным способом. Сорты ежевики с прямостоящими побегами способны образовывать на своих корнях и корневищах корневые отпрыски, которые используются в качестве посадочного материала. Сорты ежевики, дающие мало отпрысков, можно размножать корневыми черенками. Их заготавливают осенью (одновременно с выкопкой корневых отпрысков), на расстоянии 50 см от куста. Посадочный материал, выращенный из корневых черенков, обычно бывает лучше порослевого.

Под ежевику выбирают участки, хорошо защищенные с севера и востока постройками или лесом. К почвам она нетребовательна. Прямостоящая ежевика лучше растет и плодоносит на легких глубоких суглинках, достаточно влажных и плодородных, но предъявляет больше требований к содержанию перегноя. Сырых мест, с непроницаемой подпочвой, высокого стояния грунтовых вод ежевика не выносит. Уровень грунтовых вод не должен быть ближе 1,5 м от поверхности почвы. В противном случае, растения плохо растут, дают мелкие плоды и в конце концов засыхают.

Хорошим предшественником для ежевики являются многолетние или однолетние бобовые травы, картофель и

овоши. Почву под ежевику обрабатывают осенью на всю глубину пахотного слоя. Поскольку на наших дерново-подзолистых почвах этот слой для описываемой культуры недостаточен, то его следует года за три до посадки ежегодно углублять на 5-6 см, внося одновременно органические удобрения в больших дозах.

Предпосевное удобрение. Осенью, во время основной обработки почвы, вносят навоз или компост из расчета 6-8 кг на 1 м² (60-80 т на гектар) и фосфорно-калийные удобрения из расчета 15-20 г фосфора и 8-12 калия на 1 м² (150-200 кг фосфора и 80-120 кг калия на гектар).

При посадке на одно растение вносят 8-10 кг перегноя и по 20 г фосфор и калия. Лучшее время для посадки ежевики – ранняя весна. Схема посадки на приусадебных участках – 1,25 × 1 м. После посадки саженцы поливают из расчета 2-3 литра на растение. Сразу после поливки почву около высаженных растений мульчируют мелким навозом, листвой землём, перегноем (3-4 кг на лунку). Высокие и устойчивые урожаи ежевики можно получить лишь при хорошем уходе. Почва должна поддерживаться в рыхлом состоянии.

Основная обработка ее проводится осенью. Глубину обработки во всех случаях устанавливают, сообразуясь с залеганием корневой системы. В течение вегетационного периода почву систематически рыхлят на глубину 8-10 см. За лето делают не менее 5-6 рыхлений, в зависимости от зарастания плантации сорняками и образования корки.

Подкормки. Ежевика очень отзывчива на внесение удобрений, особенно азотных. Первый раз азотными удобрениями ее подкармливают через 1-2 месяца после посадки. Под каждый куст в радиусе 15 см вносят 25-30 г аммиачной селитры. Органические удобрения (навоз, компост) вносят не реже одного раза в 2-3 года в количестве 3-6 кг на 1 м² (или

30-60 т/га) осенью под зяблевую обработку почвы. Одновременно следует вносить фосфорно-калийные удобрения – 15-20 г фосфора, 60-90 г древесной золы или 10-12 г калия на м².

Азотные удобрения вносят весной или в первой половине июня при рыхлении почвы, в количестве 25-40 г аммиачной селитры на 1 м². Полное минеральное удобрение вносят ежегодно. Ценным удобрением является навозная жижа, разбавленная в 3-4 раза водой. Ее вносят после цветения ежевики в виде подкормки из расчета полведра на растение. Кусты, политые навозной жижей, дают крупные ягоды и мощный однолетний прирост.

Важнейшим агротехническим приемом по уходу за ежевикой является мульчирование почвы солоmistым навозом, торфом, мелкой соломой или специальной мульчей. Оно предохраняет почву от уплотнения и высыхания и задерживает прорастание сорняков. При мульчировании навозом или торфом (4-5 кг на куст) растения получают дополнительный источник питательных веществ, что значительно повышает урожайность.

Отплодоносившие побеги лучше вырезать сразу после сбора урожая. Чтобы плодоносящие побеги не ломались ветром и не клонились к земле под тяжестью урожая, их подвязывают к кольям или проволочным шпалерам. Молодые зеленые побеги не подвязывают, предоставляя им возможность расти свободно. На зиму кусты ежевики пригибают к земле и укрывают почвой, ветками хвой, соломой или другими материалами. Утепляют их поздней осенью, когда начнутся заморозки и установится устойчивая холодная погода. Открывают кусты ранней весной, до набухания почек.

Облепиха

Среди плодовых и ягодных растений, культивируемых в нашей стране, особое внимание привлекает облепиха. Плоды облепихи имеют приятный своеобразный вкус, обладают вы-

сокими пищевыми достоинствами и многими полезными свойствами, которые обуславливаются большим набором минеральных и ароматических веществ. В плодах облепихи содержатся витамины С, К, А, В1, В2, В9, Е, РР, а также большое количество микроэлементов, в том числе магний, марганец, железо, сера, бор, титан, алюминий. Из её плодов готовят очень вкусное своеобразное варенье, протирают её с сахаром. Из ягод облепихи готовят масло, которое ценится как высокоактивное лечебное средство при лечении ожогов и ряде других заболеваний.

Облепиха довольно зимостойкая культура. Она выдерживает морозы до 50°С. Оттепели в середине зимы приводят к снижению морозоустойчивости почек, особенно у мужских растений, что связано с более высокой степенью развития. Но продуктивность её снижается при падении температуры до минус 3-5°С в период цветения. При теплой и длительной осени ускоряется дифференциация цветочных почек, которые подмерзают в зимний период во время оттепелей. Зимние оттепели облепиха тоже не любит, потому что при повышении температуры легко просыпается.

Облепиха является влаголюбивой культурой. Особенно она нуждается в воде в период интенсивного роста побегов и плодов, а также формирования плодовых почек. Корневая система болезненно реагирует даже на кратковременный недостаток влаги. Листья быстро теряют упругость, свойственную им окраску, свёртываются и вскоре опадают. Рост завязей приостанавливается, они начинают осыпаться. В то же время она совершенно не выносит высокого уровня застойных грунтовых вод.

Многолетний опыт возделывания её в условиях Нечерноземья показывают, что она переносит все типы почв, хотя

показатели продуктивности на чернозёмах и серых лесных почвах несколько выше, чем на дерново-подзолистых. Для неё непригодны торфяники вследствие их высокой кислотности и близкого залегания грунтовых вод и плотные почвы, особенно глинистые. Наибольшие требования данная культура предъявляет к гранулометрическому составу. Лучшими для неё являются легкосуглинистые, супесчаные с содержанием крупнопылеватых частиц (размером 0,05-0,01 мм) более 50%. Облепиха предпочитает нейтральные почвы (рН 6,5-7,5).

Характерной особенностью облепихи является наличие корневых клубеньковых бактерий, играющих важную роль в жизни растения. Для лучшего развития корневой системы и клубеньковых бактерий почвы должны иметь хорошую водо- и воздухопроницаемость. Благодаря данной особенности, она не нуждается в азотных подкормках. Зато у растения большая потребность в фосфоре, который необходим как самой облепихе, так и клубеньковым бактериям. А вот в калии облепиха нуждается мало.

Она является одной из тех садовых культур, которые очень требовательны к условиям освещенности. Если освещения будет недостаточно, то растение слабеет, а урожай падает. Отрицательно реагирует на сильное затенение.

Чтобы создать хорошие условия для роста и плодоношения облепихи, почву надо поддерживать в увлажненном состоянии в течение всего периода вегетации, начиная с распускания почек и до листопада, но особенно она нуждается в воде в период интенсивного роста побегов, формирования плодовых почек. Нельзя допускать пересыхания почвы - корневая система облепихи болезненно реагирует даже на кратковременный недостаток влаги в почве. Листья быстро теряют упругость, свойственную им окраску, свертываются и

вскоре опадают, рост завязей приостанавливается, они начинают осыпаться, поэтому в сухую погоду необходим обильный полив.

Перед закладкой плантации почвы известкуют. Дозы извести зависят от кислотности и гранулометрического состава почвы. В качестве известковых удобрений используют материалы, содержащие кальций и магний. Вносить их лучше под вспашку в один приём, равномерно рассеивая по полю. Известкование лучше проводить за 1-2 года до посадки.

Минеральное питание облепихи изучено недостаточно. Следует иметь в виду наличие клубеньковых образований на корнях облепихи, играющие важную роль в питании. При планировании системы удобрения необходимо создавать оптимальные условия для развития клубеньков. Облепиха предъявляет повышенные требования к содержанию элементов минерального питания в почве. Под *основную обработку почвы*, в зависимости от плодородия почв, вносят органические удобрения от 100 до 150 т/га, а также минеральные – фосфорные – 400 кг/га, калийные – 200 кг/га (по действующему веществу).

На среднесуглинистых дерново-подзолистых почвах *при посадке* облепихи вносят 18-20 кг перегноя или компоста, 30 кг песка и 200 г нитроаммофоски. Удобрения и песок тщательно перемешивают с гумусовым слоем почвы, вынутым из ямы, и приступают к посадке [6].

На личных участках по рекомендациям Д.С. Ульянова [31], в каждую посадочную яму вносят от 4 до 8 кг перегноя (компоста) и 200-400 г фосфорных удобрений. Полученную смесь засыпают в яму и поливают 20 литрами раствора доломитовой муки (на 10 л воды – 1 стакан). Правильная заправка ям при посадке обеспечивает молодые растения запасом пита-

тельных веществ на 2-3 года, то есть до вступления в плодоношение. Со вступлением в плодоношение вынос питательных веществ из почвы резко увеличивается, поэтому с 4-5-го года жизни облепиха нуждается в ежегодных подкормках.

Систематические *подкормки* облепихи следует проводить с третьего года после посадки облепихи на постоянное место. Удобрение рассыпают под деревьями облепихи шире радиуса проекции кроны на 1 м. Азотные удобрения вносят в почву в два приема: весной 2/3 от необходимой дозы, а после цветения – остальную часть [8].

При внесении удобрений в приствольные круги в середине апреля на 1 м² вносят 20-30 кг перегноя или азотные удобрения: аммиачную селитру (20 г/м²) или мочевины (15 г/м²). В конце лета на песчаных, супесчаных, а также на торфяных почвах вместе с фосфорными (40-50 г гранулированного суперфосфата) удобрениями можно вносить калийные (50 г хлористого калия) и органические удобрения (10 кг/м²). Минеральные удобрения разбрасывают на поверхности приствольного круга, оставляя незатронутой почву на расстоянии 15-20 см от ствола [35, 31].

На суглинках желательно дополнительно вносить до 5 кг смеси песка с опилками. Дозы минеральных удобрений в период плодоношения, могут определяться согласно уровня урожайности (табл. 50).

Таблица 50

Дозы удобрений под облепиху при средней обеспеченности почвы питательными веществами, кг/га д.в. (Куликов И.М., 2005)

| Урожайность, ц/га | Дозы удобрений | | |
|-------------------|----------------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| До 60 | 30 | 90 | 45 |
| 60-100 | 60 | 120 | 75 |
| >100 | 90 | 150 | 110 |

Установлено, облепиха для хорошего плодоношения

требует в первую очередь фосфорных удобрений, положительно отзывается на азотные и почти не реагирует на калийные. Поэтому для дерново-подзолистых, суглинистых почв рекомендуют соотношение азотных, фосфорных и калийных удобрений в подкормке 1 : 2,5 : 0,5. Внесение фосфорных удобрений повышает активность потребления растениями азота и калия. Из фосфорных удобрений лучшей формой является суперфосфат, из калийных – сульфат калия.

Фосфорно-калийные удобрения рекомендуется вносить в зону размещения массы активных корней. В молодых садах корневая система занимает сравнительно небольшой объем почвы, поэтому удобрения вносят в приствольную полосу. В плодоносящих садах корни почти полностью занимают междурядья и удобрения разбрасывают по всей площади. После осенней перекопки почву под облепихой мульчируют перепревшим навозом или компостом. Слой мульчирующего материала не должен быть толще 5-7 см. Им покрывают почву в радиусе 1,5-2 м от штамба. Важно проследить, чтобы органические вещества не соприкасались вплотную с корой штамба и не вызывали его подпревания. На тяжелых почвах органические вещества, применяемые для мульчирования, смешивают в равных количествах с песком. Этот прием особенно важен на воздухонепроницаемых грунтах. Ежегодное мульчирование почвы создает рыхлый, плодородный, водо- и воздухопроницаемый слой, куда устремляются корни облепихи, лишенные возможности расти в глубь плотных, глинистых горизонтов. При первом рыхлении в начале лета мульчирующий материал тщательно перемешивается с почвой участка.

Ирга

Ирга – красиво цветущий и ежегодно плодоносящий кустарник из семейства розоцветных. Куст высотой 2-5 м, с простыми листьями, густо покрывающими тонкие ветви. Цветки

белые, обоеполые, собраны по 5-9 штук в короткую кисть. Цветет ирга во второй половине мая. Ягоды темно-фиолетовые, при созревании с густым пурпуровым налетом, величиной с черную смородину, сочные, нежные, со своеобразным привкусом. Пригодны для употребления в свежем виде и для технической переработки. Ягоды находят широкое применение в домашних условиях: из них варят варенье, пастилу, желе, кисель и компот (в смеси с другими фруктами). Пригодны для сушки. Обилие витамина Р позволяет рекомендовать плоды ирги и соки из них пожилым людям для укрепления стенок сосудов и повышения их эластичности, предупреждения инфаркта миокарда и варикозного расширения вен. Ирга нормализует сон и укрепляет организм. Противопоказаний к применению не обнаружено.

Ягодный сок может быть ценным сырьем в винодельческой промышленности. Настойки из цветков ирги снижают артериальное давление и нормализуют работу сердца, а сок из плодов полезен людям с сердечно-сосудистыми заболеваниями и нормализует работу кишечника при его расстройствах. В народной медицине применяют свежий сок ягод ирги как диетический и лечебный напиток с вяжущими свойствами, смесь его с соками диких яблок и груш.

В плодах ирги 17-23% сухого вещества. До 12% сахара, 12-40 мг% витамина С, большое количество Р-активных сосудукрепляющих соединений: антоцианов от 500 до 1600 мг%, катехинов 150-220, флавонол 50-155, производных оксикорчновой кислоты 40-150 и витамина В₂ до 12 мг%, дубильных и красящих веществ до 0,8%, пектиновых веществ – 1,5-3%.

Ирга привлекает внимание плодоводов прежде всего своей необычной устойчивостью к морозам: растение не повреждается даже при температуре ниже – 40°С, цветки вы-

держивают – 7° мороза. Она засухоустойчива и растет практически на любых почвах. Хорошо растет на почвах различного гранулометрического состава и кислотности. В зоне избыточного увлажнения ирга хорошо развивается на достаточно влажных легких почвах, иногда даже на заболоченных. Однако не рекомендуется высаживать иргу на участках с высоким уровнем грунтовых вод, потому как корни уходят глубоко в землю (2-3 метра). На участке желательно отводить умеренно увлажненные места, но с хорошей воздухопроницаемостью почвы.

Ирга – светолюбивая культура. Кусты, растущие в тени, совершенно не плодоносят. Это обстоятельство надо учитывать при выборе места для посадки. Ирга – скороплодная культура. Она вступает в плодоношение на 2-3-й год после посадки и плодоносит ежегодно. Ирга – очень ценный карликовый подвой для груши и яблони. Размножается ирга семенами, корневыми отпрысками, корневыми черенками и прививкой на сеянцах боярышника.

Техника посадки ирги такая же, как и у других кустарников. Способ предпосадочной подготовки почвы такой же, как для смородины и крыжовника.

Предпосадочное (основное) удобрение ирги проводят под осеннюю обработку почвы. На 1 м² будущих посадок вносят 8-10 кг органических удобрений, 30-40 г суперфосфата и 20 г хлористого или сульфата калия. На 1 га 80-100 т органических удобрений 300-400 кг суперфосфата и 200 кг хлористого калия или сульфата калия. При pH 4-5,5 равномерно вносят известь в дозе 3-8 т/га или 0,3-0,8 кг/м².

При посадке в каждую посадочную яму вносят 12-15 кг перегноя или компоста, 300 г фосфорных и 150 г калийных удобрений или 1 кг древесной золы. При необходимости на

дно посадочной ямы укладывают дренаж. После посадки почву вокруг кустиков мульчируют торфом или перегноем слоем толщиной до 5-8 см и поливают из расчёта 8-10 л воды на посадочную яму.

В первый год жизни на плодородной почве ирге хватит собственной листвы, сброшенной на зиму и оставленной под растением. По следующей весне можно внести под каждый куст 8-12 кг компоста.

На второй год после посадки в первой половине вегетации проводят подкормку для усиления роста растения раствором коровяка (0,5 л навоза на 10 л воды), аммиачной селитрой (20-30 г на 1 м²). Удобрения вносят в проложенные вдоль полосы посадок бороздки глубиной 8-10 см.

Перед осенним рыхлением почвы под каждый молодой куст вносят по 10-15 сульфата калия, 700 г древесной золы и 200 г суперфосфата.

Под взрослые кусты ирги один раз в три года вносят навоз осенью или весной в количестве 20-25 кг под куст. На 4-5-й год, когда не вносят органические удобрения весной, в начале распускания почек, дают 30-50 г на 1 м² нитрофоски или другое сложное удобрение. Удобрения вносят в приствольные круги. При внесении удобрений необходимо отступить около 25 см от корневой шейки.

Летом для ирги полезны жидкие подкормки из аммиачной селитры (250 г на пятилетний куст). Подкормку проводят на ночь после дождя или после обильного полива. Применение подкормок обеспечивает хороший прирост однолетних побегов (60-70 см) и обильное заложение плодовых почек. Урожайность ирги при регулярном внесении удобрений обычно бывает ежегодной и очень высокой. В период наливания ягод ирга очень отзывчива на полив. В сухую погоду

требуется регулярный полив, иначе можно полностью лишиться урожая [40].

Шиповник

Дикорастущий шиповник широко распространен во всех районах РФ и доходит вплоть до Полярного круга. В настоящее время шиповник широко встречается в культуре как декоративное, витаминозное и плодовое растение. Плоды шиповника давно использовались человеком как лекарственное средство. Благотворное действие их связано с содержанием в них большого количества витаминов С, Р и провитамина А – каротина. Витамина С в шиповнике больше в 50 раз, чем в лимоне, и в 100 раз, чем в яблоках. Высокоценной витаминозной культурой считается черная смородина, но и она содержит витамина С в 10 раз меньше, чем шиповник. Эти данные подтверждают исключительную ценность плодов шиповника, как сырья для перерабатывающей промышленности по производству концентрата витаминов С, Р, каротина, витаминных соков и других продуктов. Кроме витаминов, из плодов шиповника готовят оригинальное варенье, желе, пастилу, компот, суррогат чая.

Шиповник – прекрасное декоративное растение для разведения в групповых и одиночных посадках в садах и приусадебных участках. Определённые ограничения для его выращивания шиповника в рамках скверов и парков, связаны с наличием острых шипов на стеблях. Высота кустарника от 20 см до 7 м. Корневая система шиповника мощная, глубоко проникающая.

К почве и влаге шиповник не требователен, но нуждается в хорошем солнечном освещении. Лучшей почвой для него являются плодородные суглинки средней плотности. Он не выносит заболачивания. Выделяется своей зимостойкостью, засухоустойчивостью, неприхотливостью.

Шиповник можно размножать семенами, корневыми отпрысками, горизонтальными отводками, корнями, полуодревесневшими зелеными черенками (с применением ростовых веществ) и делением кустов. Культурные сорта шиповника размножают прививкой. Шиповник – перекрестноопыляющееся растение. Поэтому для получения высокого урожая плодов на плантации обязательно высаживают несколько видов.

При размножении семенами выбирают участок с плодородной почвой, хорошо заправленной органическими и минеральными удобрениями. Лучшее время посева – осень, глубина заделки 2-3 см. Посевы мульчируют мхом, торфом или опилками. Уход за сеянцами состоит в прореживании всходов, рыхлении почвы, прополке сорняков и борьбе с болезнями. Чтобы сеянцы лучше росли, их в первой половине лета подкармливают азотными удобрениями из расчета 40 кг д.в. на гектар (15 г аммиачной селитры на 1 м²). Сеянцы высаживают из питомника на второй год осенью, как только начнется опадание листьев. Шиповник высаживают на длительный срок (20-25 лет). Поэтому правильный выбор участка с учетом биологических требований растения, наряду с выполнением других агротехнических мероприятий, имеет решающее значение.

Предпосевное удобрение. Участок под шиповник пахут осенью на глубину 25-30 см, за 20-30 дней до осенней посадки вносят на 1 га 60-80 т навоза или компоста, 200-300 кг фосфора и 100-120 кг калия. Кислые почвы известкуют.

Припосадочное удобрение. При осенней посадке шиповника, в посадочную яму за 20-30 дней вносят органические удобрения (5-10 кг) и минеральные удобрения (30-40 г фосфора и 15-20 г калия). При весенней посадке посадочные ямы

готовят с осени. Растения сажают на 5-7 см глубже, чем они росли до этого. Сразу после посадки растения поливают из расчёта 8-10 л воды на каждое растение. Поверхность почвы в лунке мульчируют торфяной крошкой или перегноем слоем 3-5 см.

Подкормки на посадках шиповника проводят до вступления растений в плодоношение, начиная со второго года и ежегодно перед первым рыхлением почвы весной, вносят аммиачную селитру из расчета 10 г на 1 м².

Шиповник весьма отзывчив на внесение органических и минеральных удобрений. Поэтому, начиная с четвертого года после посадки, когда кусты вступят в товарное плодоношение, их надо ежегодно удобрять, внося под первую весеннюю обработку почвы по 2-3 кг/м² (20-30 т/га) навоза или компоста. Если органических удобрений недостаточно или они отсутствуют, их внесение чередуют с минеральными: один раз в 2-3 года вносят в конце октября 10-15 кг/м² (100-150 т/га) навоза или компоста, заделывая их в почву на глубину 8-10 см, а в промежуточные годы – по 30-50 г/м² (300-500 кг/га) сложных минеральных удобрений типа нитрофоски весной, под первую обработку почвы. При отсутствии сложных удобрений ранней весной вносят по 20-40 г/м² (200-400 кг/га) аммиачной селитры или мочевины, а осенью (после листопада) – 30-40 г /м² (300-400 кг/га) суперфосфата и 10-15 г/м² (100-150 кг/га) хлористого калия. Внесение удобрений увеличивает урожай шиповника на 40-50%.

Для молодых растений указанные нормы снижают на 50% и вносят удобрения не по всему участку, а только в прикустовые круги.

В фазе активного роста побегов и завязи полезна подкормка в сочетании с поливом; вносят настой птичьего поме-

та, разбавленного водой в 10-12 раз или настой коровяка, разведенного в 3-4 раза. Жидкие удобрения лучше вносить в кольцевые бороздки глубиной 7-10 см, расположенные на расстоянии 50 см от куста. После подкормки и полива бороздки закрывают почвой, мульчируют [40].

Калина

Калина – многолетний кустарник, достигающий высоты 2-2,5 метра. В диком виде произрастает в лесах, по опушкам, вырубкам, берегам рек, озер и болот. Особо ценными всегда считались целебные свойства калины, однако пользоваться ими надо осторожно и советоваться с врачом.

Плоды калины тонизируют, улучшают работу сердца, оказывают мочегонное действие, полезны при неврозах, сосудистых спазмах. Витаминный чай из плодов обладает общеукрепляющим и успокаивающим средством. Такое универсальное свойство плодов калины связано с большим содержанием в них витаминов С и Р (100 и 900 мг на 100 г соответственно), а также органических кислот, каротина, желирующих веществ; в них много сахара, дубильных веществ, а по содержанию железа они превосходят любое ягодное растение. Сок и отвар из ее плодов рекомендуется пить при простуде, кашле, язвенной болезни желудка, колитах, внутренних и носовых кровотечениях; он успокаивает боли при бронхиальной астме и гипертонии, а в 10-20% растворе сок применяется также при болезнях кожи, хорошо очищает лицо.

Калина всегда широко использовалась и как декоративное растение. Она цветет с конца мая до середины июля. Многочисленные цветки собраны в броское зонтиковидное соцветие. При беглом взгляде оно кажется состоящим из крупных, чисто белых цветков, но при более внимательном осмотре оказывается, что это только краевые цветки. Обоеполые цветки внутри соцветия очень душисты и нектаропр-

дуктивны, что в сочетании с продолжительным цветением делает калину хорошим медоносным растением. Ягоды калины созревают к концу вегетационного сезона и остаются висеть длительное время, практически не осыпаясь до весны следующего года. Плодами калины охотно кормятся птицы.

Минусом обыкновенной калины является то, что ее ягоды имеют очень горький вкус. Но, тем не менее, в Сибири, где ограничены возможности садоводства, она всегда широко использовалась и как пищевое растение. Такая популярность плодов калины определяется простотой избавления от горечи – достаточно ягоды заморозить, пропарить или даже просто ошпарить. После снятия горечи и протирки через сито для удаления косточек и кожицы из нее готовят желе, мармелад, пастилу. Эти заготовки оказываются особенно вкусными, если к ним прибавить ароматного сока других ягод, например малины или смородины.

Особенности посадки калины заключается в подборе необходимого расстояния между кустами, которое должно составлять не менее 1,5-2 м. Допускается заглубление корневой шейки на 3-5 см. Как правило, после посадки происходит оседание и уплотнение грунта, в связи с этим необходимо производить посадку на глубину, при которой корневой ком будет на 10-20 см выше рекомендуемой. Особенно это касается крупномерных растений.

Все контейнерные растения перед посадкой необходимо тщательно проливать водой, ком должен быть пропитан влагой и не терять её сразу после посадки растения. При посадке добавляют в почву 10 кг перегноя и 0

,4 кг древесной золы или 3-4 ведра органических удобрений (подстилочный навоз, торф, перегной и т.д.), 40-50 г фосфора, по 25-30 г калия и азота. Оптимальная кислотность

почвы рН 5,5-6,5. После посадки почву уплотняют.

Подкормки минеральными удобрениями проводят весной и осенью. В начале вегетационного периода почву под растениями в радиусе прикустового радиуса перекапывают и вносят азот (40-50 г/м²), фосфор (30-40 г/м²), калий (20-30 г/м²). Осенью – фосфор (30-40 г/м²), калий (15-20 г/м²).

Растениям калины необходим частый полив. Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива. Растения калины хорошо отзываются на рыхление и мульчирование торфом слоем 7-10 см прикустовых кругов, которые как правило совмещают с прополкой.

При формировании куста для усиления побегообразования прищипывают ветви более 25-30 см длиной. При формировании деревца нужно оставить один мощный побег и формировать крону на высоте 1,5-2 м. Поросль и побеги ниже кроны удаляют. Прореживание кроны проводят раз в 7-10 лет, вырезая сухие, поломанные или портящие форму растения ветви.

Калина обыкновенная – одно из самых зимостойких растений, не повреждаемое ни низкими зимними температурами, ни весенними заморозками. Поэтому дополнительная подготовка к зиме не требуется.

Арония черноплодная

Арония – кустарник высотой до 2,5 м с развитой, компактной, сильно мочковатой корневой системой. Основная масса центральных корней размещается в гумусном слое на глубине от 30 до 60 см, поэтому она достаточно терпима к близкому стоянию грунтовых вод. Лишь отдельные разветвления разрастаются от центра куста на 1,5 м и более, а вертикальные корни проникают вглубь до 1 м, при благоприятных условиях – до 2 м.

Образует многочисленные (до 50 шт.) округлые побеги.

Цветет в конце мая – начале июня, обычно через 2 недели после распускания листьев; плоды созревают в конце августа – начале сентября и сохраняются до заморозков. Арония черноплодная живет более 30 лет, плодоносит в течение 20 лет. Плоды округлые, до 1,5 см, черные с сизым налетом, иногда темно-красные.

Ценное лекарственное значение имеют плоды аронии, содержащие сахар (6-10%), яблочную кислоту (1,3%), другие органические кислоты, пектиновые (0,75%) и дубильные (0,35-0,6%) вещества, каротин, витамины А, В₂, С, Е, соли бора, железа, йода, марганца, меди, молибдена, а также вещества, обладающие Р-витаминной активностью.

Потребление ягод способствуют снижению кровяного давления, улучшает деятельность мозга, положительно воздействует на иммунную систему и активность желудочных ферментов, помогает при сахарном диабете, нарушении сна, переутомлении, снимают аллергические реакции. Большая часть биологически активных веществ сосредоточена в кожце. Полезны не только свежие плоды, но и замороженные, сушеные, сок и даже такие продукты переработки, как джем, желе, варенье, компот. Плоды аронии, собранные в сентябре, хорошо хранятся в свежем виде при температуре около 0°C. Процесс брожения сильно разрушает комплекс полезных соединений, хотя нужно признать, что из «черноплодки» получается очень вкусное вино. Ягоды аронии можно сушить, добавлять в различные заготовки.

Аронию лучше сажать осенью. Место для посадки выбрать нетрудно, поскольку ей подходят любые почвы, кроме засоленных и заболоченных. Предпочтительнее сажать в солнечных местах, так как в тени хуже цветет и плодоносит. Размещение растений в группах на расстоянии 2-3 м, чтобы

кусты не затеняли друг друга. Аронию высаживают в виде небольших куртин или рядами в качестве живой изгороди. Площадь питания каждого растения 3×3 или $4 \times 2-2,5$ м. Размер посадочных ям 60×60 см, глубина 40-45 см. Корневая шейка должна находиться на уровне земли.

Почвенную смесь для посадки готовят с применением следующих компонентов: листовая земля, торф, песок (1 : 1 : 1). Перед посадкой в яму вносят два ведра перегноя и 50 г комплексных минеральных удобрений (нитроаммофоска). Оптимальная кислотность почвы рН 6,5-7,0.

Все контейнерные растения перед посадкой необходимо тщательно проливать водой, ком должен быть пропитан влагой и не терять её сразу после посадки растения. Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива. Для нормального развития необходима достаточная влажность воздуха. После посадки приствольное пространство мульчируют торфом, слой 3-5 см.

Подготовка почвы перед посадкой включает внесение удобрений и перекопку. Удобрения вносят из расчета на 1 м^2 : 2-3 кг перегноя или компоста, 30 г суперфосфата, 20 г калийных удобрений.

В посадочные ямы вносят по 10 кг перегноя или компоста, 200-300 г суперфосфата, 40-50 г сернокислого калия, 300 г древесной золы. Сразу после посадки саженцы рекомендуется обрезать, оставляя пеньки высотой 15-20 см с 4-5 почками.

Подкормки органическими удобрениями проводят один раз в 3-4 года ($1,5 \text{ кг/м}^2$), фосфорно-калийные – ежегодно осенью, азотные – ежегодно весной после цветения по $40-50 \text{ г/м}^2$, рассыпая под кусты.

В процессе ухода необходимо периодическое прореживание кроны и укорачивание очень длинных побегов. Весной

проводят санитарную и омолаживающую обрезку, вырезая старые, поломанные и поврежденные ветви. Переносит формовую обрезку для живых изгородей. Нуждается в прополке и рыхлении на глубину 5-8 см. Зимует без укрытия.

Голубика

Голубика – многолетний, сильноветвистый кустарник высотой 0,3-0,5 м. Используют ягоды голубики, как и других ягодных культур, на переработку, для потребления в свежем и сушеном виде, хранят замороженными. Считается, что достаточно съесть 100-200 граммов свежих ягод, чтобы удовлетворить суточную потребность в витамине С.

Требования к условиям выращивания. В условиях искусственного разведения, голубика предпочитает торфянистые легкие почвы с хорошей аэрацией, но с достаточным запасом влаги. Уровень грунтовых вод должен располагаться не ближе 30 сантиметров, но и не ниже 75-90 сантиметров. Подстиляющий горизонт – водопроницаемый, реакция почвенного раствора кислая (рН 4,0-4,5). Обязательным условием считается высокое содержание гумуса и теплоемкость почвы. Участок следует надежно защитить от ветров, но не затенять. В зимний период растения выдерживают морозы до 20-25°C, цветки повреждаются заморозками при -7°C. Продолжительность безморозного периода должна быть около 160 дней. Чтобы войти в состояние покоя, почкам необходим некоторый непродолжительный период пониженных температур. На растения отрицательно влияют и засуха, и затяжное переувлажнение. Для хорошего завязывания плодов обязательно пчелоопыление.

Размножают голубику семенами (в селекционных целях), отводками, черенками, а высокорослую еще и прививкой.

На садовых участках для голубики готовят ямы, заполненные верховым слабо разложившимся торфом или смесью

торфа с песком (3:1) с добавлением 1-3 ведер перегноя; все это тщательно перемешивают. Если почва торфяная, то на 1 м² вносят 5-6 кг (50-60 т/га) перегноя, 50 г двойного суперфосфата (500 кг/га), 150 г (1,5 т/га) древесной золы. Затем проводят глубокую перекопку (30-40 см). В качестве мульчи под голубику можно использовать опилки в любом виде и в количестве, которое обеспечивает слой в 5-6 сантиметров.

Удобрение. В первый год после посадки, если растения плохо растут, в июне проводят жидкую подкормку мочевиной из расчета 10 г удобрения, разведенного в 10 л воды на 1 м². В дальнейшем азотные удобрения вносят ежегодно: в фазе распускания почек, перед цветением или сразу после него и в начале июля, когда идет усиленный рост завязи. Если почву ежегодно мульчируют опилками, дозу азотных удобрений увеличивают в 1,5-2 раза, поскольку азот поглощают целлюлозоразлагающие бактерии. Периодически – 1 раз в 2-3 года осенью вносят на 1 м² прикустового круга 4-6 кг перегноя или компоста, 40-50 г суперфосфата и 20-30 г сернокислого калия. Удобрения заделывают на глубину 8-10 см. Сверху укладывают свежий слой мульчи [39].

На сегодняшний день не только голубика, но и другие представители данной группы растений (черника, брусника, клюква) обзавелись культурными видами и являются настоящим украшением садовых участков опытных садоводов. Имеющие схожие требования к условиям выращивания в природе, они и в рамках культурных посадок сохранили данную особенность.

Черника

Черника – низкий и сильноветвистый ягодный кустарник из семейства вересковых. Она легко и незатейливо переносит зимние заморозки, чернику можно встретить и за Полярным кругом. Плодоносить растение начинает со второго

года. Сначала на кусте появляется небольшое количество крупных ягод, но со временем их становится много, но уже меньшего размера.

Свежие плоды отличаются низкой калорийностью: в 100 граммах содержится всего 57 калорий. Растение богато антиоксидантами, которые помогают противостоять стрессу. Витаминный состав растения представлен аскорбиновой кислотой, ретинолом, токоферолом, группой РР, В. Плоды содержат такие полезные соединения, как танины, пищевые волокна, антоцианы, пектин, эфирные масла, соли железа. Среди всех ягод черника лидирует по количеству полезных микро- и макроэлементов.

В дикой природе растет в смешанных или хвойных лесах. Некоторые сосновые боры очень сильно зарастают кустами черники. Вообще такое соседство не случайно. Так же как и сосна, черника лучше всего чувствует себя на лёгких почвах.

Черника тенелюбивый кустарник, поэтому высаживать его надо под пологом деревьев, которые смогут обеспечить постоянную полутень под ними. На открытых местах в сухое лето растения погибают. Расстояние между растениями 0,5 м. Более приемлемым субстратом считаются почвы торфянистые, кислые (кислый торф, листовая или дерновая земля, песок в соотношении 3 : 2 : 1). Оптимальная кислотность почвы рН 4,0-4,8. Обязательно на дно посадочной ямы укладывается дренаж из песка слоем 5-7 см. После посадки корневая шейка должна находиться ниже уровня земли.

Перед посадкой растения с закрытой корневой системой необходимо тщательно проливать водой, ком должен быть пропитан влагой и не терять её сразу после посадки растения. Полив обязателен и во время вегетации, особенно в сухое и

жаркое лето (0,5-1 ведро воды на взрослый куст раз в неделю). При нормальном выпадении дождей поливают реже. Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива.

При посадке вносят полное минеральное удобрение из расчета 40 г нитроаммофоски на яму 40 x 40 см. В другое время можно не подкармливать, так как опавшие листья обогащают почву органикой и подкисляют ее (в них содержатся дубильные вещества).

Уход за посадками включает неглубокое (3-5 см) рыхление, только молодых посадок при удалении сорняков и мульчирование торфом слоем 3-5 см, которое положительно влияет на рост и развитие растений. Еще лучше мульчировать хвоей: перепревая, она также обогащает почву органикой, делает ее более рыхлой.

Растения зимуют под снегом. Молодые посадки следует укрыть на зиму хвоей или торфом, чтобы предохранить корни и стелющиеся побеги от обмерзания. Взрослые растения укрытия не требуют.

Брусника

Брусника является вечнозеленым кустарниковым растением. Максимальный рост его может достигать 30 см. Растение имеет прямые стебли с темно-зелеными листочками. В начале осени начинают созревать ягоды, которые по мере поспевания становятся кораллового цвета. Размножают кустарник с помощью корневищ, но плодоносит он не сразу, а спустя два года.

Посадка брусники возможна рыхлыми группами и в виде бордюров, которые необходимо стричь три раза в сезон (весной, в начале и в середине лета). Расстояние между растениями в рядках 0,2-0,25 м. Все контейнерные растения перед посадкой необходимо тщательно проливать водой, ком

должен быть пропитан влагой и не терять её сразу после посадки растения.

Для посадки брусники используется почвенная смесь, состоящая из кислого торфа, песка и опила (3:2:1). Перед посадкой в землю вносят торф или компост из расчета 4-6 ведер на 1 м² с добавлением 40-70 г полного минерального удобрения с микроэлементами и 60-80 г суперфосфата. Оптимальная кислотность почвы рН 4,5-5,0. Растения нуждаются в обильном поливе после посадки, затем 2-3 раза в неделю (первый год). Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива.

Подкормки проводят во второй половине мая, для этого необходимо использовать полное минеральное удобрение (нитроаммофоска, кемира-универсал) из расчёта 20-30 г/м². Рыхление рекомендуется редкое и неглубокое (до 5 см), только при прополке сорняков. Мульчирование проводят торфом слоем 2-3 см. Зимует без укрытия.

Клюква

Ягода имеет богатый химический состав. Отличный источник витаминов, является тонизирующим антиоксидантным средством. Обладает противовоспалительными антисептическими свойствами, помогает при лечении простуды, ангины, ревматизма, болезней сердца.

При посадке расстояние между растениями в рядке должно составлять 0,2-0,3 м, между рядками – 0,5 м. Посадочную яму заполняют торфом. Оптимальная кислотность почвы рН 4,5-5,0. На дно посадочной ямы укладывают дренаж – гравий или керамзит слоем 5 см. После посадки почву необходимо замульчировать сфагновым мхом.

Основными агротехническими работами при уходе за культурой, являются полив и подкормка минеральными удобрениями. Почва на участке должна быть постоянно

влажной. Для выполнения этого условия залегание грунтовых вод должно быть не ниже 40 см, или необходимо наличие рядом любого источника воды. Растение не переносит засуху. Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива.

При выращивании клюква плохо переносит избыток элементов питания, поэтому удобрения в качестве подкормки (суперфосфат 10-30 г/м², сернокислый калий 5-20 г/м²) нужно вносить осторожно, в несколько приёмов. При недостатке микроэлементов вносят кемиру-универсал (2 г/л воды).

По мере появления сорняков необходима прополка. В первый год растения на зиму укрывают еловым лапником.

Земляника

Земляника – одна из наиболее ценных ягодных культур. Отличаясь высокой приспособляемостью и стабильной урожайностью, она даёт вкусные и целебные ягоды. Земляника – многолетнее травянистое растение начинает отрастать при температуре 2°C. Корневая система мочковатая, хорошо разветвленная, располагается в основном (более 85%) в верхнем слое почвы 5-20 см.

Для поддержания почвы в рыхлом состоянии плантации земляники в течение вегетационного периода 2-4 раза обрабатывают в междурядьях. При первом весеннем рыхлении междурядий глубина обработки 3-6 см, при последующих летних – на глубину 6-8 см. Последний раз осенью рыхлят на глубину 12-15 см (для накопления влаги).

Успех возделывания земляники во многом определяется орошением, так как урожайность этой культуры при орошении возрастает в 2,3-3 раза. За вегетационный период в обычные годы требуется четырёхкратный полив: перед цветением, по зелёной завязи в период созревания ягод, после сбора урожая и поздно осенью. Норма расхода воды при поливе 250-300

м³ на 1 га. Влажность почвы на глубине 20-30 см должна составлять 75-80% от полной полевой влагоёмкости.

Лучше размещать землянику на почвах лёгкого гранулометрического состава с содержанием органического вещества не менее 1-2%. Высокие урожаи она дает на плодородных, хорошо окультуренных почвах, содержащих не менее 150-180 мг/кг подвижного Р₂О₅ и 180-200 мг/кг обменного К₂О. Перед посадкой проводят сплошное окультуривание почвы. Земляника хорошо растет на слабокислых и нейтральных почвах (оптимум рН_{КСl} 5,6-6,0). На кислых почвах за 3-4 года до посадки проводят известкование, непосредственно под землянику известь вносить нежелательно. Доза извести зависит от кислотности почвы, её гранулометрического состава и содержания гумуса. Дозы извести можно определять по обменной и гидролитической кислотности (по 0,75 величине гидролитической кислотности). Известкование проводят под глубокую обработку, обеспечивая равномерное смешивание извести с почвой.

Земляника по сравнению с другими ягодными культурами отличается повышенным поглощением биогенных элементов (см. табл. 4). Поступление питательных веществ идёт крайне неравномерно: 15-25% поступает до цветения, 50-60% от цветения до образования ягод (период максимального поглощения) и остальная часть в последующий период.

Для земляники характерны два критических периода в питании: весенний, когда происходит развитие и распускание цветочных почек, и осенний, во время закладки генеративных органов будущего урожая. Несмотря на то, что в эти периоды земляника потребляет относительно небольшое количество элементов питания, она должна быть хорошо ими

обеспечена. В конце лета при закладке плодовых почек и росте корневой системы отмечается второй период интенсивного потребления элементов питания, поэтому от обеспеченности в этот период элементами питания зависят развитие листьев, цветение и плодоношение на следующий год.

Перед закладкой плантации вносят органические удобрения 80-100 т/га и $P_{90}K_{120}$ (табл. 51).

Таблица 51

Дозы удобрений при средней обеспеченности почв элементами питания

| Период внесения | Удобрения | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------|--------|
| | органические, т/га | минеральные удобрения, кг д.в./га | | |
| | | N | P_2O_5 | K_2O |
| Перед закладкой плантации | 100 | – | 90 | 120 |
| 1-го года плодоношения | – | 40* | 30 | 30 |
| 2-го года плодоношения | – | 40* | 40 | 40 |
| 3-го года плодоношения | – | 40** | 40** | 40** |

*Примечание: * – ½ нормы вносят весной, остальное – после сбора урожая вместе с фосфорными и калийными удобрениями; ** – вносят весной до цветения.*

Дозы органических и минеральных удобрений зависят от предшественника. Если в качестве предшественника выращивают вико-овсяную смесь, то непосредственно под культуру вносят 100-120 т/га навоза, 5 ц суперфосфата и 2,25 ц хлористого калия, что вполне достаточно для получения хорошего урожая земляники в течение последующих 2-3 лет без дополнительного внесения удобрений. Непосредственно при посадке земляники удобрения не вносят [17, 26].

Уход за неплодоносящей земляникой. На бедных почвах при недостаточной заправке удобрениями подкармливают NPK по 45-60 кг/га и через 2 года вносят органические удобрения. Для защиты насаждений земляники от вымерзания ее ряды мульчируют. Мульчирование производят перед замерзанием почвы. В качестве мульчирующих материалов применяют торф, перепревший навоз или опилки. Для механизации ис-

пользуют переоборудованный прицеп-разбрасыватель РПТМ-2,0А. Мульча укладывается вдоль рядков земляники полосой шириной около 30 см с расходом торфа 20-25 т на 1 га.

Уход за плодоносящей земляникой. При хорошей заправке почвы до посадки, нормальной густоте стояния и сильном росте растений на плантациях земляники 1-го и 2-го года жизни обычно удобрения не вносят. Но при плохом состоянии растений после перезимовки, с учётом химического анализа (см. табл. 24-26) можно рекомендовать подкормки. Подкормку чаще всего проводят азотом 20-30 кг/га ранней весной и после сбора ягод с заделкой на глубину 10-15 см и на такое же расстояние от рядка. На землянике 3-го года жизни обычно достаточно внести 1 ц/га аммиачной селитры рано весной [1].

Оптимизация азотного питания земляники в конце лета и начале осени способствует образованию рожков, рожковых и розеточных корней.

В годы с высоким урожаем ягод внесение в начале осени полного удобрения $N_{30-45}P_{30}K_{30}$ с добавлением 15 т/га перепревшего навоза в междурядья позволяет сформировать хороший урожай ягод в следующем году.

Это положение подтверждается тем, что земляника в послеуборочный период еще потребляет до 38% N, 20% P_2O_5 и 25-27% K_2O . От позднелетних подкормок зависит количество завязей и размер ягод урожая будущего года.

Однако на плодородных почвах азотное удобрение, внесенное рано весной, приводит к сильному образованию усов, снижению формирования урожая ягод. К внесению азотного удобрения под сорта, склонные к раннему образованию усов, надо подходить с осторожностью. Исследования с земляникой сорта Зенга-Зенгана отчетливо показали, что максимальный урожай ягод формируется при весенних запасах мине-

рального азота 60-80 кг/га в слое почвы 0-30 см [42]. Действие азотных удобрений становится неэффективным и ведет даже к снижению урожая. Всероссийским селекционно-технологическим институтом разработана система удобрения земляники с учётом уровня урожайности и плодородия почв (табл. 52).

Таблица 52

Система удобрения товарных плантаций земляники (Куликов И.М., 2005)

| Степень обес-печенности почвы | Дозы удобрений | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------------|
| | Органические удобрения, т/га | Минеральные удобрения, кг/га д.в. | | |
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| До посадки | | | | |
| Очень низкая | 140 | – | 135 | 180 |
| Низкая | 120 | – | 110 | 150 |
| Средняя | 100 | – | 90 | 120 |
| Повышенная | 100 | – | 70 | 90 |
| Высокая | 100 | – | 45 | 60 |
| Очень высокая | 100 | – | 25 | 30 |
| Новосадка | | | | |
| Очень низкая | – | 45 | – | – |
| Низкая | – | 40 | – | – |
| Средняя | – | 30 | – | – |
| Повышенная | – | 30 | – | – |
| Высокая | – | 30 | – | – |
| Очень высокая | – | 30 | – | – |
| При урожае до 50 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | 60 | 45 | 60 |
| Низкая | – | 50 | 40 | 50 |
| Средняя | – | 40 | 30 | 40 |
| Повышенная | – | 40 | 20 | 30 |
| Высокая | – | 40 | 15 | 20 |
| Очень высокая | – | 40 | – | – |
| При урожае 50-100 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | – | – | – |
| Низкая | – | 60 | 50 | 60 |
| Средняя | – | 50 | 40 | 50 |
| Повышенная | – | 50 | 30 | 40 |
| Высокая | – | 50 | 20 | 25 |
| Очень высокая | – | 50 | – | – |
| При урожае 100-150 ц/га | | | | |

| <i>Продолжение таблицы 52</i> | | | | |
|-------------------------------|---|----|----|----|
| Очень низкая | – | – | – | – |
| Низкая | – | – | – | – |
| Средняя | – | 60 | 50 | 60 |
| Повышенная | – | 60 | 40 | 45 |
| Высокая | – | 60 | 25 | 30 |
| Очень высокая | – | 60 | – | – |
| При урожае >150 ц/га | | | | |
| Очень низкая | – | – | – | – |
| Низкая | – | – | – | – |
| Средняя | – | 70 | 60 | 70 |
| Повышенная | – | 70 | 45 | 50 |
| Высокая | – | 70 | 30 | 35 |
| Очень высокая | – | 70 | – | – |

На приусадебных участках подготовку почвы начинают за 1-2 года. Для повышения органического вещества в почве вносят на 10 м² 30 кг хорошо перепревшего навоза. Нередко после внесения удобрений происходит обильное усвоение в ущерб плодообразованию. Во избежание этого, при выращивании земляники, необходимо очень чётко выдерживать соотношение между азотным, фосфорным и калийным питанием (1 : 2 : 1).

На 10 м² рекомендуется внести 75 г аммиачной селитры, 250 г простого или 125 г двойного суперфосфата и 50 г сульфата или хлористого калия. Усы удаляют до 3-х раз за сезон.

Выращивание земляники в защищённом грунте. При теплицах, на плодородном участке в открытом грунте, защищённом от ветров, проводят укоренение розеток земляники на грядах ожидания, подготавливая рассаду к нужному сроку высадки.

Перед фрезерованием на гряды ожидания вносят по 60 кг/га д.в. НРК. Затем розетки с зачаточными корнями пикируют на гряды.

После образования корней, распикированные растения в школке подкармливают комплексным удобрением из расчета

$N_{30}P_{30}K_{30}$ в жидком виде, а ещё через две недели применяют некорневую подкормку 0,3% раствором мочевины или повторяют первую.

В зимних блочных теплицах в состав почвенного грунта (с объемной массой 0,5-0,8 г/см³) входят торф низинный и верховой слаборазложившийся (60%) с зольностью 12% и без подвижных форм алюминия, закисного железа и марганца, навоз или перегной (30%) и опилки (10%).

В торф вносят минеральные удобрения на 1 м³: аммиачной селитры – 1,5 кг, суперфосфата – 2 кг, сернокислого калия – 0,86 кг (или калимагнезии – 1,5 кг), а также микроудобрения (г): $FeSO_4$ – 60, H_3BO_4 – 15, $CuSO_4$ – 20, $MnSO_4$ – 6, $ZnSO_4$ – 2, NH_4MoO_4 – 4 г. При помощи доломитовой муки рН торфа доводят до 5,5.

На бедных почвенных средах возникает необходимость один раз в неделю применять дополнительную минеральную подкормку, в состав которой входят макроэлементы (г/л раствора): $Ca(NO_3)_2$ – 2,1, H_3PO_4 – 0,24, KNO_3 – 1,8, $CaSO_4$ – 0,6, $MgSO_4$ – 0,9; микроэлементы (мг/л раствора): $KMnO_4$ – 2, H_3BO_3 – 4, $ZnSO_4$ – 0,2, $CuSO_4$ – 0,1, $(NH_4)MoO_4$ – 0,03. Значительно проще использовать подкормки комплексными растворимыми удобрениями, содержащими азот, фосфор, калий, магний (10 : 5 : 20 : 6); вносят их в концентрации 50 г/л с расходом 10 л раствора на 1 м² [39].

Заключение. Ягодные кустарники дают более высокий урожай при возделывании после сидеральных культур и использовании необходимого количества элементов минерального питания, вносимых с повышенными дозами органических и минеральных удобрений. Реализуемая в полном объеме допосадочная система применения удобрений, обычно включает дополнительное внесение фосфорных и калийных удобрений в первые 3-5 лет.

Земляника, малина и черная смородина более требовательны к азотному питанию и положительно отзываются на ранневесеннее внесение азотного удобрения по сравнению с другими плодово-ягодными культурами. В свою очередь крыжовник отзывчив на калийное питание.

При удобрении яблони, малины, ежевики следует быть особо внимательными к их обеспеченности магнием. На почвах с высоким содержанием легкоподвижного калия соотношение в почве К и Mg должно быть не более чем 4 : 1.

При выборе форм и видов минеральных удобрений важной является реакция растений на наличие в удобрениях сопутствующих элементов. С учетом накопленных к настоящему времени научных знаний следует признать, что относить все садовые культуры к хлорофобам неверно. У плодовых деревьев, крыжовника, черной смородины отрицательное действие хлорсодержащих удобрений проявляется лишь при высоких концентрациях ионов хлора в почвенном растворе. Однако красная смородина, малина, земляника чувствительны к наличию хлора в отдельных формах удобрений (KCl , $nKCl + mNaCl$, NH_4Cl). При засухе токсическое действие хлора усиливается.

Земляника и ягодные кустарники, за исключением черной смородины, относительно устойчивы к реакции среды и лучше произрастают на слабокислых почвах, что достигается умеренным известкованием кислых дерново-подзолистых, светло-серых и серых лесных оподзоленных почв.

3.3 Сроки, способы и глубина внесения удобрений

В системе удобрения плодовых и ягодных культур важное место занимают вопросы сроков и способов внесения минеральных удобрений. Противоречивость научных суждений не позволяет с достаточной надежностью использовать

тот или иной срок внесения даже для одной и той же культуры с одинаковыми условиями местообитания. На выбор способов, сроков и глубину внесения удобрений влияет целый ряд факторов. Это особенности расположения корневой системы плодовых деревьев и ягодных кустарников по профилю почвы, её гранулометрический состав, динамика передвижения питательных веществ внесённых удобрений, водный режим почвы. Единых правил по выбору способов и сроков внесения удобрений быть не должно, по данному вопросу необходим адаптивный подход.

При планировании внесения удобрений следует учитывать следующее:

1. Неодинаковое развитие, а главное – неодинаковую глубину залегания корневой системы плодово-ягодных культур на почвах разных типов и разных агроландшафтах;

2. Сильную зависимость между подвижностью питательных веществ удобрения, свойствами почвы (прежде всего гранулометрическим составом) и водным режимом;

3. Неодинаковое содержание доступных для растений питательных веществ в разных почвенных слоях.

Например, в яблоневых садах Республики Молдова всю рассчитанную дозу азотных удобрений при урожае яблок 25-30 т/га вносят ранней весной и заделывают на глубину 12-16 см, а при более высоких урожаях – в два срока: 2/3 полной дозы – ранней весной, а 1/3 дозы – перед июньским опадением завязей.

Фосфорные и калийные удобрения вносят в запас осенью под вспашку один раз в 3-4 года в садах при паровой системе содержания почвы междурядий и один раз в 3-5 лет при дерново-перегнойной системе – перед посевом трав и при их перепашке.

Внесение азотных удобрений дробно, оправдывает себя на легких почвах, а также когда рассчитанная годовая доза азота превышает 60-80 кг/га. В этих случаях 2/3 дозы азота вносят рано весной, а 1/3 после физиологического опадения завязей, а у ягодных кустарников и земляники – после сбора урожая.

Выбор рациональных сроков внесения удобрений, особенно азотных, должен всегда исходить из особенностей роста и развития многолетних растений текущего года. Установив примерные сроки дифференциации цветочных почек и получив представление о силе роста побегов, а также проведя листовой химический анализ, можно определить дозу и сроки прямой потребности растений в питательных элементах.

Органические и минеральные удобрения равномерно разбрасывают по всей площади будущего сада (или узкими полосами – траншейный способ посадки саженцев) специальными разбрасывателями: органические – РОУ-6, 1-ПТУ-4 или МТУ-15-1, ПРТ-7А, МЖТ-Ф-11, МЖУ-16; минеральные – 1-РМГ-4, НРУ-0,5, МТТ-4У, МВУ-12, АПЖ-12, аппликатор ПЖУ-500 и др. Некоторые из перечисленных в разделе машин представлены в приложениях Л-Н.

После внесения удобрений необходима их своевременная глубокая заделка. Для этого рекомендуется использовать плуги марок ППУ-50А, ПЛН-4-35.

В плодоносящих насаждениях удобрения после сплошного поверхностного внесения заделывают: в семечковых садах на глубину 16-20 см, косточковых – 16-18 см, а в приствольных полосах – 6-12 см, выполняя вспашку плугом-луцильником ПЛС-5-25А или садовыми плугами ПСГ-3-30А или ПС-4-30.

Для обработки почвы и заделки удобрений в приствольных кругах (полосах) используют специальные орудия с вы-

движными секциями ПМП-06, фрезами ФС-0,9, ФС-1,2, ЗБНТУ-1,0 и др. Возможно применение садовых культиваторов типа КСГ-5 и КСШ-5Б с выдвигной секцией.

В плодоносящих насаждениях органические удобрения вносят из расчета 30-40 т/га один раз в 3-4 года (в зависимости от содержания гумуса в почве) под осеннюю перепахку междурядий садовыми плугами. На песчаных и супесчаных почвах, а также опесчаненных суглинках органические удобрения допустимо заделывать в почву междурядий садовыми дисковыми боронами типа БДС-3,5, БДСТ-2,5, БДН-1,3А.

На плодоносящих плантациях малины, земляники для внесения в междурядья органических и минеральных удобрений применяют машину марки МВУ-2, которая вносит удобрения в две борозды.

В плодоносящих садах эффективен послойно-очаговый способ внесения удобрений с учетом характера размещения корневой системы. Для этого используют приспособления типа ПРВН-19 или ПРВН-72000 к плугу ПРВН-2,5А и ПРВН-1,5-3. Подобного рода агрегат позволяет дифференцированно по глубине (от 10 до 50 см) вносить удобрения в 3 ленты с одновременным рыхлением почвы междурядий.

При ранневесеннем или летнем внесении твердых азотных удобрений для заделки в приствольных полосах используют также культиваторы и другие орудия с выдвигными секциями: КПС-4, КСГ-5, виноградный плуг-рыхлитель ПРВН-2,5А с приспособлением ПРВН-72000, а также фрезы ФП-2 и ФА-0,76.

Для некорневых подкормок используют мелкодисперсные дождеватели МДД или садовые опрыскиватели, сочетая одновременное внесение минеральных удобрений и химических средств борьбы с вредителями и болезнями.

Приведенные в таблицах 7, 8 примерные дозы извести рассчитаны на мелиорацию слоя 0-25-30 см. Для известкования всего плантажируемого слоя дозу известковых материалов увеличивают соответственно предполагаемой допосадочной глубине обработки почвы. Две трети из рассчитанной дозы вносят под плантаж, остальную часть заделывают на глубину пахотного слоя.

В плодоносящих насаждениях известковые материалы вносят поверхностно осенью после уборки урожая и заделывают тяжелыми дисковыми садовыми боронами.

Под ягодные кустарники и землянику, за исключением черной смородины, известкование следует проводить в севообороте за 2-3 года до посадки. Для допосадочного известкования более приемлемы известковые материалы с медленной нейтрализующей способностью и содержащие магний (доломитовая мука, доломитизированный известняк, мергель), особенно на почвах легкого гранулометрического состава. На среднесуглинистых и тяжелосуглинистых почвах используют материалы с более быстрой нейтрализующей способностью (известняковая мука, негашеная и гашеная известь, мел и др.).

Необходимость повторного известкования в плодоносящих садах и ягодных насаждениях устанавливается по изменению показателя pH_{KCl} , и степени насыщенности почвы основаниями.

Если сдвиг реакции в сторону подкисления составил 0,5 pH_{KCl} и показатель степени насыщенности почв основаниями ($V, \%$) в яблоневом, грушевом саду стал ниже 75%, а в насаждениях черной смородины, вишни, сливы, черешни – ниже 80%, то проводят повторное известкование.

Необходимость повторного известкования проверяют по балансу кальция в насаждении, учитывая расход извести

на нейтрализацию вносимых физиологически кислых минеральных удобрений.

В системе удобрения многолетних растений особое место занимают некорневые подкормки. Они становятся особенно эффективными, когда почва обеднена или за счет вымывания элементов питания, или, наоборот, за счет закрепления их в почве и уменьшения поступления к корням при недостатке влаги. Ухудшается передвижение питательных веществ и при зимнем подмерзании древесины и коры, а также низких температурах почвы весной. В этих случаях опрыскивание раствором мочевины или растворами других питательных веществ позволяет значительно снизить отрицательные последствия перечисленных факторов на рост и развитие растений.

Для эффективной некорневой подкормки раствором мочевины необходимо выдерживать концентрацию раствора (табл. 53).

Таблица 53

Рекомендуемые концентрации мочевины для некорневой подкормки плодово-ягодных культур (Дерюгин И.П., 2006)

| Культура | Концентрация соли | Культура | Концентрация соли |
|----------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Яблоня | 0,5-1,0 | Персик | 1,2-2,0 |
| Груша | 0,8-1,0 | Виноград | 0,4-0,7 |
| Слива | 0,6-0,8 | Ягодные кустарники | 0,4-0,6 |
| Вишня | 0,4-0,8 | Земляника | 0,8-1,0 |

Если яблоня и земляника хорошо реагируют на обработку раствором мочевины, то косточковые породы, особенно персик, плохо или совсем не отзываются на этот прием внесения азота.

Сочетание подкормок с обработками деревьев и кустарников против болезней и вредителей позволяет избежать дополнительных затрат. Однако надо всегда помнить, что даже

при 5-6-кратном ежегодном опрыскивании сада 1%-м раствором мочевины вносится максимум 20-25 кг N/га, что зачастую не соответствует необходимой дозе для формирования соответствующего урожая.

Некорневая подкормка в плодоносящих садах часто служит единственным приемом устранения выявленного дефицита микроэлементов. Подкормки микроэлементами рекомендовано применять, как самостоятельно, так и в баковых смесях с макроудобрениями, гуминовыми препаратами или инсектицидами и фунгицидами. С этой целью применяют в основном сульфатную форму микроэлементов в различных дозах и концентрациях. Для некорневой подкормки по листьям могут быть использованы комплексные удобрения различных марок Буйского химического завода (Костромская область) под общим названием «Акварин». Удобрения содержат Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B в виде хелатов, что улучшает их поступление в листья и транспорт в другие органы растения. Наиболее приемлема для этого марка Акварин-5 (N₁₈P₁₈K₁₈, где 12% азота содержится в составе мочевины). В удобрении содержится 2% MgO, 540 мг/кг удобрения Fe, 420 Mn, 200 B, 140 Zn, 100 Cu и 40 Mo. На основе данного удобрения готовят 0,5% раствор и расходуют его в количестве 1-2 л/дерево или 0,5-1,0 л/куст.

Как вариант однокомпонентных микроудобрений в хелатной форме элементов Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B можно использовать удобрения серии «Ультрамаг» выпускаемых ЗАО «Щёлково Агрохим».

Некорневые подкормки рекомендовано проводить с помощью системы капельного полива и дождевальных установок, с использованием штанговых, вентиляторных и ранцевых опрыскивателей. В бак опрыскивателя или поливочной

машины наливают воду на $2/3$ объёма, при включенном перемешивающем устройстве добавляют необходимое количество удобрения, доливают воду до расчетного объёма, раствор перемешивают и проводят подкормки.

Все рекомендации, разработанные для различных зон, являются ориентировочными. Их обязательно нужно уточнять и корректировать для каждого конкретного насаждения, применяя описанные выше методы почвенной и растительной диагностики. Для уточнения доз фосфора лучше использовать результаты анализа почвы, азота – почвы или листьев, а для калия и магния – почвы и листьев.

Принятую систему применения удобрений систематически один раз в 4-5 лет, проверяют по балансу питательных веществ и их соотношению.

Большое влияние на пищевой режим, в частности на обеспечение растений азотом, оказывает применение гербицидов и интенсивность обработки почвы. Уничтожение сорняков в приствольных кругах и междурядьях с помощью гербицидов очень заметно оптимизирует азотное питание деревьев, и, как следствие, существенно снижается потребность насаждений в азоте. При паровой системе содержания почвы сада на азотный режим влияет содержание гумуса и интенсивность его минерализации. Учет количества минерализованного азота позволяет выбрать оптимальную ежегодную дозу азота для внесения.

Рассчитанная доза азота в плодоносящих садах ежегодно корректируется с учетом вегетативного роста, содержания азота в листьях и ожидаемого урожая. Дозы фосфорных, калийных и магниевых удобрений для плодоносящих садов рассчитываются любым из приведенных в данном учебном пособии методов.

Таким образом, при разработке системы применения удобрений в плодоносящем саду необходимо руководствоваться следующими основными положениями.

1. Перед закладкой сада – наряду с агротехническими мероприятиями (известкованием почвы, внесением органических и минеральных удобрений) проводить коренное улучшение плодородия почвы; доводить, по возможности, основные её агрохимические показатели до оптимальных параметров.

2. В молодых садах, до наступления плодоношения – оптимизировать силу вегетативного роста с помощью азотных удобрений, уточняя их ежегодную дозу в зависимости от содержания азота в почве, баланса азота в системе почва - растение и водного режима. Перед вступлением в плодоношение внести 25-30 т/га органических удобрений в приствольные полосы.

3. При вступлении многолетнего насаждения в плодоношение – потребность растений в элементах минерального питания устанавливать с учетом продуктивности сада, системы содержания почвы в междурядьях, уровня увлажнения, содержания доступных форм фосфора, калия, магния и микроэлементов в почве, а для азота и калия – еще и уровня их содержания в листьях.

4. Систему применения удобрений в плодоносящих садах разрабатывать на 4-5 лет (для каждого тура агрохимического обследования почвы), а между турами реализовать её в годовых планах с указанием конкретных видов удобрений, уровня урожая текущего года, сроков и способов внесения удобрений.

Контрольные вопросы

1. Какие основные задачи призвана решать система применения удобрений в садовых насаждениях?

2. Укажите ключевые параметры при использовании удобрений в питомниках и чем они обусловлены?
3. Каковы особенности удобрения почв при закладке садов и ягодников?
4. Каковы различия удобрения молодых и плодоносящих садов и ягодников?
5. Дозы удобрений на 1 посадочную яму. Чем обусловлен выбор форм?
6. Каковы состав и дозы подкормок в садах и ягодниках?
7. Перечислите культуры, рекомендуемые для выращивания в качестве сидеральных растений. С чем связан данный выбор?
8. Какими должны быть дозы удобрений для яблони и груши при урожае более 280 ц/га?
9. В чём особенности удобрения обыкновенной и войлочной вишни?
10. Какие различия в удобрении чёрной и красной смородины?
11. Какие особенности в удобрении крыжовника?
12. Приведите дозы удобрений при посадке и для подкормки жимолости. С чем связан выбор конкретных форм?
13. Какие особенности использования удобрений при закладке плантации малины и выращивании ежевики?
14. В чём особенность удобрения ирги и облепихи?
15. Почему необходимо припосадочное удобрение для шиповника и калины?
16. Какой должна быть система удобрения земляники в открытом и защищённом грунте?

ГЛАВА 4. МЕТОДЫ РАСЧЁТА ДОЗ УДОБРЕНИЙ

Вопрос о лучших соотношениях и дозах элементов питания при выращивании плодовых растений также очень важен. От правильного решения его зависит рост и развитие, уровень и качество урожая, а также и окупаемость удобрений.

Во всех агроценозах, включая садовые, самым важным и в то же время самым непростым вопросом является установление истинной потребности плодовых деревьев и ягодных кустарников в питательных веществах. Другими словами – расчет дозы элементов питания.

Для определения оптимальных доз минеральных удобрений в плодоводстве не могут быть использованы методы расчета, применяющиеся в настоящее время в полеводстве и овощеводстве. В соответствии с современным уровнем знаний, для расчета доз удобрений необходимо исходить из двух главных принципов, от которых зависит потребность в элементах питания. Во-первых, питательный режим почвы и ожидаемый уровень урожайности. Во-вторых, учет следующих факторов: а) сила роста; б) возраст насаждения; в) система ухода; г) применяемая обрезка; д) урожай текущего года; е) степень засоренности; ж) тип и структура почвы; з) количество и характер выпадающих осадков; и) наличие орошения.

Для правильной оценки влияния этих факторов, при установлении дозы удобрения, следует ежегодно разрабатывать детальный план применения удобрительных средств с учетом последствий ранее внесенных удобрений. На основании полученных данных вносят коррективы в общую схему системы удобрения многолетнего насаждения на ряд лет.

Расчёт доз удобрений может проводиться с учётом разработанных рекомендаций или по показателям выноса элементов питания с урожаем.

Расчет доз удобрений по показателям выноса питательных элементов с урожаем в пересчете на дерево (куст) или на единицу площади не всегда поддается динамической оценке, необходимой для правильного и обоснованного определения потребности в удобрениях. И все же использование хотя бы усредненных показателей по статьям выноса питательных веществ в многолетних насаждениях позволяет избежать чрезмерно грубых ошибок при установлении дозы того или иного удобрения.

Значительная часть элементов питания, поглощенная плодовым деревом или ягодным растением, возвращается в почву с опавшими листьями и завязями. После их разложения питательные вещества снова вовлекаются в питание. Представление о величинах выноса питательных элементов из почвы и их распределении по органам растения дают наблюдения в яблоневых высокоурожайных садах (табл. 54).

Таблица 54

**Вынос элементов питания (кг/га/год)
различными органами яблони при урожае яблок 30 т/га,
по данным Г. Шёнберга и Д. Нефе (Дерюгин И.П., 2006)**

| Органы | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaO |
|---------------------------------------------------------|----|-------------------------------|------------------|-----|-----|
| Плоды | 18 | 9,2 | 52 | 3,4 | 2,8 |
| Срезанные ветви | 11 | 4,6 | 7,2 | 3,4 | 25 |
| Древесина (прирост) | 15 | 6,9 | 13,2 | 3,4 | 52 |
| Опад (листья, цветки, завязи плодов) | 54 | 11,4 | 73 | 28 | 113 |
| Общий вынос | 98 | 32 | 145 | 38 | 193 |
| Остается с опадом и обрезанными ветвями | 65 | 16 | 80 | 31 | 138 |
| Отчуждение с урожаем и закрепление в приросте древесины | 33 | 16 | 65 | 7 | 55 |

Как видно из данных, представленных в таблице, фактическое отчуждение питательных элементов в садовом агроценозе значительно меньше и составляет, в зависимости от вида элемента, 18-50% от биологического выноса. Так, ежегодное отчуждение азота с урожаем составляет 20-25% от

общего выноса. Необходимо более взвешенно подходить к дозам минеральных удобрений и периодичности их внесения, так как систематическое, но избыточное использование удобрений, из-за незначительного выноса питательных веществ с урожаем плодов и ягод, приводит к чрезмерному накоплению отдельных элементов, например фосфора и калия, в почве. Кроме того, значительная часть неиспользованного азота теряется в результате инфильтрации. Из-за физиологически неуравновешенного почвенного раствора питание растений нарушается, что отрицательно сказывается на поступлении других элементов.

4.1 Балансовые методы расчета доз азота

В основу определения доз минеральных удобрений в многолетних плодовых и ягодных насаждениях может быть положен баланс питательных элементов с учетом фактического урожая плодов и ягод и их качества.

Таблица 55

Содержание элементов минерального питания в различных органах яблони и вишни, % на сухое вещество (Спиваковский Н.Д., 1962)

| Органы растения | Яблоня | | | Вишня | | |
|-----------------|---------|-------------------------------|------------------|---------|-------------------------------|------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Плоды и ягоды | 0,4-0,8 | 0,1-0,2 | 1,2 | 1,0-1,5 | 0,2-0,5 | 0,6-1,8 |
| Листья | 2,3 | 0,45 | 0,6 | 2,0 | 0,41 | 1,70 |
| Плодовые ветки | 0,88 | 0,28 | 0,52 | 0,84 | 0,21 | 0,90 |
| Ростовые ветки | 0,54 | 0,14 | 0,29 | 0,47 | 0,10 | 0,23 |
| Ствол | 0,49 | 0,12 | 0,27 | 0,43 | 0,09 | 0,21 |
| Корни | 0,32 | 0,11 | 0,23 | 0,25 | 0,09 | 0,27 |

Зная процентное содержание питательного элемента в различных органах (частях) растения (табл. 55) или примерный вынос, а также годичный прирост надземной массы, можно определить, как общий вынос того или иного элемента, так и его часть, отчуждаемую с урожаем, с обрезанными и удаленными побегами.

Годичный прирост надземной массы (ΔM_n) представляет собой разность между массой текущего (M_n) и предшествующего (M_{n-1}) годов:

$$\Delta M_n = M_n - M_{n-1} \quad (3)$$

Величину M_n рассчитывают для каждого года:

$$M_n = \Gamma_c \times H_b \times \pi \times \frac{g^2}{4} \times \frac{Mg}{10^2} \quad (4)$$

где Γ_c – градиент площади поперечного сечения ствола дерева по высоте (для круга он равен 1 для яблони, груши, сливы, вишни – 0,68); H_b – высота дерева, м; g – диаметр штамба, см; $\pi \times g^2/4$ – площадь поперечного сечения штамба дерева у его основания, дм^2 ; Mg – масса единицы объема древесины дерева, которая, по опытным данным, составляет $1086,05 \text{ кг/м}^3$; $1/10^2$ – коэффициент перевода квадратных дециметров в квадратные метры.

Масса корней (кг/га) яблони и груши обычно равна надземной массе (штамб, ветви, плоды, листья). Масса же листьев, опавших цветков и завязей обычно составляет 3-5% общей массы надземной части дерева.

Расчет надземной массы дерева предыдущего года:

Пример расчета. Высокорослый сорт яблони Антоновка обыкновенная. Высота дерева в предыдущем году – 4,0 м. Количество деревьев на 1 га – 300 шт., диаметр штамба – 15 см. Урожайность – 32,5 кг с одного дерева.

В текущем году средняя высота деревьев составила 4,2 м, а диаметр штамба у его основания 17,2 см. Урожайность – 35 кг с одного дерева.

Содержание азота в яблоках обычно составляет 0,10-0,12%, в листьях 0,40-0,46% на сырую массу. Более точные данные можно получить в региональных НИИ.

Расчет надземной массы дерева предыдущего года:

$$M_{n-1} = 0,68 \times 4,0 \times 3,14 \times \frac{1,5^2}{4} \times \frac{1086,05}{10^2} = 52,2 \text{ кг}$$

Урожайность яблок составила 32,5 кг/дерево:

$$M_{\text{листьев}} = \frac{(52,3 + 32,5) \times 5}{100} = 4,2 \text{ кг}$$

Надземная масса древесины текущего года:

$$M_n = 0,68 \times 4,2 \times 3,14 \times \frac{1,72^2}{4} \times \frac{1086,05}{10^2} = 72 \text{ кг}$$

Урожайность яблок с 1 дерева составила 35,0 кг. Масса листьев текущего года, кг/дерево:

$$M_{\text{листьев}} = \frac{(72,0 + 35,0) \times 5}{100} = 5,4 \text{ кг}$$

Истинный прирост древесины: $72,0 - 52,2 = 19,8$ кг/дерево.

Вынос N с плодами на 1 дерево:

$$\text{Вынос } N_{\text{плодами на 1 дерево}} = \frac{(35 \times 0,12)}{100} = 0,042 \text{ кг}$$

Вынос N с плодами из расчета 300 деревьев на 1 га: $300 \times 0,042 = 12,6$ кг/га.

Вынос N с листьями и опадом:

$$\text{Вынос } N_{\text{листьями и опадом}} = \frac{5,4 \times 0,46 \times 300}{100} = 7,5 \text{ кг/га}$$

Вынос N с истинным приростом, таким образом, составит:

$$\text{Вынос } N_{\text{истинным приростом}} = \frac{19,8 \times 0,25 \times 300}{100} = 14,85 \approx 14,9 \text{ кг/га}$$

Общая потребность в азоте составит: $12,6 + 7,5 + 14,9 = 35,0$ кг/га.

Такой же расчет проводят и по другим питательным элементам. Этот метод расчета применим только для плодовых деревьев.

В практических целях и при определении доз удобрений можно воспользоваться данными выноса элементов минерального питания, приведенными в таблицах 56-62.

Таблица 56

Статьи выноса элементов питания вишней (урожайность 12 т/га), кг/га/год

| Органы | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | |
|---------------------------------------------|-------|--------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | кг/га | % от общего выноса | кг/га | % от общего выноса | кг/га | % от общего выноса |
| Ягоды | 22,5 | 30 | 5,9 | 51 | 22 | 45 |
| Опад (листья, цветки, завязи, плоды) | 25,0 | 33 | 4,0 | 35 | 19 | 38 |
| Ветви | 12,5 | 16 | 1,0 | 9 | 4 | 8 |
| Штамб | 10,5 | 14 | 0,3 | 2,5 | 3 | 6 |
| Корни | 5,0 | 7, | 0,3 | 2,5 | 1,3 | 3 |
| Общий вынос | 75,5 | 100 | 11,5 | 100 | 49,3 | 100 |
| Отчуждение с урожаем, запасание в древесине | 45 | 60 | 7,2 | 62 | 29 | 59 |

Рассчитанная доза азота корректируется с учетом запасов минерального азота в почве. Окультуренные почвы содержат довольно значительные запасы органически связанного азота, который ежегодно под влиянием почвенных микроорганизмов минерализуется, то есть переходит в усвояемую для растений форму.

Таблица 57

Статьи выноса элементов питания черной смородиной, кг/га/год

| Органы | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | |
|--------------------------------------------|-------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | кг/га | %от общего выноса | кг/га | %от общего выноса | кг/га | %от общего выноса |
| Ягоды | 20 | 22 | 21 | 48 | 29 | 33 |
| Листья | 59 | 63 | 16 | 30 | 49 | 56 |
| Побеги (в приросте) | 8 | 9 | 6 | 14 | 6 | 7 |
| Корни | 6 | 6 | 3 | 7 | 3 | 4 |
| Общий вынос | 93 | 100 | 43 | 100 | 87 | 100 |
| Отчуждение с урожаем и обрезанными ветвями | 28 | 30 | 27 | 63 | 35 | 40 |

Обеспеченность плодовых и ягодных культур дополнительным азотом зависит от хода интенсивности протекания процессов минерализации. Паровое содержание почвы в садах ведет к высвобождению значительных количеств азота, который не только не используется растениями, а в середине

лета, ко времени максимальной минерализации гумусовых веществ в почве, в значительных количествах вымывается за пределы корнеобитаемого слоя почвы.

Таблица 58

Статьи выноса элементов питания крыжовником (урожайность ягод 18 т/га, густота посадки 4440 кустов/га по С.С. Рубину) (Дерюгин И.П., 2006)

| Органы растения | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | CaO |
|-----------------|------|-------------------------------|------------------|------|
| Ягоды | 18,8 | 15,6 | 63,9 | 6,6 |
| Листья | 29,4 | 8,8 | 23,9 | 45,7 |
| Древесина | 22,4 | 11,2 | 27,9 | 29,0 |
| Корни | 8,3 | 4,1 | 7,3 | 14,3 |
| Всего | 80,0 | 39,9 | 123,0 | 95,7 |

Ежегодная минерализация гумуса при паровании садовых участков в дерново-подзолистых почвах достигает 3%, серых лесных – 2%, черноземах – 1,5%, а под культурами сплошного сева соответственно: 1,0; 0,75; 0,5% [13].

Таблица 59

Статьи выноса элементов питания земляникой, кг/га/год по данным И. Шмида и А. Швейдера (Дерюгин И.П., 2006)

| Органы растения | N | | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | |
|----------------------------------------------------------------|-------|-------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | кг/га | %от общего выноса | кг/га | %от общего выноса | кг/га | %от общего выноса |
| Сорт Эльсанта, урожайность ягод 16,4 т/га | | | | | | |
| Ягоды | 26 | 30 | 3,8 | 18 | 39 | 30 |
| Листья | 56 | 66 | 15,2 | 73 | 79 | 61 |
| Корни | 3 | 4 | 1,6 | 9 | 11,5 | 9 |
| Общий вынос | 85 | 100 | 20,6 | 100 | 129,5 | 100 |
| Отчуждение с урожаем ягод (удаляемыми усам, листьями – до 20%) | 36 | 42 | 7 | 14 | 54 | 42 |
| Сорт Горелла, урожайность ягод 13,6 т/га | | | | | | |
| Ягоды | 16 | 27 | 3,2 | 24 | 23 | 30 |
| Листья | 38 | 65 | 9,0 | 68 | 45 | 60 |
| Корни | 4 | 8 | 1,1 | 8 | 7,5 | 10 |
| Общий вынос | 58 | 100 | 13,3 | 100 | 75,5 | 100 |
| Отчуждение с урожаем ягод (удаляемыми усам, листьями – до 20%) | 24 | 41 | 50 | 8 | 35 | 46 |

П.Г. Копытко был предложен метод расчета доз азота в яблоневых садах с учетом его выноса урожаем и удаляемыми из сада частями дерева и показателя нитрифицирующей способности в слое почвы 0-40 см. Наиболее оптимальные условия азотного питания для яблони складываются при следующем содержании нитратного азота в почве (после 14-дневного компостирования по Кравкову) [5]:

- а) дерново-подзолистой – 10-15 (среднее 12,5) мг/кг;
- б) серой лесной – 15-20 (среднее 17,5) мг/кг;
- в) темно-серой лесной – 22-25 (среднее 23,5) мг/кг;
- г) чернозема оподзоленного – 25-31 (среднее 27,5) мг/кг;
- д) чернозема типичного – 27-30 (среднее 27,5) мг/кг;
- е) чернозема обыкновенного – 34-36 (среднее 35,5) мг/кг

При выявлении анализами этих количеств $N-NO_3^-$ мг (C_ϕ) доза удобрения должна равняться азоту, отчуждаемому с урожаем плодов и обрезанной и удаленной древесиной, с поправкой на азот текущей минерализации (C_0-C_ϕ).

Формула для расчета:

$$D_n = B + \frac{(C_0 - C_\phi) \times M}{1000} \quad (5)$$

где D_N – доза азота, кг/га; B – количество азота, отчуждаемого с урожаем плодов (а также с удаляемой при обрезке древесиной), кг/га; C_0 – оптимальное значение содержания нитратного азота в слое 0-40 см почвы сада, мг/кг; C_ϕ – фактически выявленное анализом содержание $N-NO_3^-$ после компостирования почвы, мг/кг; M – масса (объемная) слоя почвы 0-40 см на площади 1 га, т/га.

В случае получения отрицательной величины при анализе почвы ($C_\phi > C_0$), запас нитратного азота вычитается из показателя « B ».

Пример расчета. Почва – серая лесная. Ожидаемая урожайность яблок 25 т/га, содержание азота в плодах 0,12%.

На основании формулы, представленной выше вынос азота составит 30 кг/га, отчуждение с удаляемой (обрезка) массой побегов и опадом – 19,7 кг/га. После компостирования почвы в ней оказалось 13 мг N-NO₃ на 1 кг почвы. Объемная масса слоя почвы 0-40 см = 5800 т. Подставив в формулу найденные значения, получим:

$$D = (19,7 + 30,0) + \frac{(17,5 - 13,0) \times 5800}{1000} = 75,8 \text{ кг N/га}$$

Рассчитанная ежегодная доза азота корректируется с учетом вносимого азота с органическими удобрениями (с распределением действия азота по годам: 1-й – 10%, 2-й – 15%, 3-й – 10% и 4-й – 5%).

4.2 Комплексный метод расчета доз азота

По мнению Г. Шёнберга и Д. Нефе [5], при отсутствии данных о нитрифицирующей способности почвы, дозу азота можно определить по комплексу показателей. За основу берется среднерекомендуемая доза азота (табл. 60), полученная опытным путем и скорректированная с условиями увлажнения (количество летних осадков за IV-IX месяцы + орошение).

Таблица 60

Базисная (среднерекомендуемая) доза азота для плодовых и ягодных культур в зависимости от условий увлажнения, кг/га/год

| Культура | Сумма осадков за IV-IX | | Культура | Сумма осадков за IV-IX | |
|----------|------------------------|----------|-------------------|------------------------|----------|
| | < 360 мм | > 360 мм | | < 360 мм | > 360 мм |
| Яблоня | 70 | 50 | Красная смородина | 100 | 50 |
| Груша | 80 | 60 | Черная смородина | 120 | 60 |
| Вишня | 100 | 70 | Крыжовник | 100 | 50 |
| Слива | 90 | 60 | Малина | 80 | 40 |

Полученные дозы азота (рассчитаны на средний урожай) корректируют в зависимости от ожидаемого урожая (табл. 61) и факторов, влияющих на баланс азота (табл. 62).

Таблица 61

Дозы азота и планируемая урожайность плодово-ягодных культур, т/га

| Урожайность плодов, т/га | Доза N, кг/га | | |
|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------------------------------|
| | для семечковых | для косточковых | для ягодных кустарников и земляники |
| Молодой сад до плодоношения | 60 | 30 | 40 |
| До 5,0 | 60 | 60 | 70 |
| 5,0-7,5 | 60 | 75 | 80 |
| 7,5-10,0 | 60 | 90 | 90 |
| 10,0-15,0 | 80 | 100 | 100 |
| 15,0-20,0 | 100 | 135 | 120 |
| 20,0-25,0 | 120 | 135 | 140 |

Наиболее сложной и многокомпонентной с точки учёта количества факторов, является балансовый метод расчёта доз азотных удобрений. Рассчитанная этим методом доза азота должна быть скорректирована с учетом силы роста побегов. При сильном текущем росте побегов первого и второго порядков и низком формируемом урожае, рассчитанную дозу азота снижают наполовину.

Принимают во внимание и реакцию сортов на уровень азотного питания. Например, группа сортов яблонь Делишес положительно отзывается на более высокие дозы азота – для чего базисная доза при внесении может быть увеличена на 30-50%.

Таблица 62

Балансовая схема корректировки базисной дозы азота с использованием рекомендаций Г. Шёнберга и Д. Нефе (Дерюгин И.П., 2006)

| Учитываемые факторы, влияющие на азотный режим | Изменение рекомендуемой (базисной) дозы N, ±% |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 1. Возраст насаждения при задернении междурядий злаковым разнотравьем и мульчирование почвы травяной резкой: | |
| до 5 лет | +40 |
| 6-8 лет | ±0 |
| с 9 лет: семечковые при высокой влагообеспеченности | -50 |

Продолжение таблицы 52

| | |
|------------------------------------------------------------------------|-----|
| семечковые при низкой влагообеспеченности | -10 |
| косточковые и ягодные кустарники при высокой влагообеспеченности | -30 |
| косточковые и ягодные кустарники при низкой влагообеспеченности | ±0 |
| 2. Предшественник занятый пар с сидеральной культурой (запашка осенью) | ±0 |
| 3. Обработка гербицидами (из группы симазинов): | |
| а) приствольных полос | -5 |
| б) всей площади | -10 |
| 4. Почва: | |
| а) легкого гранулометрического состава | +10 |
| б) среднего и тяжелого гранулометрического состава | +5 |
| в) лёссы | -10 |
| 5. Корнеобитаемый слой: | |
| глубокий (> 60 см) | -10 |
| неглубокий (< 60 см) | +5 |
| 6. Густота посадки >1200 деревьев или кустов/га | +10 |
| 7. Содержание гумуса <1,2% | +10 |
| 8. После 3/4 времени эксплуатации насаждения | +10 |

Примечание. Высокой признаётся влагообеспеченность свыше 360 мм, низкой – соответственно ниже 360 мм.

Пример расчета: яблоневый сад 3-го года плодоношения, урожайность яблок 18 т/га, почва среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,8%, без задернения междурядий, сад орошаемый, перед посадкой проведена плантажная вспашка (50 см), плотность посадки деревьев составляет 520 шт./га.

Базисная доза для такого вида насаждений составляет 100 кг N /га. Сад орошаемый, поэтому даже при низкой влагообеспеченности (< 360 мм), недостатка влаги не наблюдается (±0%). Почва среднесуглинистая, поэтому необходимо соответствующее изменение дозы (+5%). При обработке плантажным плугом, сформирован корнеобитаемый слой менее 60 см, поэтому требуется соответствующее изменение дозы (+5%). Возраст насаждения не более 8 лет (±0%). Густота посадки не превышает 1200 шт./га (±0%). Соответственно

доза азота с учётом корректирующих факторов составила: $100 + 5\% + 5\% = 110\%$ или 110 кг/га.

При проектировании системы удобрения сада расчетная доза должна быть уменьшена с учетом азота, вносимого с навозом или бобовой сидеральной культурой. Для расчетов могут быть приняты следующие размеры фиксации атмосферного азота: для люпина – 80%, других однолетних бобовых – 60 и многолетних бобово-злаковых трав – 70% общего содержания этого элемента в целом растении (пожнивнокорневые остатки и надземная масса).

Действие азота, навоза и сидеральных культур распределяют по годам, применяя следующие коэффициенты использования N: 1-й год (внесение) – 10%, 2-й год (последействие) – 15%, 3-й год – 10%, 4-й год – 5%.

Установленная доза N должна быть оценена и с учетом возможных отрицательных последствий на качество урожая и пригодность его к хранению.

4.3 Метод расчёта доз фосфора, калия, магния и микроэлементов

Основой для расчета доз фосфора, калия, магния является обеспеченность почвы доступными для растений формами этих элементов, содержание которых в садах определяют систематически каждые 4 года. С учетом класса (степени обеспеченности) устанавливают среднерекомендуемые дозы P_2O_5 , K_2O и MgO .

Указанные в таблице 63 примерные рекомендуемые дозы P_2O_5 , K_2O и MgO рассчитаны на получение высоких урожаев плодов и ягод в различные возрастные периоды (табл. 64); в насаждениях с низкой урожайностью они могут быть снижены на 30-50%. При достижении оптимального содержания подвижных форм фосфора, калия и магния в почве сада, внесение минеральных удобрений прекращают до следу-

ющего тура агрохимического обследования почв. В свою очередь, калийное и магниевое питание в течение данного периода корректируют по данным листового анализа.

Многолетнее внесение фосфорных удобрений в количествах, превышающих вынос, приводит к избыточному накоплению подвижных форм фосфатов и, как уже указывалось ранее, ведет к развитию функционального заболевания плодовых – розеточности, связанного с недостатком цинка.

Таблица 63

Примерные рекомендуемые дозы P_2O_5 , K_2O и MgO для древесных плодовых и ягодных кустарниковых культур, кг/га/год (по данным ряда авторов)

| Элемент питания | Почвы по гранулометрическому составу | Группа культур | Обеспеченность почвы подвижными формами элементов питания (класс) | | | |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|----------------|
| | | | низкая (I-II) | средняя (III) | повышенная (IV) | высокая (V-VI) |
| P_2O_5 | разного гранулометрического состава | плодовые | 115 | 70 | 25 | 0 |
| | | ягодные кустарники | 140 | 90 | 45 | 25 |
| K_2O | песчаные и супесчаные | плодовые | 180 | 110 | 70 | 0 |
| | суглинистые и тяжелосуглинистые | | 240 | 145 | 95 | 0 |
| | песчаные и супесчаные | ягодные кустарники | 200 | 145 | 100 | 75 |
| | суглинистые и тяжелосуглинистые | | 275 | 180 | 120 | 100 |
| MgO | разного гранулометрического состава | плодовые, ягодные кустарники | 100 | 65 | 35 | 0 |

Азотные удобрения, вносимые систематически в избыточных дозах, усиливают отрицательное влияние избытка фосфора. У деревьев с симптомами заболевания розеточностью отношение $P : Zn$ в листьях в фазе роста побегов было больше 150, а у здоровых меньше 100 [30].

Рациональное средство устранения розеточности в садах – ранневесенние (до распускания почек) некорневые подкормки раствором $ZnSO_4$. Концентрацию раствора устанавливают в зависимости от пораженности сада: при слабой – 2-3% водный раствор, при средней – 4-5%, сильной – 6-8%.

Таблица 64

Примерные величины урожайности плодовых и ягодных насаждений в различные возрастные периоды, т/га

| Урожайность | Рост и плодоношение | Плодоношение и рост | Полное плодоношение | Начало плодоношения | Полное плодоношение | Начало плодоношения | Полное плодоношение |
|-------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | семечковые | | | косточковые | | смородина | |
| Средняя | 2,5-5,0 | 5-10 | 10-15 | 2,5-5,0 | 5-10 | 1,5-3,0 | 3-6 |
| Высокая | 5-10 | 10-15 | 15-30 | 5-10 | 10-20 | 3-6 | 6-12 |
| | крыжовник | | | малина | | земляника | |
| Средняя | 2,5-5,0 | 10-15 | - | 3-6 | - | 5-10 | - |
| Высокая | 5-15 | 15-25 | - | 6-10 | - | 10-20 | - |

Слабая розеточность устраняется 2-3-кратным опрыскиванием листьев с интервалами 7-10 дней после цветения деревьев. Концентрация раствора $ZnSO_4$ должна быть не более 0,3-0,5%, ее следует установить пробным опрыскиванием небольшой части кроны отдельного дерева.

4.4 Расчет доз минеральных удобрений по нормативам их затрат на получение заданного урожая

Сущность этого метода заключается в том, что за основу берутся нормативы затрат удобрений, которые разрабатываются и систематически уточняются научно-исследовательскими учреждениями на основе многолетних опытов с удобрениями (табл. 65).

Таблица 65

Затраты минеральных удобрений на формирование 1 т урожая, кг д.в./га

| Природно-экономический район | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
|----------------------------------|-----|-------------------------------|------------------|
| Плодовые насаждения без орошения | | | |
| Центральный | 5,2 | 4,4 | 5,3 |
| Центрально-Чернозёмный | 7,4 | 7,0 | 7,9 |
| Поволжский | 4,6 | 4,6 | 4,7 |

Продолжение таблицы 65

| | | | |
|----------------------------------|------|------|------|
| Северо-Кавказский | 6,5 | 4,3 | 4,8 |
| Плодовые насаждения при орошении | | | |
| Центральный | 5,8 | 4,5 | 5,3 |
| Поволжский | 5,0 | 6,0 | 5,0 |
| Северо-Кавказский | 6,0 | 4,0 | 5,0 |
| Ягодные кустарники и земляника | | | |
| Северный и Северо-Западный | 11,3 | 8,4 | 10,8 |
| Центральный | 10,5 | 11,9 | 10,2 |
| Центрально-Чернозёмный | 12,0 | 9,2 | 9,3 |
| Поволжский: | | | |
| а) без орошения | 15,0 | 11,0 | 11,0 |
| б) при орошении | 15,6 | 5,6 | 5,6 |

Примечание. Указанные нормативы следует относить к почвам III класса по содержанию подвижного фосфора и калия.

При этом разрабатываются и поправочные коэффициенты для учёта агрохимических свойств почвы (табл. 66).

Таблица 66

Поправочные коэффициенты (Кп) к дозам азотных, фосфорных и калийных удобрений для плодовых и ягодных насаждений, рассчитанные по нормативам затрат (Дерюгин И.П., 2006)

| Кп | Класс почвы по содержанию подвижных элементов питания | | | | | |
|--------------|-------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI |
| Коэффициенты | 1,50 | 1,25 | 1,00 | 0,75 | 0,50 | 0,25 |

Примечание. Для почв с содержанием гумуса <1,2% Кп для азота берется равным 1,2; 1,2-2,0% – 1,0; 2,1-3,5 – 0,9; > 3,5% гумуса – 0,8.

Пример расчета. В хозяйстве Нечерноземной зоны планируется получить урожай яблок 17 т/га, сад не орошается. Почва с низким содержанием гумуса имеет повышенное содержание фосфора и обменного калия (IV класс). В текущем году внесено 30 т/га навоза. По таблице 65 находим нормативы затрат удобрений, а по таблице 66 – поправочные коэффициенты на плодородие почвы.

Доза N кг/га = $17 \times 5,2 \times 1,0 = 88,4 - (30 \times 5 \times 0,2) = 88,4 - 30 = 58,4$.

Доза P₂O₅, кг/га = $17 \times 4,4 \times 0,75 = 56,1 - (30 \times 2 \times 0,2) = 56,1 - 12 = 44,1$.

Доза K_2O , кг/га = $17 \times 5,3 \times 0,75 = 67,5 - (30 \times 6 \times 0,3) = 65,7 - 54 = 13,5$.

Величины, приводимые в скобках, соответственно означают: 30 – доза навоза в т/га; 5, 2 и 6 – количество элементов питания (NPK) в 1 т навоза, кг; 0,2, 0,2 и 0,3 – коэффициенты использования питательных веществ в год внесения навоза.

Контрольные вопросы

1. На сколько отличаются статьи выноса элементов минерального питания отдельными органами плодовых и ягодных растений?
2. На чём основан балансовый метод расчёта доз элементов питания?
3. В чём сложность и специфика расчёта доз азотных удобрений?;
4. Какие ключевые параметры комплексного метода расчёта доз азота?
5. Какое место при расчёте доз фосфора, калия, магния и микроэлементов занимает обеспеченность почвы доступными для растений формами этих элементов?
6. На основании чего рассчитаны примерные рекомендуемые дозы P_2O_5 , K_2O , и MgO для древесных плодовых и ягодных кустарников?
7. Каким образом используются нормативы затрат элементов питания при расчёте доз минеральных удобрений для получения заданного урожая?
8. Какие параметры используются для введения поправочных коэффициентов к дозам удобрений, рассчитанным по нормативам затрат?
9. Какие факторы влияют на выбор сроков, способов и глубины внесения удобрений в садовых насаждениях?
10. Какие марки машин используются в садовых насаждениях для внесения органических и минеральных удобрений?
11. Почему для заделки удобрений и обработки почвы в приствольных кругах и междурядьях используются специальные сельскохозяйственные орудия?
12. Какие показатели используются при установлении необходимости повторного известкования в плодоносящих садах и ягодных насаждениях?
13. В связи с чем, некорневая подкормка считается самым эффективным и быстродействующим приёмом по корректировке минерального питания многолетних садовых культур?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии изложены теоретические основы средств и методов диагностики минерального питания плодово-ягодных культур, системы применения удобрений, а также их практические аспекты, имеющие целью повышение эффективности сельскохозяйственного производства. Особое внимание уделено значению отдельных элементов питания в развитии растений и формировании урожая, их потреблению в различные фенологические фазы, влиянию погодных, климатических и почвенных условий на питательный режим и особенностям удобрения отдельных плодовых и ягодных культур, методам расчета доз удобрений.

В структуре системы применения удобрений, являющимся одним из наиболее сложных разделов для освоения обучающимися, даны основы использования удобрений для саженцев в плодовом и ягодном питомниках, в молодом и плодоносящем садах, сроки, способы и глубина внесения удобрений с указанием конкретных марок сельскохозяйственной техники и агрегатов, необходимых для этих целей. Изучив учебное пособие, обучающиеся могут самостоятельно проводить проектирование агротехнических мероприятий для плодовых и ягодных культур, учитывая вновь появляющиеся на рынке марки удобрений, препараты и средства защиты растений.

В целом, минеральное питание и удобрение плодово-ягодных культур является той областью знаний, которая наилучшим образом объединяет основные дисциплины, изучаемые обучающимися по направлениям подготовки: 35.03.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.03.04 Агрономия, 35.03.05 Садоводство, 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение, 35.04.05 Садоводство. Изучив дисциплины

с помощью данного учебного пособия, будущие специалисты, смогут воспользоваться полученными умениями, знаниями и навыками в своей профессиональной деятельности в рамках работы на сельскохозяйственных предприятиях.

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

Абсолютные показатели баланса – количественное выражение соотношения статей прихода и расхода питательных элементов: положительный (со знаком «+»), если приход больше расхода на установленную величину (кг/га, г/м²д.в.); отрицательный или дефицитный (со знаком «-»), если приход меньше расхода на установленную величину; нулевой (уравновешенный, бездефицитный), если приход равен расходу.

Агрономическая эффективность удобрений и мелиорантов – результат действия удобрений и мелиорантов, выраженный прибавкой натуральной основной продукции или прибавкой основной и побочной продукции пересчитанной в зерновые или кормовые единицы в расчёте на гектар или на единицу удобрения и мелиоранта.

Баковые смеси – это общий раствор различных (обычно двух-трех) пестицидов, препаратов, удобрений, который готовится перед обработкой или поливом.

Баланс элементов – соотношение статей прихода и расхода питательного элемента в агроценозе.

Биологический вынос элементов – содержание элементов во всех органах надземной и подземной частей убираемой культуры, включая корневые и пожнивные остатки растений, то есть в биологическом урожае.

Вынос элемента питания растениями – общее количество питательного элемента, содержащегося в основной и побочной продукции, отчуждаемой с поля.

Действующее вещество (д.в.) – основной питательный элемент, содержащийся в удобрениях.

Диагностика визуальная – определение условий и уровня минерального питания растений по их внешнему виду и проявляющимся симптомам.

Диагностика листовая – определение условий и уровня минерального питания растений по содержанию элементов в листьях.

Диагностика морфо-биометрическая – проводится на основании информации по величине годичного прироста и длине междоузлий, высоте и массе растений, числу и размеру отдельных частей растения, и соответствии этих параметров фазе развития и возрасту.

Диагностика оперативная – определение в сжатые сроки условий и уровня минерального питания экспресс-методами в критические периоды развития растений.

Диагностика питания растений – определение условий и уровня обеспеченности растений питательными элементами.

Диагностика почвенная – определение условий и уровня минерального питания растений методами агрохимического анализа почв.

Диагностика растительная – определение условий и уровня минерального питания растений по состоянию и химическому составу целых растений, отдельных органов, компонентов клеток или тканей.

Диагностика тканевая – определение условий и уровня минерального питания растений по содержанию элементов в индикаторных органах или тканях растений.

Диагностика функциональная – определение условий и уровня минерального питания растений по отзывчивости (реакции) живого растения, его органов или тканей на изменение факторов внешней среды.

Динамика потребления питательных элементов – потребление элементов питания в течение вегетационного периода.

Доза удобрения (мелиоранта) – количество удобрения (мелиоранта), вносимого под конкретную культуру за один приём, которое выражают: при внесении минеральных удобрений в кг действующего вещества (д.в.) на гектар или г д.в./м²; при внесении органических удобрений и мелиорантов в т/га, кг/м².

Коэффициент использования питательного элемента почвы (КИП) – отношение количества элемента, вынесенного с хозяйственным урожаем культуры (V_0), к количеству (запасу) его в почве (Z) в усвояемой для растений форме, которое определяют по формуле: $КИП = V_0 / Z$ и выражают в долях или процентах.

Коэффициент использования питательного элемента удобрения (КИУ) – отношение количества элемента, вынесенного с хозяйственным урожаем культуры (V_0), к общему его количеству (Y), внесённому с удобрением, которое определяют по формуле: $КИУ = V_0 / Y$ и выражают в долях или в процентах.

Локальное внесение удобрений – внесение удобрений, которое обеспечивает его размещение очагами различной формы (лентами, в гнездо, в рядок).

Минеральные удобрения – удобрения промышленного или ископаемого происхождения, содержащие питательные элементы в минеральной форме (соли, кислоты).

Основное внесение удобрений – внесение основной массы удобрения до посева и посадки.

Относительный вынос (затраты) элементов – содержание элементов в пожнивно-корневых остатках.

Пестициды – химические средства, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, понятие объединяет следующие группы таких средств: гербициды, уничтожающие сорняки; инсектициды, уничтожающие насекомых-вредителей; фунгициды, уничтожающие патогенные грибы.

Питательный элемент – элемент удобрения, необходимый для роста и развития растений.

Подкормка растений – внесение удобрений в период вегетации растений.

Разбросное внесение удобрений – способ внесения удобрений, который обеспечивает сплошное его размещение по поверхности почвы.

Рядковое внесение удобрений – внесение удобрений при посевах или посадке растений в рядки.

Система удобрения конкретного агроценоза – это всесторонне обоснованные виды, дозы, соотношения и способы применения удобрений, мелиорантов, определяемые с учётом биологических потребностей культур в питательных элементах, чередования их в севообороте и фактического плодородия почв, для получения максимально возможных урожаев культур хорошего качества при имеющихся природно-экономических ресурсах с одновременной оптимизацией показателей плодородия почв.

Способ внесения удобрения – приём внесения удобрения под сельскохозяйственную культуру. По способам внесения различают допосевное (основное) удобрение, припосевное (припосадочное) удобрение, обработку семян перед посевом, послепосевное удобрение (подкормка).

Технология внесения удобрений – комплекс последовательных производственных операций по внесению удобрений.

Токсичность – высокая концентрация элементов в почвенном растворе, останавливающая рост корней и вызывающая гибель растений.

Удобрения – вещества для питания растений и повышения плодородия почв.

Фертигация – способ внесения жидких удобрений либо пестицидов (может быть и тех и других), одновременно с осуществлением капельного орошения в составе поливных вод.

Форма минерального удобрения – характеристика вида удобрения по химическому составу.

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

Хозяйственный вынос элементов – содержание элементов в основной (товарной) и побочной продукции культуры, убираемых с поля, то есть в хозяйственном урожае.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бурмистров А.Д. Ягодные культуры / А.Д. Бурмистров. – Л.: Колос, 1972. – 384 с.
2. Возбуцкая А.Е. Химия почвы, изд. 3-е, исправл. и доп. под ред. Д.Л. Аскинази / А.Е. Возбуцкая. – М.: Изд-во «Высшая школа», 1968. – 428 с.
3. Груздов С.В. Малина и ежевика / С.В. Груздов, Н.К. Смольянинова, А.П. Ниточкина. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 160 с.
4. Дерюгин И.П. Питание и удобрение овощных и плодовых культур / И.П. Дерюгин, А.Н. Кулюкин. – М.: МСХА, 1998. – 326 с.
5. Дерюгин И.П. Минеральное питание и удобрение плодовых и ягодных культур / И.П. Дерюгин. – М.: МСХА, 2006. – 72 с.
6. Ежов Л.А. Нетрадиционные садовые культуры / Л.А. Ежов, А.М. Канунников, Ю.В. Солина. – Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА, 2011. – 347 с.
7. Елисеев И.П. Новые плодово-ягодные культуры / И.П. Елисеев. – Горький: Горьковское книжное издательство, 1957 – 112 с.
8. Звонарев Н.М. Облепиха, жимолость, ирга / Н.В. Звонарев. – М.: Центрополиграф, 2011. – 57 с.
9. Звонарев Н.М. Вишня, черешня. Сорта, выращивание, уход / Н.М. Звонарев. – М.: Центрополиграф, 2011. – 56 с.
10. Казаков И.В. Малина / И.В. Казаков, В.В. Кичина. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 80 с.
11. Казаков И.В. Малина / И.В. Казаков, В.В. Кичина. – М.: Россельхозиздат, 1980. – 101 с.
12. Капичникова Н.Г. Яблоня, груша / Н.Г. Капичникова. – М.: Издательский дом МСП, 2005. – 176 с.
13. Кидин В.В. Особенности питания и удобрения сельскохозяйственных культур: учебное пособие / В.В. Кидин. – М.: Изд-во РГАУ–МСХА, 2009. – 412 с.
14. Кичина В.В. Крупноплодные малины России / В.В. Кичина. – М.: Выбор-Принт, 2005. – 208 с.
15. Колесников Е.В. Яблоня и груша / Е.В. Колесников. – М.: Россельхозиздат, 1981. – 64 с.
16. Кондаков А.К. Новая технология удобрения садов с корректировкой доз элементов питания / А.К. Кондаков // Основные итоги и перспективы научных исследований ВНИИС им. И.В. Мичурина. Сборник научных трудов. Т. 2 (1931-2001), 2008. – С. 37-48.
17. Концевой М.Г. Плодовые и ягодные культуры в Предуралье / М.Г. Концевой. – Ижевск: Изд-во «Удмуртия», 1974. – 280 с.
18. Кудрявец Р.П. Яблоня / Р.П. Кудрявец. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 40 с.
19. Куликов И.М. Система производства, переработки и доведения до потребителя ягод в Нечернозёмной зоне России / Под ред. И.М. Куликова. – М.: ВСТИСП, 2005. – 172 с.
20. Лихонос Ф.Д. Плодово-ягодный сад и питомник / Ф.Д. Лихонос, И.Г. Михайлов, Н.А. Рыбицкий. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 256 с.

21. Минеев В.Г. Агрехимия: учебник / В.Г. Минеев. – М.: Изд-во Моск. ун-та; Наука, 2006. – 720 с.
22. Минеральное питание плодовых и ягодных культур (перевод с английского) / Под общ. ред. Н.Ф. Чайлдерса. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 520 с.
23. Михеев А.М. Вишня, черешня / А.М. Михеев, Н.Т. Ревякина. – М.: Издательский дом МСП, 2004. – 112 с.
24. Мочалов В.В. Малина / В.В. Мочалов, М.Н. Алеева, И.В. Шпилева. – Новосибирск: Западно-Сибирское книжное изд-во, 1974. – 68 с.
25. Петренко Н.Ф. Эффективное выращивание садовых культур / Н.Ф. Петренко // Плодовые деревья, 2011. №10. – С. 3-8.
26. Потапов В.А. Плодоводство / В.А. Потапов, В.В. Фаустов, Ф.Н. Пильщиков [и др.] – М.: Колос, 2000. – 432 с.
27. Прокошев В.В. Калий и калийные удобрения: практическое руководство / В.В. Прокошев, И.П. Дерюгин. – М.: Ледум, 2000. – 185 с.
28. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия: инструктивно-методическое издание. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 464 с.
29. Спиваковский Н.Д. Удобрение плодовых и ягодных культур / Н.Д. Спиваковский. – М.: Изд-во с.-х. литературы, 1962. – 347 с.
30. Тарасов В.М. Рост и продуктивность молодых яблонь в зависимости от способа, норм внесения минеральных удобрений и предпосадочной подготовки почвы / В.М. Тарасов, А.В. Маймусова, В.Ф. Коваленко // Известия Тимирязевской с.-х. академии. – 1986. – Вып. 6. – С. 129-138.
31. Ульянова Д.С. Облепиха. Сорты на выбор / Д.С. Ульянова. – М.: изд-во «Панорама», 1991. – 16 с.
32. Фатьянов В.И. Вишня / В.И. Фатьянов. – М.: «Вече», 2002. – 32 с.
33. Физиология плодовых растений / Под ред. Г. Фридриха, Д. Нойманна и М. Фогля. – М.: Колос, 1983 – 415 с.
34. Царенко Н.А. Вишня войлочная / Н.А. Царенко, В.П. Царенко // Наука и жизнь, 2005. №6. – С. 45-47.
35. Царькова Т.Ф. Облепиха / Т.Ф. Царькова. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 32 с.
36. Церлинг В.В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. – 325 с.
37. Шеуджен А.Х. Агрехимия: учебное пособие / А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Н.С. Котляров – 2-е изд., перераб. и доп. – Майкоп: Изд-во «Афиша», 2006. – С. 766-852.
38. Юдина Т.П. Своё место в саду // Приусадебное хозяйство, 2009. №8. – С. 45-46.
39. Ярославцев Е.И. Ягодные культуры в Нечерноземной зоне / Е.И. Ярославцев. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 254 с.
40. Ярославцев Е.И. Ваш сад / Е.И. Ярославцев, А.С. Косякин, И.С. Исаева – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1992. – 317 с.
41. Mengel K. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Jena, Gustav Fischer Verlag, 1991. – 466 p.
42. Quast P. Dungung, Bewasserung und Bodenpflege im Obstbau. Stuttgart: Verlag Eugen, Ulmer, 1986. – 237 p.

Приложение А



a



б



в



г



д



е

Признаки азотного голодания растений: *a* – земляника; *б* – голубика; *в, г* – яблоня (две последовательные стадии голодания); *д* – черная смородина, *е* – малина

Приложение Б

*а**б**в**г**д**е*

Признаки фосфорного голодания растений: *а* – малина, *б* – яблоня; *в* – земляника;
г – виноград; *д* – персик; *е* – голубика

Приложение В



а



б



в



г



д



е

Признаки калийного голодания растений: *а, в* – малина; *б* – земляника, *г* – недостаток азота и калия у яблони; *д* – голубика; *е* – яблоня.

Приложение Г



а



б



в



г



д



е

Признаки кальциевого голодания плодовых культур: *а* – крыжовник; *б* – жимолость; *в* – земляника; *г* – на плодах вишни; *д* – «горькая ямчатость» на яблоках; *е* – на листьях сливы.



а



б



в



г



д



е

Признаки магниевого голодания растений: *а* – малина; *б* – земляника; *в*; *г* – листья винограда: начальная стадия и длительное голодание; *д* – яблоня; *е* – чёрная смородина.

Приложение Е

*а**б**в**г**д**е*

Признаки железного голодания растений: *а* – виноград; *б* – земляника; *в* – вишня; *г* – яблоня; *д* – персик; *е* – малина.



ж



з



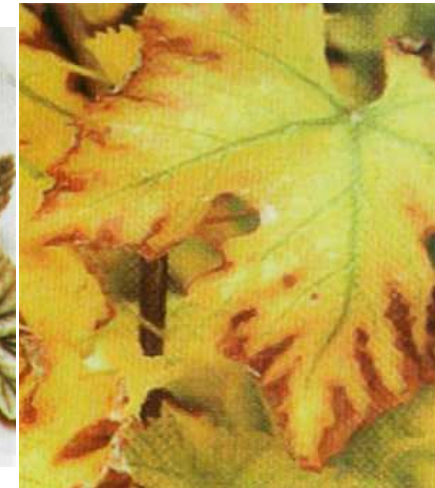
и



к



л



м

Признаки железного голодания растений: *ж* – хлороз побегов яблони; *з* – персик, острый дефицита железа, *и* – через четыре недели после опрыскивания тех же деревьев раствором сернокислого железа молодые листья позеленели; *к* – малина; *л* – красная смородина; *м* – виноград



а



б



в



г



д



е

Признаки борного голодания растений: *а, д* – на листьях земляники; *б, е* – растрескивание плодов яблони и груши, *в* – изменение цветков земляники; *г* – деформация ягод земляники

*а**б**в*

Признаки цинкового голодания растений: *а* – яблоня; *б* – лимон; *в* – слива

Приложение И

*а**б**в*

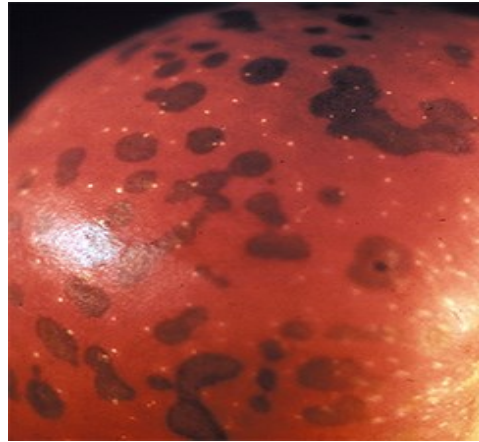
Признаки медного голодания растений: *а* – земляника; *б* – груша; *в* – голубика

Приложение К

243



а



б



в



г



д



е

Признаки голодания и избытка марганца у растений: *а, г* – малина; *в* – вишня; *д* – яблоня; *е* – черешня; *б* – яблоко



а



б



в



г



д



е

Разбрасыватели для внесения органических удобрений:
а – ПРТ-7А; б – МЖУ-16; в – 1-ПТУ-4; г – МТУ-15-1; д – РОУ-6; е – МЖТ-Ф-11

Приложение М



а



б



в



г



д



е

Разбрасыватели для внесения минеральных удобрений:
а – 1-PMF-4; *б* – НРУ-0,5; *в* – МТТ-4У; *г* – МВУ-12; *д* – АПЖ-12; *е* – ПЖУ-500



а



б



в



г



д



е

Орудия для обработки почвы и заделки удобрений в приствольных кругах и междурядьях:

а – ПСГ-3-30А; *б* – ППУ-50А; *в* – ПМП-06; *г* – КСГ-5; *д* – КСШ-5Б; *е* – ФС-1,2

Продолжение приложения Н



а



б



в



г



д



е

Орудия для обработки почвы, внесения и заделки удобрений в приствольных кругах и междурядьях: *а* – БДН-2,5С; *б* – ФП-2; *в* – МДД; *г* – КСГ-5; *д* – ПРВН-2,5А; *е* – дисковый нож к виноградному плугу-рыхлителю

Учебное издание

Михайлова Людмила Аркадьевна,
Субботина Мария Георгиевна,
Алёшин Матвей Алексеевич

**УДОБРЕНИЕ И ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ
ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР**

Учебное пособие

Подписано в печать 13.08.19. Усл. печ. л.15,44.

Тираж 50 экз. Заказ № 132

ИПЦ «Прокрость»

Пермского государственного аграрно-технологического университета
имени академика Д.Н. Прянишникова,
614000, Россия, г. Пермь ул. Петропавловская, 23
тел. 217-95-42