МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ В ПЛОДОВЫХ САДАХ

(Научно-практические рекомендации)

Владикавказ, 2022

УДК 631.8:634.1
ББК 42.35:40.40

Рекомендации разработаны кандидатом с.-х. наук, доцентом **Асаевой Татьяной Джемалиевной и** доктором с.-х. наук, профессором **Дзанаговым Созырко Хасанбековичем** (ФГБОУ ВО Горский ГАУ), одобрены Министерством сельского хозяйства РСО–Алания и рекомендованы к изданию.

Рецензент – доктор биологических наук, профессор кафедры агрохимии и садоводства ФГБОУ ВО Горский ГАУ **Ваниев А.Г.**

Асаева Т.Д., Дзанагов С.Х. Эффективное применение удобрений в плодовых садах / Научно-практические рекомендации / Т.Д. Асаева, С.Х. Дзанагов. – Владикавказ: Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2022, – 28с.

© Издательство ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2022

Введение

Садоводство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства. Сады и ягодники поставляют населению фрукты и ягоды, отличающиеся содержанием легкоусвояемых углеводов, ценных органических кислот и целого ряда витаминов, играющих большую роль в жизни человека. В получении высокой урожайности и высококачественной продукции плодовых и ягодных культур большое значение имеют минеральные и органические удобрения.

Одним из основных элементов технологии возделывания плодовых и ягодных культур является эффективное применение удобрений, обеспечивающее оптимизацию минерального питания – основы формирования урожайности и качества выращенной продукции.

Правильная организация минерального питания в плодовых садах является одним из важнейших приемов регулирования роста и плодоношения плодовых деревьев, повышения урожайности и качества плодов. Основная задача заключается в своевременном обеспечении растений питательными веществами в доступной форме и оптимальном количестве. При этом следует помнить, что как недостаток, так и избыток питательных элементов снижает урожайность и ухудшает свойства плодов, но наибольший вред качеству продукции приносит именно избыточное питание, особенно азотное. На уровень питания плодовых культур влияют биологические, метеорологические и агротехнические факторы, важнейшими из которых являются:

- уровень плодородия и гранулометрический состав почвы;
- доступное содержание элементов питания, а также гумуса;
- микробиологическая активность почвы;
- значение показателя pH почвы;
- водный режим;
- погодные условия;
- состояние деревьев;
- ожидаемый урожай и требуемое качество плодов.

Некорневые подкормки позволяют оптимизировать минеральное питание плодовых культур при неблагоприятных почвенных условиях. Особенно важны некорневые подкормки для обеспечения расте-

ний микроэлементами, а также основными элементами питания, поглощение которых из почвы по каким-либо причинам затруднено.

Задача рационального удобрения в садах состоит в том, чтобы путем регулирования питательного режима почв и своевременного усвоения питательных элементов плодовыми растениями обеспечить получение стабильных урожаев при одновременном сохранении плодородия почв.

1. Роль основных макро- и микроэлементов в жизни плодовых культур

Состояние и продуктивность плодовых растений в значительной степени зависит от условий и сопряженности факторов внешней среды [6].

Питание растений – процесс, интенсивность и характер которого определяется суммой факторов внешней среды и условиями возделывания культуры.

К числу элементов питания, без которых растение не может расти и развиваться, относятся углерод, водород, кислород, азот, фосфор, калий, кальций, сера, магний, железо. Эти элементы поглощаются растениями в значительных количествах, поэтому их называют макроэлементами. Есть элементы, необходимые растениям в очень незначительных количествах, но оказывающие сильное воздействие на их жизненные процессы. Это бор, марганец, медь, цинк, молибден, кобальт и другие. Их называют микроэлементами [5].

Микроэлементы в растениях являются фактором адаптивного потенциала и продуктивности. В последнее время участились погодные и климатические катаклизмы (теплые зимы, поздние весенние и ранние осенние заморозки, засухи). Эти факторы негативно влияют на интенсивность фотосинтеза, жизнедеятельность и процессы белкового обмена в растениях.

У многолетних плодовых деревьев дефицит грунтового питания может проявиться через несколько лет, а современные требования садоводства предусматривают более мобильное управление продуктивностью растений. Эффективность управления микроэлементами возможна только при условии совмещения корневого и некорневого питания многолетних плодовых деревьев.

Некорневые подкормки микроэлементами дают возможность в критические периоды развития плодовых культур (фазы бутонизации, цветения, формирования плодов) усилить метаболические процессы, увеличить степень цветения, формирования плодов, уменьшить осыпание завязи, растрескивания плодов, увеличить количество плодов высокого качества.

Особое значение имеет для плодовых культур обеспеченность их азотом и влагой. Увеличение уровня питания микроэлементами плодовых деревьев путем применения некорневых подкормок микроэлементами увеличивает содержание азота и фосфора в листьях и среднюю площадь листовой пластины, что обеспечивает благоприятные условия для образования завязей плодов и уменьшения их осыпания.

Некорневая подкормка микроудобрениями способствует синтезу хлорофилла, усиливая возрастание азотных соединений в листьях, которые формируют структурные элементы листа в целом, что является особенно важным для формирования урожая. Корневые подкормки – основной путь реализации потребности растений в элементах минерального питания. Микроэлементы в доступной форме не имеют себе равных при некорневых подкормках, которые особенно эффективны при опрыскивании. Профилактические дозы микроэлементов, вносимые независимо от состава почвы, не повлияют на их общее содержание в почве, но окажут благоприятное воздействие на состояние плодовых деревьев.

Различные микроэлементы играют разную роль в процессах роста плодовых растений. Главная функция – участие в ферментных процессах. Ферменты управляют химическими реакциями в растениях. Баланс гормонов влияет на гены, которые необходимы для ферментов в любой стадии.

Микроэлементы медь, молибден и железо (Cu, Mo, Fe) отвечают за окислительно-восстановительные реакции.

Функция микроэлементов цинка и марганца – в регулировании метаболизма (обмена веществ) растений.

Микроэлементы молибден и марганец имеют важное значение в азотном обмене.

Цинк играет важную роль в синтезе белков, в образовании некоторых гормонов роста и в репродуктивных процессах.

Медь участвует в процессе фотосинтеза и дыхания, стимулирует укрепление клеточных стенок растений.

Дефицит микроэлемента бора связан со снижением потребления воды, ростом корней и участием в транспорте сахаров.

Микроэлемент железо участвует в образовании хлорофилла, синтезе белков, содержащихся в хлоропластах листа. Марганец имеет важное значение для фотосинтеза, дыхания и обмена веществ.

Поскольку микроэлементы цинк, железо и марганец выполняют важную функцию в фотосинтезе, то дисбаланс одного или ряда этих микроэлементов вызывает хлороз листьев (пожелтение) в той или иной степени, что резко сокращает площадь листовой поверхности. Сильный хлороз обычно вызван дефицитом Fe и Zn или дефицитом Mn.

Симптомы дефицита микроэлементов следующие:

- в общем дефицит микроэлементов в плодовых растениях проявляется в виде пожелтения листьев (хлороза), задержке роста листьев и деформации листовой пластинки;
- появление жилок, хлороз или некроз (отмирание листьев) и торможение роста – результат дефицита марганца Mn;
- торможение роста листьев, деформация, хлороз, задержка роста вызваны дефицитом меди Cu;
- отмирание точки роста, ингибирование роста листьев, деформация листьев, некроз кончиков листа вызваны дефицитом бора B;
- пятнистость листьев, побледнение, деформация, увядание и некроз могут быть вызваны дефицитом молибдена Mo.

Своевременная подкормка микро- и макроэлементами обеспечит: плодоношение сада с максимальным потенциалом и высоким качеством урожая, иммунитет растений, продлит период цветения, обеспечит большее количество завязей и закладку плодоносной почки на следующий сезон.

Плодовые деревья относятся к культурам с повышенным выносом микроэлементов – бора, железа, марганца, цинка, меди и других, которые содержатся в растении в очень малых количествах, но роль их велика и многообразна. О недостатке микроэлементов чаще всего судят по внешнему виду деревьев, в особенности по листьям.

Под системой удобрения в садах следует понимать порядок применения органических и минеральных удобрений, увязанный с биологическими особенностями растений и условиями почвы, климата и агротехники.

Система удобрения в саду должна быть направлена на обеспечение хорошего роста и высокой урожайности плодовых культур при систематическом сохранении и повышении плодородия почвы. В системе применения удобрений необходимо предусматривать сочетание различных видов удобрений, дозы, сроки и способы их внесения применительно к конкретным условиям сада (породно-сортовой со-

став, возрастной период насаждения, почвенно-климатические условия и уровень агротехники).

Основными плодовыми культурами являются: семечковые (яблоня, груша, айва), косточковые (слива, вишня, алыча, черешня и др.) и ягодные (земляника, смородина, крыжовник, малина и др.). Отличительная особенность плодовых и ягодных культур – их длительное возделывание на одном месте (от трех до нескольких десятков лет). При удачном подборе сортов и хорошем уходе они могут плодоносить ежегодно.

Питание многолетних растений имеет особенности, которые необходимо учитывать при применении удобрений.

На протяжении одного вегетационного периода плодовые культуры потребляют разное количество питательных элементов. Максимум потребления отмечается дважды: весной (до и во время распускания почек, цветения и образования листового аппарата) и осенью (накопление запасных питательных элементов и вторая волна роста корней: конец сентября – начало октября). Весной вначале больше потребляется калия, чем азота, осенью – азота. Фосфор используется на протяжении всей вегетации, первый максимум его потребления приходится на конец мая - начало июня, второй – на август. Косточковые культуры (вишня, слива, алыча, абрикос и др.) более требовательны к уровню питания, чем семечковые (яблоня, груша).

Плодоносящие деревья из основных элементов усваивают больше всего калия, меньше азота и еще меньше фосфора. В среднем для плодовых культур отношение NPK для создания единицы биомассы составляет 1,95:1:2,53.

Отчуждение питательных элементов в плодовых насаждениях происходит при обрезке ветвей, снятии плодов, опадении листьев. Своевременная уборка, умеренное азотное питание при достаточной обеспеченности фосфором и калием способствуют закладке плодовых почек и уменьшают периодичность плодоношения [1].

Корневая система плодовых культур представляет собой разветвленную сеть крупных и мелких корней, пронизывающих почву во всех направлениях. Вертикальные корни яблони на высокорослых подвоях углубляются в почву на 4-8 м, вишни – на 2-3 м. Диаметр круга, занятого корнями, в 1,5–2 раза больше диаметра кроны. Однако плотность корней в пределах проекции кроны в 3-4 раза больше, чем за ее пределами.

Корни черной смородины залегают преимущественно в верхних (до 60 см) слоях почвы и лишь небольшая их часть уходит на глубину 1,5 м. В почвенном слое до 10 см у смородины находится до половины корней. Черная смородина требовательна к уровню питания. Из трех основных элементов питания она больше потребляет азота, меньше калия и еще меньше фосфора. Однако из всех ягодных культур смородина наиболее отзывчива на внесение фосфора. Интенсивнее всего азот усваивается, когда растения выходят из состояния покоя и во время распускания почек. Максимальное потребление фосфора и калия приходится на период распускания почек и цветения.

У крыжовника основная масса корней залегает неглубоко: на глубине 5-40 см. Крыжовник более требователен к уровню калийного питания, чем черная смородина. При выращивании крыжовника на легких почвах может ощущаться недостаток магния, это устраняется внесением доломитовой муки (на кислых почвах) или других магнийсодержащих удобрений.

Малина требовательна к плодородию почвы и минеральному питанию. Она имеет мочковатую корневую систему, и основная масса корней у нее залегает в верхних слоях почвы на глубине 10-30 см. Малина отличается высоким выносом питательных элементов, что объясняется образованием множества новых побегов и ежегодным отмиранием не менее половины надземной массы. Она требовательна к уровню фосфорного питания. Наиболее интенсивно фосфор и калий потребляются малиной в период цветения и завязывания ягод, позже усвоение этих элементов заметно снижается, тогда как потребление азота продолжается и после сбора ягод.

У земляники основная масса корней располагается в верхних слоях почвы. Корневая система у нее мочковатая, разветвленная, с длинными корневыми волосками. В потреблении питательных элементов у земляники выделяется два критических периода: весной, когда происходит дифференциация и закладка цветочных почек, и осенью, в конце вегетации, когда закладываются рожки, плодовые почки и растут корни. В этот период земляника должна быть хорошо обеспечена питательными элементами, особенно азотом и фосфором.

По отношению к кислотности плодовые деревья можно разделить на две группы: слива, вишня, черешня и абрикос, для которых необходима нейтральная реакция (pH 6,5–7,0), и яблоня и груша, которые хорошо растут на слабокислых почвах (pH 6,0–6,5). Ягодные культуры можно разделить на три группы: не переносящие кислых почв и

хорошо отзывающиеся на известкование (черная смородина, оптимальное значение pH 6,0-6,5); растения, хорошо растущие на слабокислых почвах (земляника, pH 5,5–6,0); растения, не переносящие избыток кальция и требующие известкования только сильно- и среднекислых почв (малина, pH 5,5-6,0, и крыжовник, pH 5-6) [1].

При разработке системы удобрения сада необходимо учитывать не только эффективное почвенное плодородие, но и возраст насаждений. Научно обоснованная система минерального питания обеспечивает энергичное нарастание кроны молодых деревьев с последующим ранним и обильным их плодоношением (рис. 1).

Рис. 1. Оптимальное минеральное питание сада – залог получения стабильных урожаев высококачественных плодов.

2. Диагностика минерального питания плодовых и ягодных культур

Минеральное питание – один из наиболее доступных и важных 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 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.

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 pH 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 объяс-

няется, 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 pH, концентрация 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 (табл. 1).

Таблица 1. Группировка по обеспеченности растений нитратного азота

Содержание $N\text{-}NO_3$, 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 2-5 приводится группировка почв по степени обеспеченности подвижным фосфором и калием, рекомендуемая для различных типов почв и групп культур.

Таблица 2. Уровни обеспеченности почвы подвижным фосфором для плодовых культур в слое 0-40 см, мг P_2O_5/кг почвы

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 3. Уровни обеспеченности почвы подвижным фосфором для ягодных кустарников и земляники в слое 0-40 см, мг P_2O_5/кг почвы

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 содержание 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 4. Уровни обеспеченности средних и тяжелых по гранулометрическому составу почв подвижным калием для плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг K_2O/кг почвы

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 5. Уровни обеспеченности легких по гранулометрическому составу почв подвижным калием для плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг K_2O/кг почвы

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. 6).

Таблица 6. Степень обеспеченности почв легкоподвижным калием и дозы калийных удобрений для плодовых культур

Степень обеспеченности	**Для легких почв**		**Для суглинистых почв**	
	содержание К*	ежегодная доза K_2O, кг/га	содержание К*	ежегодная доза K_2O, 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 K_2O указанные величины умножают на коэффициент 1,2.

Определение проводят в свежих, невысушенных образцах почвы, с использованием в качестве вытеснителя 0,01 М раствора $CaC1_2$. 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 [8].

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

Калийные удобрения эффективны на легких песчаных, супесчаных и на торфянистых почвах. Важным условием для эффективного применения калийных удобрений является обеспечение растений доступными 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 удобрения (калийная соль, сернокислый калий).

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. 8).

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 7. 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 урожая и возникновению заболеваний растений.

Подвижность микроэлементов тесно связана с реакцией 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 данным Б.А. Ягодина [7], представлена в таблице 8.

Таблица 8. Группировка почв по степени обеспеченности подвижными формами микроэлементов плодовых и ягодных культур в слое 0-40 см, мг/кг почвы

Элемент	Вид вытяжки	Градация почв по степени обеспеченности		
		низкая	средняя	высокая
Марганец	ацетатно-аммонийный буфер с pH = 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_2O	<0,33	0,34-0,7	>0,7
Молибден	оксалатный буфер с pH = 3,3	<0,1	0,11-0,22	>0,22

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 (бора B менее 15, Mn – 10, Cu – 10, Zn – 6 мг/кг сухой массы).

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

2.1. Удобрение молодого сада

Молодыми считаются те сады, которые еще не вступили в период полного плодоношения. Полное плодоношение у плодовых культур наступает на 4-5-й год после посадки, использование карликовых подвоев сокращает этот период до 2-3 лет.

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 нитратные (селитры).

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 $м^2$ 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 [4].

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 действующему веществу (д.в.) и 6 кг навоза на 1 $м^2$ 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, P_2O_5 и K_2O.

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 х 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 следует вносить также 40-50 кг навоза или 10-12 кг птичьего помета.

Сроки и способы внесения удобрений. Органические, фосфорные и калийные удобрения необходимо вносить осенью, заделывая их по проекции кроны на глубину 18-20 см. Если фосфорно-калийные удобрения не вносили осенью, следует внести их весной. Их можно вносить и в запас на два-три года. В степных районах азот надо вносить однократно весной, в зоне достаточного увлажнения – дробно: 2/3 дозы – весной в фазе интенсивного роста побегов и корней и 1/3 дозы – в июле. Формы минеральных удобрений не имеют существенного значения.

2.2. 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 Российской Федерации 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 содержания в почве минерального азота, 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.

Избыток азота особенно во второй половине лета усиливает рост побегов, снижает их морозостойкость, ухудшает качество (вкус, цвет и аромат) и лёжкость плодов.

В то же время недостаток азота в почве в конце лета оказывает негативное действие на урожай плодовых культур следующего года. 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, обусловливающими 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 – $N_{45}P_{40}K_{60}$. Комплексные удобрения вносят осенью и весной, азотные рано весной и в июне-июле. Высокие дозы азота рано весной приводят к слишком интенсивному побегообразованию, которое часто вызывает опадение 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 9 указаны дозы макро- и микроэлементов для основного внесения и некорневой подкормки.

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 объединяют весной с азотной. Для корневых подкормок используются органические (навозная жижа, куриный помет) – по 0,6- 1,0 кг на 10 м^2 (навозная жижа разбавляется водой 1:6 или 1:10) и минеральные удобрения (мочевина, нитрофоска) – по 10 г на 1 м^2 [2].

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

В последнее время значительное место в оптимизации минерального питания плодовых культур отводится некорневым подкормкам.

Среди них 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 %-м раствором мочевины дважды с двухнедельным перерывом. Плодоносящие деревья обычно опрыскивают 0,5%-м раствором. Следует помнить, что опрыскивание очень сильным раствором может задержать созревание плодов и ослабить их окраску и лёжкость.

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 [2, 3].

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.

Для уравновешивания 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 *органо-минеральная*.

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 9. 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_2O_5	$(NH_4)_2HPO_4$	-	7-10	0,8-1,0
K_2O	K_2SO_4	-	5-8	0,9-1,2
MgO	$MgSO_4$	-	2-3	1,8-2,2
B	$Na_2B_4O_7$ * $10H_2O$	3-7	100-200 г/га	1,8-2,2
Fe	$FeSO_4$	-	0-100 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, Интермаг Элемент Молибден, содержащее 3 % молибдена (33 г/л) в легкоусвояемой 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.

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. 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.

В качестве органических удобрений используют полуперепревший 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 почвы, устраняет эрозию; почва меньше уплотняется. Древесина штамба и ветвей лучше вызревает. В зависимости от типа почвы и водного баланса пригодны различные сидеральные культуры (табл. 10).

Таблица 10. 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 биомассы сидератов. Под бобовые культуры азотные удобрения вносить не следует, так как они являются азотонакопителями. Примерная схема системы удобрения плодового сада приведена в таблице 11.

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, восприимчивость к болезням и вредителям.

Таблица 11. Примерная схема системы удобрения плодового сада

Возраст сада	Органические удобрения, т/га	Минеральные удобрения, кг/га д.в.			
		N	P_2O_5	K_2O	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)	-

Заключение

В рекомендациях 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.

В структуре системы применения удобрений даны основы рационального использования удобрений в плодовом саду и ягодных питомниках, в молодом и плодоносящем садах, оптимальные сроки, способы и глубина внесения удобрений

Используя настоящие рекомендации, специалисты-садоводы смогут более эффективно применять минеральные и органические удобрения, добиваясь получения высоких урожаев плодов и ягод с хорошими качественными показателями.

Литература

1. Бурмистров А.Д. Ягодные культуры / А.Д. Бурмистров. – Л.: Колос, 1972. – 384 с.
2. Капичникова Н.Г. Яблоня, груша / Н.Г. Капичникова. – М.: Издательский дом МСП, 2005. – 176 с.
3. Кудрявец Р.П. Яблоня / Р.П. Кудрявец. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 40 с.
4. Лихонос Ф.Д. Плодово-ягодный сад и питомник / Ф.Д. Лихонос, И.Г. Михайлов, Н.А. Рыбицкий. – М.: Сельхозгиз, 1953. – 256 с.
5. 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 «Прокростъ», 2019. – 247 с.
6. Попова В.П., Сергеева Н.Н. Система применения удобрений в интенсивных яблоневых садах. Краснодар. 2002. – 48 с.
7. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. Агрохимия. М.: Колос, 2002. – 584 с.
8. Quast P. Dungung, Bewasserung und Bodenpflege im Obstbau. Stuttgart: VerlagEugen, Ulmer, 1986. – 237 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
1. Роль основных макро- и микроэлементов в жизни плодовых культур 5
2. Диагностика минерального питания плодовых и ягодных культур 10
2.1. Удобрение молодого сада 19
2.2. Удобрение плодоносящего сада 20
Заключение 26
Литература 27

Лицензия: ЛР. № 020574 от 6 мая 1998 г.

Подписано в печать 10.09.2022 г. Бумага писчая. Печать трафаретная.
Бумага 60x84 1/16. Усл. печ. л. 1,75. Тираж 60. Заказ 55.

362040, Владикавказ, ул. Кирова, 37.
Типография ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет»