

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

АГРОХИМИЯ

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений высшего образования, обучающихся
по специальностям 1-74 02 01 Агрономия,
1-74 02 02 Селекция и семеноводство,
1-74 02 03 Защита растений и карантин,
1-74 02 04 Плодоовощеводство,
1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение*

Горки
БГСХА
2018

УДК 633.174(075.8)

ББК 40.4я73

A26

*Рекомендовано методической комиссией
агроэкологического факультета 26.12.2017 (протокол № 4)
и Научно-методическим советом БГСХА
27.12.2017 (протокол № 4)*

Авторы:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *И. Р. Вильдфлуш*;
кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты
О. И. Мишура, Э. М. Батыршаев;
кандидат сельскохозяйственных наук *К. А. Гурбан*;
старшие преподаватели *М. Л. Радкевич, Ю. В. Коготько*

Под редакцией доктора сельскохозяйственных наук,
профессора *И. Р. Вильдфлуша*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик НАН Беларуси *В. В. Лана*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *С. М. Мижуй*

Агрохимия. Учебная практика : учебно-методическое по-
A26 собие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. –
Горки : БГСХА, 2018. – 171 с. : ил.
ISBN 978-985-467-855-9.

Рассмотрены методика проведения учебной практики по агрохимии, методы анализа почв, растений и удобрений.

Для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальностям 1-74 02 01 Агрономия, 1-74 02 02 Селекция и семеноводство, 1-74 02 03 Защита растений и карантин, 1-74 02 04 Плодоовощеводство, 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение. Может также использоваться магистрантами и аспирантами при проведении научных исследований.

УДК 633.174(075.8)

ББК 40.4я73

ISBN 978-985-467-855-9

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2018

ВВЕДЕНИЕ

Высокую отдачу от применения удобрений можно получить лишь на основе внедрения в хозяйство энергосберегающих, экологически сбалансированных систем удобрения сельскохозяйственных культур. Очень важно перейти от шаблонного применения удобрений к управлению питанием растений, широко используя методы почвенно-растительной диагностики. Для повышения эффективности удобрений необходимо правильно организовать учет, хранение, оценку качества и применение органических и минеральных удобрений. Студенты агрономических специальностей сельскохозяйственных вузов должны овладеть методикой проведения полевых и вегетационных опытов с удобрениями, диагностикой питания растений, методикой агрохимического и радиологического обследования почв, лабораторными методами анализа почв, растений и удобрений. Все вышеизложенные методы студенты осваивают при проведении учебной практики и на лабораторно-практических занятиях по агрохимии. Учебно-методическое пособие «Агрохимия» предназначено как руководство при проведении учебной практики и лабораторно-практических занятий студентов агрохимических специальностей сельскохозяйственных вузов.

Важным компонентом профессиональной подготовки студентов агроэкологического факультета специальности «агрохимия и почвоведение» является учебная практика по агрохимии.

Основная цель учебной практики по агрохимии – научиться творчески применять теоретические знания в конкретных производственных условиях, что позволит овладеть передовыми агротехническими приемами и приобрести необходимые навыки работы по специальности. Продолжительность учебной практики по агрохимии на агроэкологическом факультете (специальность 1-74 02 05 Агрохимия и почвоведение) составляет: на 1-м курсе – 27 часов, на 3-м – 108.

Общая продолжительность практики для специальности «защита растений и карантин» составляет 27 часов, «плодоовощеводство» – 27, «агрономия» – 27, «агрономия ССО» – 27, «селекция и семеноводство» – 12 часов.

Задания по учебной практике выполняются звеньями по 3–4 человека. Задания выполняют в рабочей тетради к учебной практике по агрохимии. На основании полученных данных студенты пишут отчеты

по всем темам учебной практики и их защищают.

Учебная практика студентов агроэкологического факультета по специальности «агрохимия и почвоведение» проводится в передовых хозяйствах: совхоз-комбинат «Горецкий», учхоз УО БГСХА, СПК «Овсянка», на прирельсовой базе РО «Агрохимсервис», где студенты изучают технологию получения, хранения, подготовки и внесения органических удобрений, а также хранения и внесения минеральных удобрений в условиях производства и дают им оценку. На опытном поле «Гушково» студенты овладевают методикой проведения полевых опытов с удобрениями, получают практические навыки проведения почвенной и растительной диагностики питания растений в полевых условиях. Студенты должны научиться самостоятельно проводить полевые и лабораторные исследования при агрохимическом и радиологическом обследовании почв. На 2-м курсе студенты агроэкологического факультета специальности «агрохимия и почвоведение» осваивают методику агрохимического картирования в одном из хозяйств Горецкого района и Могилевской ОПИСХ.

В филиале РУП «Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси» студенты знакомятся со структурой института, направлением научных исследований, лабораториями, методикой проведения вегетационных и лизиметрических опытов.

Задачами учебной практики являются:

- ознакомление с технологиями получения, хранения, подготовки и внесения органических и минеральных удобрений;
- приобретение практических навыков по закладке и проведению полевых опытов с удобрениями, ознакомление с тематикой и опытами кафедры агрохимии;
- ознакомление с агрономической документацией и отчетностью по учету и применению удобрений, заполнением входной и выходной документации по составлению системы применения удобрений под сельскохозяйственные культуры с использованием ПЭВМ;
- овладение почвенной и растительной диагностикой минерального питания растений;
- приобретение студентами практического опыта по подготовке к полевым исследованиям и проведению полевого агрохимического и радиологического обследования почв;
- совершенствование навыков лабораторных исследований, составление и оформление агрохимических картограмм и паспортов полей.

Учебная практика студентов агроэкологического факультета по специальности «плодоовощеводство» проводится в передовых хозяйствах, в которых студенты изучают технологию производства, хранения и внесения органических удобрений, а также хранения и внесения минеральных удобрений в условиях производства и дают им оценку, на опытном поле БГСХА «Тушково», Рытовском огороде и в плодовом питомнике кафедры плодоовощеводства выполняют необходимые анализы, составляют и защищают отчет на кафедре агрохимии.

Задачами учебной практики являются:

- ознакомление с технологиями получения, хранения, подготовки и внесения органических и минеральных удобрений;
- овладение методиками почвенной и растительной диагностики минерального питания растений;
- приобретение практических навыков по закладке и проведению полевых опытов с удобрениями различной модификации, в разработке проектно-сметной документации на известкование кислых почв, системы удобрения сельскохозяйственных культур на основе материалов агрохимического обследования;
- ознакомление с агрономической документацией и отчетностью, связанной с заполнением форм входной и выходной документации по составлению системы применения удобрений под сельскохозяйственные культуры с использованием ПЭВМ, по учету и применению удобрений.

Учебная практика студентов агроэкологического факультета специальности «защита растений и карантин» проводится в передовых хозяйствах, в которых студенты изучают технологию производства, хранения и внесения органических и минеральных удобрений в условиях производства и дают им оценку, на опытном поле УНЦ «Опытные поля БГСХА» и выполняют необходимые агрохимические анализы на кафедре агрохимии академии.

Задачами учебной практики являются:

- ознакомление с технологией производства, хранения и внесения органических и минеральных удобрений. Изучение методики закладки и проведения полевых опытов. Изучение методики и отбор проб почвы и растений для проведения агрохимических анализов;
- ознакомление студентов, проходящих учебную практику, с направлением научных исследований кафедры агрохимии, основными результатами исследований;
- ознакомление с системой применения химических мелиорантов, хранением органических и минеральных удобрений в комплексе с дру-

гими средствами химизации в передовых хозяйствах Горецкого района (пункт химизации в СПК «Овсянка», учебное хозяйство УО БГСХА);

- изучение техники и способов внесения удобрений. Правильное хранение навоза и других органических удобрений. Приготовление компостов (учебно-производственно-научная ферма УО БГСХА, учебное хозяйство УО БГСХА);

- ознакомление с технологией хранения удобрений на прирельсовой базе РО «Агрохимсервис» г. Горки.

Диагностика питания растений:

- проведение растительной диагностики питания растений с использованием экспресс-анализа и переносной лаборатории «Тканевая диагностика»;

- установление нужд растений в элементах питания и определение доз удобрений на основании растительной диагностики;

- визуальное определение обеспеченности растений основными элементами питания по внешним признакам.

Учебная практика студентов агрономического факультета по специальностям «агрономия» и «селекция и семеноводство» проводится в передовых хозяйствах Горецкого района, в которых студенты изучают технологию производства, хранения и внесения органических удобрений, а также хранения и внесения минеральных удобрений в условиях производства и дают им оценку, на опытном поле БГСХА «Тушково» проводят диагностику питания растений и выполняют необходимые химические анализы на кафедре агрохимии.

Задачами учебной практики являются:

- ознакомление с технологиями хранения, подготовки и внесения органических и минеральных удобрений;

- овладение методиками почвенной и растительной диагностики минерального питания растений, агрохимического исследования почв и составления агрохимических картограмм и паспортов полей сельскохозяйственных угодий;

- приобретение практических навыков по закладке и проведению полевых опытов с удобрениями различной модификации, в разработке проектно-сметной документации на известкование кислых почв, системы удобрения сельскохозяйственных культур на основе материалов агрохимического обследования;

- ознакомление с агрономической документацией и отчетностью, связанной с заполнением форм входной и выходной документации по составлению системы применения удобрений под сельскохозяйственные культуры с использованием ПЭВМ, по учету и применению удобрений.

1. ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ С УДОБРЕНИЯМИ

1.1. Виды полевых опытов с удобрениями и методические требования к их проведению

Полевые опыты с удобрениями проводятся для изучения влияния удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, качество растениеводческой продукции, а также плодородие почвы. Данные полевых опытов с удобрениями используются для обоснования государственной политики по развитию туковой промышленности, организации снабжения удобрениями сельского хозяйства, разработки рекомендаций по применению удобрений и повышению плодородия почвы.

Полевые опыты классифицируются в зависимости от места и продолжительности постановки, цели, размера делянок, количества изучаемых факторов, охвата объектов. По месту проведения и цели полевые опыты подразделяются на стационарные и производственные.

Стационарный опыт с удобрениями – это полевой опыт с систематическим внесением удобрений на одном участке, в севообороте, в звене севооборота или при бессменной культуре. Такие опыты проводятся в основном на специально выделенных участках, опытных полях научно-исследовательских институтов и вузов или на опытных участках в хозяйствах. Особенно большое значение в научном и практическом плане имеют длительные стационарные опыты, которые проводятся более одной ротации севооборота.

Производственные полевые опыты с удобрениями проводятся в хозяйствах для проверки рекомендаций и экономической оценки действия удобрений на урожайность и качество сельскохозяйственных культур. В краткосрочных опытах с удобрениями изучается действие удобрений не менее трех лет в аналогичных почвенных условиях.

В зависимости от количества изучаемых факторов различают однофакторные (простые) и многофакторные опыты.

Однофакторными называют опыты, в которых изучается один простой количественный фактор в нескольких градациях (дозы удобрений), а также опыты, где сравниваются различные приемы (например, разбросной и ленточный способы внесения удобрений).

Опыты, в которых изучается действие и устанавливается характер и степень взаимодействия двух и более факторов, называются **многофакторными**. Например, изучается отзывчивость сельскохозяйственных культур разных сортов на возрастающие дозы удобрений.

Мелкоделяночный полевой опыт с удобрениями проводится на делянках площадью от 1 до 10 м². В мелкоделяночных опытах исследуются главным образом динамика почвенных процессов, превращение удобрений в почве или реакция растений на используемые приемы. В таких опытах при невозможности выдержать нормальную полевую агротехнику урожайность показывают на площадь учетной делянки и не переводят в центнеры на 1 га.

Особое место занимают **микрополевые**, или, как их еще называют, **вегетационно-полевые опыты**. Они проводятся в полевых условиях в сосудах (ящиках) без дна или на мелкоделянках площадью до 1 м². Сосуды или ящики без дна зарывают на специальной площадке в условиях, близких к полевым (температура, густота посевов и т. д.). Часто такие опыты проводят со стабильными и радиоактивными изотопами.

Массовые полевые опыты с удобрениями проводят по единой тематике и одинаковым схемам одновременно во многих местах. Они широко практикуются в системе агрохимслужбы.

Географическая сеть опытов – это полевые опыты с удобрениями, проводимые в различных географических зонах по согласованной программе.

Основными методическими требованиями закладки и проведения полевого опыта являются типичность, сравнимость и соблюдение принципа единственного различия, достоверность, тщательное документальное оформление.

Типичность опыта означает, что условия проведения полевого опыта должны соответствовать почвенно-климатическим, агротехническим и организационно-хозяйственным условиям, в которых будут использоваться результаты опыта. Иными словами, опыты должны проводиться на самых распространенных почвах, с типичными агрохимическими показателями, районированными и перспективными сортами сельскохозяйственных культур и т. д.

Сравнение результатов различных вариантов полевого опыта возможно при соблюдении **принципа единственного различия**, иначе говоря, при тождестве всех условий, кроме изучаемого.

Например, в полевом опыте, где изучаются формы азотных удобрений, все варианты должны различаться только формами азотных удобрений, а остальные условия (дозы удобрений, обработка почвы, предшественник, сорт, посев, уход) быть одинаковыми.

Результаты полевого опыта должны быть **достоверными**. Принято различать достоверность полевого опыта по существу или агрономи-

ческую и математическую. Об *агрономической достоверности* можно говорить в том случае, если схема и методика проведения опыта соответствуют целям его проведения, когда правильно выбраны объекты и условия эксперимента, отсутствуют нарушения техники его проведения. Если полевой опыт методически и технически проведен без нарушений, результаты его обрабатываются математически, чтобы определить величину случайной ошибки и степень достоверности (существенности) результатов опыта. Под *существенностью результатов* понимают статистическую доказанность полученной в опыте разницы урожайности по сравниваемым вариантам.

Математическая обработка результатов опыта – обязательный и очень важный элемент методики проведения опыта.

Полевой опыт должен полно, точно и объективно документироваться. Основным документом является журнал полевого опыта, в котором по установленной форме фиксируют данные по схеме опыта и программе работ, характеристике опытного участка, агротехнике возделывания изучаемых культур, все наблюдения, учеты и измерения при проведении полевого опыта.

Подготовка участка для постановки стационарного опыта обычно включает выравнивание плодородия участка уравнительными посевами, в отдельных случаях проводится изучение пестроты почвенного плодородия путем рекогносцировочных (разведочных) посевов. Уравнительные посевы проводят без внесения удобрений или их (чаще всего азотные) равномерно вносят в умеренных дозах. Для уравнительных посевов чаще всего используют яровые зерновые культуры (ячмень, овес, пшеницу). При уравнительных посевах более плодородные части участка дают большие урожаи и почва на них сильнее истощается, чем на менее плодородных. Кроме выравнивания плодородия почвы с помощью уравнительных посевов можно создать общий фон для будущего опыта (предшественник, обработка почвы и т. д.).

Для выявления пестроты почвенного плодородия может проводиться дробный учет урожая рекогносцировочного посева (разбитого на отдельные площадки). Но так как рекогносцировочные посевы с дробным учетом урожая сопряжены со значительными материальными затратами, их используют лишь в исключительных случаях: если неизвестна история участка или при постановке опытов на участках, на которых уже проводились опыты, после «затухания» последствий изучавшихся в них приемов.

Для того чтобы получить достоверный и точный результат по изу-

чаемому в опыте вопросу, необходимо строго соблюдать методику его постановки. В методике полевого опыта встречаются понятия и термины, которые студент должен хорошо знать.

Каждый полевой опыт закладывается по какой-либо определенной схеме.

Схема опыта – совокупность вариантов, каждый из которых характеризуется теми особенностями, которые изучаются в опыте.

Схема опыта составляется в зависимости от его темы.

Примером простейшей схемы опыта по изучению эффективности удобрения может служить схема опыта, состоящая из двух вариантов: 1-й вариант – без удобрения (контроль), 2-й вариант – с удобрением.

Вариант – составная часть схемы опыта, обозначается тем фактором, который изучается в опыте; в нашем примере – удобрение. В варианте не обозначаются агротехнический фон и другие моменты, которые в одинаковой степени входят во все варианты опыта. Один из вариантов схемы опыта, с которым сравниваются результаты, полученные в других вариантах, носит название **контрольного** (или просто **контроль**). Понятие «вариант» не следует смешивать с понятием «деланка».

Делянкой называется часть площади опытного участка, на которой размещен посев одного какого-либо варианта схемы опыта. Число делянок обычно больше числа вариантов, так как для повышения точности и достоверности полевого опыта один и тот же вариант полевого опыта закладывают на нескольких делянках, или, как принято говорить, опыт закладывают в нескольких повторностях.

Повторностью опыта называется повторяемость одноименных делянок. Повторность в опыте не может быть меньше двукратной, а часто бывает трех-, четырехкратной и даже больше.

Приведем пример. Схема опыта по изучению эффективности удобрений включает два варианта, каждый вариант имеет четырехкратную повторность, следовательно, число делянок в опыте будет равно числу вариантов × повторность (в нашем примере их будет восемь).

Делянки, на которых размещен контрольный вариант, носят название **контрольных делянок**. Часто в опытах, особенно с большим числом вариантов, повторность контрольного варианта бывает большая, чем для других вариантов опыта.

Различают два понятия делянки: делянка посевная, или опытная, и делянка учетная. **Делянка опытная**, или **посевная**, – это та площадь опытного участка, на которую вносят удобрения и производят посев согласно вариантам схемы опыта; **делянка учетная**, как правило, име-

ет меньшую площадь, чем делянка опытная, и включает в себя площадь участка, с которого учитывается урожай. Уменьшение площади опытной делянки до размеров площади учетной делянки идет за счет выделения защитных полос.

Защитные полосы выделяются на каждой опытной делянке со всех четырех сторон в виде узких длинных площадок для защиты опытного посева на учетной площади делянки от повреждений извне и от нежелательных влияний на опытный посев со стороны смежных делянок и обратно.

Защитные полосы вдоль рядков посева пропашных культур обычно составляют 1–2 рядка посева, при сплошном посеве и на поперечных сторонах делянки ширина защитной полосы бывает равной 1–2 м (рис. 1.1).

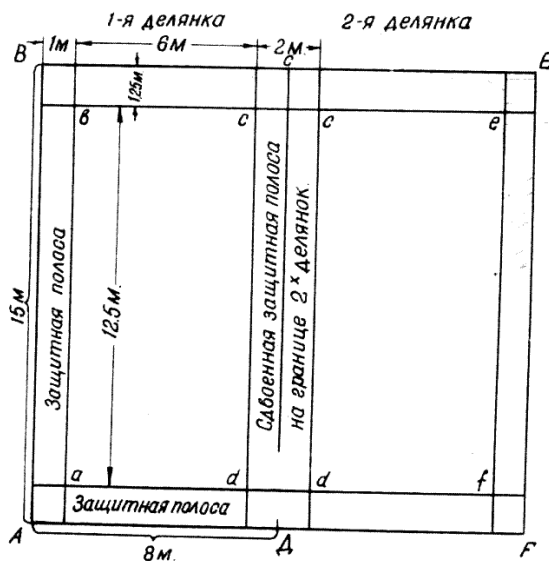


Рис. 1.1. Размещение опытной делянки, учетной делянки и защитных полос

На рис. 1.1 показано размещение опытной делянки, учетной делянки и защитных полос.

$ABCD$ и $DCEF$ – опытные делянки (по 120 м^2).

$abcd$ и $dcef$ – учетные делянки (по 75 м^2).

Общая площадь опытной делянки равна площади учетной делянки плюс площадь защитных полос.

1.2. Составление схемы опыта

Составление схемы полевого опыта – весьма ответственное дело. Всякая работа, связанная с закладкой полевого опыта, должна начинаться с составления схемы опыта. Схема опыта, число вариантов в схеме определяются темой полевого опыта.

Составление схем полевых опытов студенты подробно изучают в курсе лекций по методам агрохимических исследований.

Основными требованиями, которые следует учитывать при составлении схем полевых опытов с удобрениями, являются следующие.

Первое требование, которое надо учитывать при составлении схемы опыта и выборе числа его вариантов, состоит в том, чтобы схема и намеченное число вариантов давали возможность получить четкий ответ на вопрос, ради которого опыт ставится.

При составлении схемы опыта надо стремиться к тому, чтобы число вариантов в схеме было минимальным, позволяющим вместе с тем правильно решить изучаемый вопрос. Надо избегать чрезмерно длинных схем, так как это создает громоздкость опыта и в конечном счете снижает его точность.

В схеме опыта сравниваемые варианты должны различаться только по одному фактору, выявление действия которого и составляет задачу данного опыта. Все остальные условия жизни растений должны быть одинаковыми во всех вариантах и составлять так называемый фон.

Иначе говоря, схема опыта должна строиться с соблюдением принципа единственного различия.

Важно также при составлении схемы опыта и выборе опытного растения знать его чувствительность к изменению изучаемого фактора. Очень важно правильно наметить в схеме контрольный вариант, с которым будут сравниваться результаты всех других вариантов.

Примерной схемой по изучению действия трех главных видов минеральных удобрений является восьмерная схема: 1) О (без удобрений); 2) N; 3) P; 4) K; 5) NP; 6) NK; 7) PK; 8) NPK. Преимущества этой схемы, представляющей все возможные сочетания трех видов удобрений, заключаются в том, что эффективность каждого вида удобрения изучается несколькими способами сравнения: 1) установление эффективности каждого вида удобрения без фона других видов удобрений;

2) установление действия любого из видов удобрений по фону любого другого вида удобрения; 3) установление действия каждого вида удобрения по фону двух других видов. Эта схема позволяет получить очень полную информацию о действии каждого вида удобрения.

В ряде случаев восьмерная схема может быть сокращена. При изучении действия удобрений на дерново-подзолистых почвах, где, как правило, в первом минимуме находится азот, нет смысла изучать действие фосфора и калия без фона азота и тогда сокращенная схема будет выглядеть так: 1) O; 2) N; 3) NP; 4) NK; 5) NPK. Наоборот, на почвах, хорошо обеспеченных азотом, можно использовать следующую схему: 1) O; 2) P; 3) K; 4) PK; 5) NPK. В районах, где слабо действует калий, применяют такую схему: 1) O; 2) N; 3) P; 4) NP; 5) NPK. Во многих случаях, когда применяют давно в широком масштабе разные виды минеральных удобрений и одиночные варианты не представляют интереса, более подходящей будет пятнерная схема: 1) O; 2) NP; 3) NK; 4) PK; 5) NPK. При изучении эффективности разных форм удобрений, например азотных, можно указать такую примерную схему: 1) O; 2) PK (фон); 3) PK + карбамид; 4) PK + аммиачная селитра; 5) PK + сульфат аммония; 6) PK + KAC; 7) PK + карбамид медленнодействующий. При изучении новых форм удобрений схема должна включать в себя следующие варианты: 1) без удобрений; 2) основное удобрение (фон); 3) основное удобрение + стандартное удобрение; 4) основное удобрение + испытываемая форма. Часто при изучении новых форм фосфорных удобрений приходится брать контрольный вариант со стандартным удобрением в нескольких различных дозах, так как основное различие между формами фосфатов заключается в степени усвояемости их P_2O_5 .

Для изучения действия разных доз удобрения, например азотного, примерная схема будет следующая: 1) O; 2) PK (фон); 3) PK + N (1-я доза); 4) PK + N (2-я доза); 5) PK + N (3-я доза). В схеме с дозами удобрения нужно выбирать интервалы между дозами (шаг дозы), чтобы прибавки урожая от соседних доз различались на величину, превосходящую ошибку опыта, т. е. полученные прибавки были бы вполне достоверными. При систематическом применении разных видов удобрений от изучения доз одного вида удобрения следует переходить к изучению доз и соотношений разных видов удобрений. Примером такой схемы может служить схема по изучению доз и соотношений удобрений под картофель: 1) контроль (без удобрения или обший фон); 2) $P_{60}K_{60}$; 3) $N_{60}P_{60}$; 4) $N_{60}K_{60}$; 5) $N_{60}P_{60}K_{60}$; 6) $N_{60}P_{30}K_{60}$;

7) $N_{60}P_{90}K_{60}$; 8) $N_{30}P_{60}K_{60}$; 9) $N_{90}P_{60}K_{90}$; 10) $N_{90}P_{60}K_{120}$; 11) $N_{120}P_{60}K_{130}$. Обычно такая схема закладывается по двум фонам: I – без навоза; II – по навозному удобрению. Кроме рассмотренных выше схем опытов, современные проблемы агрохимии выдвигают изучение вопроса о повышении эффективности применяемых удобрений. Это требует решения вопроса о сроках и способах внесения удобрений.

При изучении способов внесения удобрений используются два контрольных варианта: без удобрения и с удобрением, внесенным стандартным способом. Эффективность ленточного внесения возрастающих доз минеральных удобрений под зерновые и картофель можно исследовать по такой схеме: 1) контроль (без удобрений); 2) NPK, 0,5 дозы вразброс; 3) NPK, 0,5 дозы лентами; 4) NPK, одна доза вразброс; 5) NPK, одна доза лентами; 6) NPK, две дозы вразброс; 7) NPK, две дозы лентами.

В многофакторных опытах одновременно изучаются несколько видов удобрений в различных дозах, сорта, способы обработки почвы, средства защиты растений и т. д. Поэтому число вариантов в таких опытах значительно больше.

1.3. Программа и техника закладки полевого опыта

Кроме схемы, одновременно составляется программа полевого опыта, в которую включается все то, что является важным с точки зрения точности и пригодности данных опыта для решения поставленной задачи, но не является непосредственным предметом изучения (например, сроки и способы посева, агротехнический фон и т. д.). В программу опыта особо включаются намечаемые сопутствующие наблюдения, а также анализы удобрений, почвы и растений, необходимые для правильной оценки результатов опыта.

1.3.1. Выбор участка для полевого опыта

При проведении полевого опыта большое значение имеют правильный выбор участка для его закладки, размеры и форма делянок, повторность и расположение вариантов в повторностях.

Место опытного участка должно отвечать следующим условиям. В течение последних 4–5 лет весь опытный участок должен находиться в одном землепользовании, предшественники и агротехника за эти годы должны быть одинаковыми по всему опытному участку.

На участке не должно быть западин и понижений рельефа, где застаивается вода и возможны вымочки.

Для опыта допустимы участки, находящиеся не только на плато, но и на пологих склонах, с обязательным расположением делянок вдоль склона.

Опытный участок должен быть однородным и типичным для данного хозяйства по почвенной разности, окультуренности почв и предшествующей агротехнике. Опытный участок должен находиться в хозяйственном посеве той культуры, с которой проводится опыт, ближе к одному краю, но не ближе 8–15 м от его границы (во избежание заездов и потрав). В случае закладки опыта неподалеку от дороги от нее нужно отступить не менее чем на 15–20 м.

1.3.2. Составление плана полевого опыта

Историю и характеристику полевого участка тщательно выясняют и подробно записывают в полевой дневник опыта.

Когда опытный участок выбран и определена его возможная и наиболее подходящая конфигурация (прямоугольник, квадрат), составляется план полевого опыта.

Для этого в полевом дневнике вычерчивается схема расположения делянок в опыте с полным указанием всех размеров, повторностей и обозначением вариантов.

При расположении вариантов схемы на делянках внутри повторений возможны два случая: 1. **Систематическое** расположение, при котором предусматривается возможно равномерное размещение одноименных вариантов на всей площади опытного участка. При таком размещении избегают соприкосновения вариантов как длинными, так и короткими сторонами. Примеры такого размещения показаны на рис. 1.2: А – однорядковое; Б – двухрядковое; 1, 2, 3, 4 – номера вариантов; I, II, III, IV – номера повторений. При расположении повторностей в несколько рядов надо следить за тем, чтобы одноименные делянки не находились в одном вертикальном ряду.

2. **Случайное**, или **рендомизированное**. Примером такого размещения вариантов может служить метод рендомизированных повторений, когда внутри каждой повторности (расположенных в один или несколько рядов) варианты на делянках размещают по жребью или используют таблицы случайных цифр.

На рис. 1.3 дано случайное (рендомизированное) расположение вариантов в опыте.

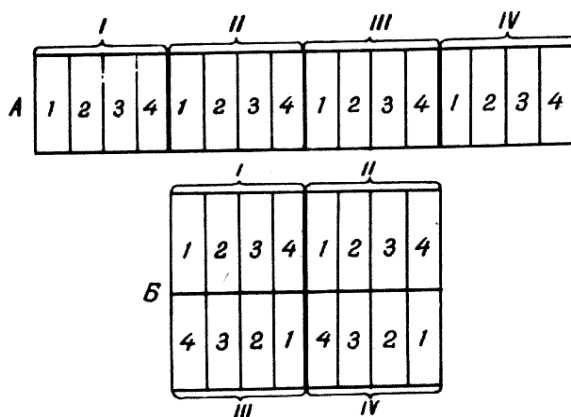


Рис. 1.2. Систематическое расположение делянок

<i>I повторение</i>					<i>II повторение</i>				
4	2	5	3	1	5	3	1	4	2
<i>III повторение</i>					<i>IV повторение</i>				
2	5	3	1	4	3	1	4	2	5

Рис. 1.3. Случайное (рэндомизированное) расположение вариантов в опыте

Размеры опытной делянки в опытах с культурами сплошного сева обычно составляют 50–120 м², со льном – 25–50 м², с пропашными культурами – 100–150 м². Наиболее удобна прямоугольная форма делянки с отношением ширины к длине 1:5–10. При меньших размерах делянок (10–20 м²) удобнее квадратная форма. Повторность вариантов в опытах лучше трех-четырежды, в мелкоделяночных – шестикратная.

Площадь опытной делянки включает учетную делянку и защитные полосы (рис. 1.2). В опытах с зерновыми культурами, льном, однолет-

ними и многолетними травами ширина защитных полос составляет не менее 0,5–1 м, с пропашными и овощными культурами, в зависимости от ширины междурядий, – от 0,7 до 2,0 м, сдвоенная защитная полоса между опытными делянками – соответственно 1–2 и 1,4–4 м.

На рис. 1.4 дан план опытного участка, подготовленный для переноса в натуре. Схема опыта включает три варианта в четырехкратной повторности. Площадь опытного участка равна 1944 м², длина – 54 м, ширина – 36 м. На плане показана привязка опытного участка в трех местах, сделанная в натуре при разбивке данного участка.

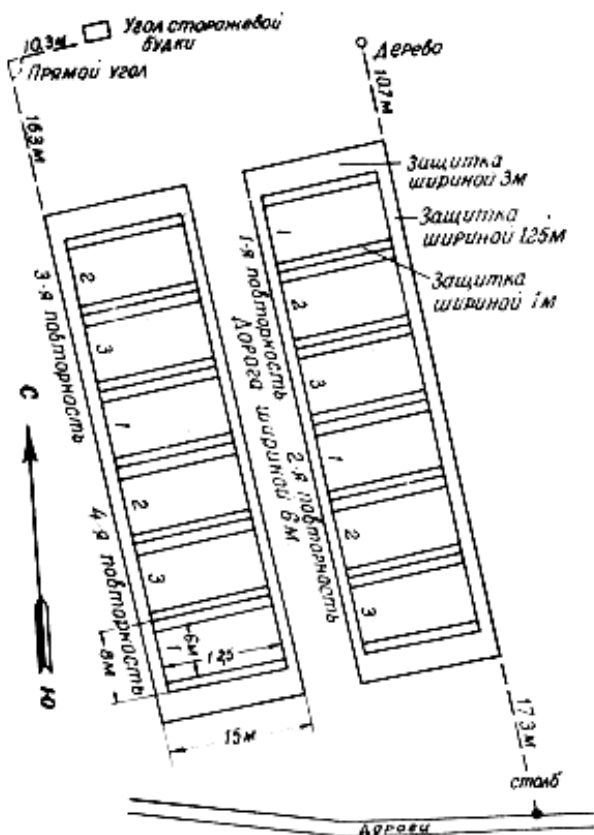


Рис. 1.4. План опытного участка, подготовленный для переноса в натуре

Размер учетной делянки равен 75 м^2 , ширина делянки – 6 м, длина – 12,5 м, ширина защитных продольных полос между делянками – 1 м, ширина защитных поперечных полос – 1,25 м. По середине участка проходит дорога шириной 6 м. По краям участка, вдоль хода сеялки, добавлены защитные полосы по 3 м.

При составлении плана опытного участка и переносе его в натуру надо учитывать особенности агротехники опытной культуры. Например, для пропашных культур надо брать ширину опытной делянки, кратную ширине междурядий, и учитывать возможность механизированной посадки, ухода и уборки. Кроме того, следует так располагать опытный участок, чтобы направление длинных сторон делянок совпадало с направлением рядов растений.

В опытах с рядковым удобрением следует все повторности располагать в один ряд, а ширина опытной делянки должна быть кратной ширине захвата комбинированной сеялки.

1.3.3. Расчет доз удобрений

Расчет доз удобрений для каждого варианта схемы опыта производят в дневнике опыта.

Расчет доз удобрений производят по размерам посевных делянок, а не учетных.

Количество удобрений, необходимое для каждой делянки, вычисляют в килограммах исходя из имеющихся данных о процентном содержании питательных веществ (N, P_2O_5 , K_2O и т. д.) в удобрениях.

Расчет ведут следующим образом: необходимую, согласно схеме опыта, дозу питательного вещества, выраженную в килограммах на гектар, умножают на 100 и делят на процентное содержание этого питательного вещества в удобрении, при этом находят количество удобрения в килограммах на 1 га. Далее, для нахождения навески удобрения, требуемой для внесения (в кг) на площадь посевной делянки, полученную величину умножают на площадь посевной делянки (в м^2) и делят на 10 000.

Рассмотрим на примере.

По схеме опыта требуется внести хлористого калия в дозе 90 кг питательного вещества (т. е. K_2O) на 1 га. При содержании в этом удобрении 60 % K_2O потребуется внести хлористого калия на 1 га: $(90 \cdot 100) : 60 = 150$ кг, а навеска на посевную делянку площадью 120 м^2 составляет $(150 \cdot 120) : 10\,000 = 1,8$ кг.

В общем виде расчет доз удобрений в килограммах на площадь посевной делянки в квадратных метрах можно производить по формуле

$$y = \frac{a \cdot b}{c \cdot 100},$$

где y – навеска удобрения на посевную делянку, кг/м²;

a – доза питательного вещества, кг/га;

b – площадь посевной делянки, м²;

c – процент питательного вещества в удобрении.

1.3.4. Разбивка участка в натуре

После составления плана полевого опыта на опытном участке в натуре нужно наметить и разграничить крепкими кольями делянки в том количестве, какое требуется для опыта, и в таком порядке, как это намечено на плане.

Для повышения точности опыта и возможности подвергнуть впоследствии результаты опыта математической обработке полевой опыт закладывается в нескольких повторностях (3, 4 или более). Чем меньше площадь делянки, тем больше потребуется повторностей. В пределах каждой повторности делянки длинными сторонами располагаются рядом, вплотную друг к другу.

Для повышения точности опыта иногда рекомендуется в пределах каждой повторности иметь несколько контрольных делянок. Иначе говоря, контрольный вариант имеет большую повторность, чем все остальные варианты схемы.

Для выделения опытного участка в натуре и разбивки на нем делянок надо иметь:

1) предварительно составленный, проверенный, с указанием размеров и расположения делянок, навесок удобрений для каждой делянки, нанесенный на бумагу план полевого опыта;

2) мерную ленту или рулетку на 20 м;

3) моток крепкого шнура;

4) зеркальный эккер для отбивки прямых углов или прибор, заменяющий эккер;

5) вешки для провешивания прямой линии – шести высотой 2,5 м в количестве 3–4 шт.;

6) большие колья, заостренные снизу, длиной около 75 см и диаметром 10–12 см в количестве 7–8 шт. Четыре кола нужны для забивки их по углам опытного участка (так называемые основные колья). Запасные 3–4 кола могут потребоваться для «привязки» опытного участка;

7) деревянные колышки шириной 5 см, толщиной 1,5–2 см и длиной 35 см в количестве, вдвое большем, чем число делянок в опыте;

8) топор для забивки кольев;

9) деревянные молотки для забивки колышков.

Нарезка делянок производится следующим образом. С одного края выбранного участка забивают основной кол и провешивают с помощью вешек прямую линию, натягивают шнур и по этой линии отмеривают с помощью землемерной ленты (стальной рулетки) короткие (по ширине) стороны нужного количества делянок и на конце первой линии забивают второй кол. После этого под прямым углом к первой линии от крайнего основного кола A отбивают прямую линию AC и по ней отмеривают длину делянки и забивают основной кол C .

Таким же порядком отбивают третью линию BD , как это показано на примерной схеме (рис. 1.5):

A, B, C, D – основные колья (угловые); AB – 1-я линия; AC и BD – 2-е линии; 1, 2, 3 и т. д. – колышки на границах опытных делянок; BAC и ABD – прямые углы, отбитые с помощью эскера или веревки.

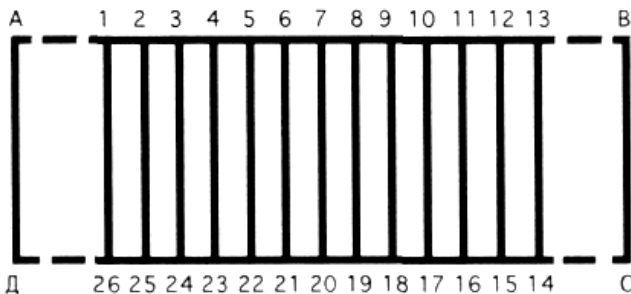


Рис. 1.5. Схема разбивки опытного участка на делянки и «привязки» опытного участка

На второй и третьей линиях на расстоянии длины делянок забивают колья, ставят вешки, натягивают шнур и по нему по прямой линии отмеривают в ширину вторые концы делянок. Колышки на границах делянок нужно вбивать возле отметок все время с одной стороны шнура. Если линии по длине делянок отбиты точно под прямым углом к первой линии, то ширина вторых концов делянок также должна точно уложиться по четвертой линии между поставленными кольями. Если это не получается, то, значит, вторая или третья линии отбиты неправильно, вкось, и эта работа должна быть проведена вновь, более точно. На всех линиях перед отмериванием делянок нужно протягивать туго

шнур или, если такого шнура нет, поставить почасе вешки, чтобы с мерной лентой или рулеткой не уклониться от границ делянок.

Отбивка линий точно под прямым углом производится с помощью эккера.

Можно отбить линию под прямым углом к другой линии с помощью мерной ленты или веревки длиной 15–20 м. Для этой цели веревку складывают вдвое, концы ее выравнивают и точно на середине завязывают узел или делают другую заметку. Затем от крайнего кола A (рис. 1.6) первой (основной) линии AB , там, где должен быть построен прямой угол, нужно отмерить по 3 м в каждую сторону – вдоль основной первой линии и на ее продолжении (на рис.1.6 показано пунктиром) и на отмеренных точках закрепить концы веревки.

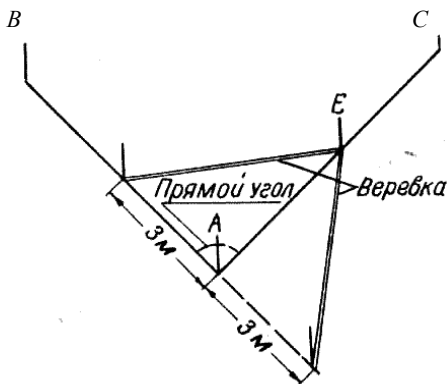


Рис. 1.6. Отбивка линий

После этого веревку берут в том месте, где завязан узел, т. е. как раз посередине, и натягивают по направлению нужной нам новой линии AC (второй или третьей). Линия, идущая от кола A через отметку на середине веревки E , будет находиться под прямым углом к первой линии AB . Продолжить ее можно с помощью вешек и шнура.

Очень часто в течение лета основные колья, вбитые по углам делянок, пропадают. Так как без них нельзя установить точно границы делянок, то, следовательно, результаты будут неточными. Чтобы избежать таких случаев, нужно промерить расстояние от угловых колея крайних делянок до каких-нибудь постоянных предметов, находящихся на одной линии с кольями, ограничивающими делянки. Такими предметами могут быть столбы, отдельные деревья, межевые столбы

и пр. Важно, чтобы такие предметы находились на одной линии с каким-либо рядом кольев. Расстояние от крайних кольев до пропажи постоянных предметов записывают в дневник с их обозначением на плане. В случае пропажи кольев по этим записям восстанавливают границы делянок. Такой прием называется «привязкой» опыта к местности (см. рис. 1.4).

Если вблизи нет подходящих постоянных предметов для «привязки», то по направлению одной из длинных сторон опыта на определенном расстоянии от крайних кольев врывают постоянные крепкие столбы (запасные колья).

Эти столбы и точное расстояние от них до крайних кольев должны быть отмечены на плане. Столбы врывают таким образом, чтобы их не могли повредить сельскохозяйственные машины и орудия.

Подготовка и внесение удобрений. Для внесения удобрений на подготовленном опытном участке (разбитом на делянки) необходимо иметь трех помощников, а также следующие материалы и оборудование:

1) достаточный запас предварительно подготовленных измельченных и просеянных минеральных удобрений или хорошо перемешанных органических удобрений (в зависимости от схемы опыта);

2) весы с разновесами;

3) тару для отвешивания;

4) брезент или фанеру для смешивания удобрений;

5) совок;

6) севалки (тару для посева удобрений по делянкам);

7) моток шнура для оконтуривания посевных делянок.

Подготовка к внесению удобрений может быть произведена двояким способом: 1) когда удобрения развешиваются заранее, где-либо в сарае, согласно плану опыта, в этом случае надо иметь запас мешков, в которые отвешивают удобрения; 2) удобрения доставляются в ящиках или мешках к опытному участку и отвешиваются прямо в поле, перед их рассевом. Рассмотрим подробнее оба случая.

1-й случай. Для каждой делянки минеральное удобрение должно быть отвешено и всыпано в отдельный мешок. К каждому мешку с отвешенным удобрением прикрепляют этикетку, на которой указаны название удобрения, его количество, номер делянки, куда оно должно быть внесено.

Привезенные на опытный участок мешки с удобрениями раскладывают согласно плану по делянкам, проверяют правильность раскладки и после проверки приступают к внесению удобрений и заделке их.

2-й случай. Удобрения отвешивает экспериментатор согласно имеющемуся у него плану опыта. Перед внесением все необходимые количества удобрений для отдельной делянки в зависимости от величины навески отвешивают (каждый вид удобрения отдельно). Если на одну делянку необходимо по схеме рассеять несколько различных удобрений, то их после отвешивания высыпают на брезент и тщательно смешивают. Удобрения на делянку можно вносить и раздельно, без предварительного их смешивания.

Смешивает удобрения и пересыпает их в тару для посева, избегая потерь, первый помощник; второй помощник разносит равномерно и рассеивает удобрение по делянке; третий помощник оконтуривает делянку шнуром, устанавливая таким образом ее границы. Минеральные удобрения лучше всего вносить с помощью туковых сеялок.

При ручном способе внесения удобрения должно быть как можно равномернее распределено по поверхности делянки. Если размер делянки небольшой, то рассев не представляет особой трудности.

Когда размер делянки не позволяет одним заходом внести всю навеску удобрения, прибегают к делению делянки на несколько равных частей – карт. В этих случаях удобрение делится соответственно числу карт на равные части и каждая карта удобряется особо. Этим приемом пользуются также при внесении больших количеств удобрений (навоз, известь), которые трудно распределить равномерно по всей делянке без деления ее на части. При внесении органического удобрения (навоз, компост) необходимо следить за тем, чтобы оно было однородным по своему составу, происхождению, по степени разложения и влажности. Перед тем как приступить к развешиванию органического удобрения и его развозке по делянкам, оно должно быть хорошо перемешано.

Для больших делянок допускается взвешивание навоза на везовых весах и вывозка его непосредственно на делянку. На небольшие делянки навоз вывозят в одну или несколько куч на дорожки, окружающие участок, тщательно перемешивают, после чего отвешивают и разносят по делянкам. Развешивание удобнее производить на носилках, приспособленных к установке на десятичные веса. На малых делянках лучше разбрасывать навоз непосредственно с носилок, не сбрасывая его предварительно на делянку. Разбрасывание навоза производят вилами. Навоз обязательно нужно вносить поделаночно, даже тогда, когда он вносится как фон, одинаково во всех вариантах опыта.

Высев удобрений должен производиться в тихую погоду. При вы-

севе удобрений туковыми сеялками последние тщательно проверяют и устанавливают на норму высева.

После высева удобрения немедленно заделывают. Если в опыте изучается способ заделки или время внесения удобрения, то удобрение вносят и заделывают на каждой делянке так, как этого требует схема опыта.

Перед внесением удобрений с опытного участка должен быть взят смешанный образец почвы на глубину пахотного горизонта, а иногда и глубже для проведения агрохимических анализов.

1.3.5. Посев на опытном участке

Посев производится одновременно на всем участке, где расположен опыт, способом, принятым в хозяйстве.

Для пропашных культур борозды должны быть расположены параллельно длинной стороне делянок и соответствовать направлению борозд на всем участке. При посадке пропашных культур необходимо добиваться, чтобы на каждой делянке было равное количество борозд.

Посев на опытных участках требует особой тщательности. Так же как пахоту, его производят обычно через все делянки повторности, перпендикулярно их длинной стороне. Исключением является посев комбинированной сеялкой, когда на отдельные делянки при этом вносят одновременно различные удобрения. В этом случае каждую делянку засевают отдельно и посев производят вдоль длинной стороны делянки и поперек участка. Включение и выключение сеялки производят за пределами опытного участка не ближе 1 м от его границы. Посевной материал должен быть строго однородным для всего опытного участка.

Количество семян, их качество, время и техника посева точно записываются в полевой дневник.

Для сплошных посевов вокруг опытного участка после появления всходов должны быть пробиты мотыгами или механизированно узкие полосы шириной 20–30 см.

1.3.6. Наблюдения и уход за опытным участком

Уход за растениями на опытном поле такой же, как на обычных посевах, но все работы выполняются одновременно на всех повторениях и более тщательно. К специальным работам по уходу относятся раз-

бивка и очистка дорожек, поддержание их и запольных участков в чистоте, отбивка защитных полос, расстановка этикеток с обозначением опыта и вариантов.

В опытах с зерновыми культурами, льном, однолетними травами через 5–6 дней после массового появления всходов выделяют учетную площадь делянок. Для этого по шнуру, натянутому по границе между учетной площадью и защитной полосой делянок, пробивают полосы шириной 15–20 см (за счет защитных полос), срезая растения или удаляя их как-нибудь иначе. Это удобнее, чем отбивать защитные полосы перед уборкой. В опытах с остальными культурами учетные площади делянок выделяют за 2–3 дня до уборки.

К специальным работам на опытном поле относится оформление опыта: расстановка этикеток по делянкам, которые облегчают проведение наблюдений и учет урожая, уменьшают возможность ошибок при внесении удобрений и т. д. Желательно, чтобы этикетки стояли на всех делянках с самого начала вегетации. Однако во время обработки почвы, внесения и заделки удобрений, посева или посадки колышки часто ломаются, пачкаются, перетаскиваются с одной делянки на другую. В связи с этим первичную разбивку опыта проводят, применяя старые колышки или ветки. После появления всходов, выделения дорожек устанавливают этикетки и колышки – оформляют опыт. В начале опытного участка ставят большую этикетку, выкрашенную в белый цвет, на которой масляной краской или лаком пишут название опыта. В левом углу каждой делянки ставят небольшие колышки-этикетки, на которых пишут номер делянки и иногда кратко указывают вариант опыта (рис. 1.7).

Наблюдения и учеты в период вегетации. В течение вегетационного периода на опытном участке регулярно проводят согласно разработанной программе опыта наблюдения и исследования, которые помогают понять изучаемые явления, объясняют получение тех или иных прибавок урожая или изменение его качества.

Наиболее часто в полевых опытах с удобрениями изучают метеорологические условия, агрохимические и агрофизические свойства почвы, ведут фенологические наблюдения за растениями, проводят учет прироста зеленой массы и накопления сухого вещества, определяют высоту растений, рост и развитие корневой системы, учитывают урожайность, структуру урожайности и др.

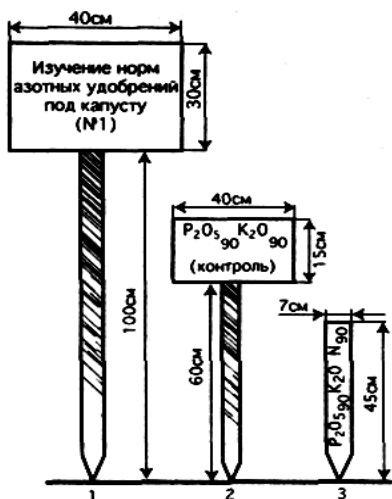


Рис. 1.7. Виды этикеток:
 1 – большая с названием
 опыта; 2, 3 – поделяночные

Все сопутствующие наблюдения и учеты в период вегетации в полевых опытах с удобрениями могут быть визуальными (глазомерными), характеризующими качественное состояние посевов (глазомерная оценка перезимовки озимых и многолетних трав, оценка устойчивости растений к полеганию, поражению болезнями и вредителями и т. д.), или количественными: измерение, взвешивание, подсчет растений и т. д.

Визуальная оценка – глазомерное наблюдение за состоянием посева для правильного объяснения результатов опытов – помогает установить необходимость выключек или исключения из учета отдельных делянок. Глазомерные наблюдения проводятся в одни и те же часы суток, посевы осматривают, стоя так, чтобы солнце всегда было за спиной. Результаты визуальной оценки обычно выражают по пятибалльной системе – шкале: 5 баллов означает отличное состояние посевов; 4 балла – хорошее; 3 балла – удовлетворительное; 2 балла – плохое; 1 балл – очень плохое; 0 баллов – полная или почти полная гибель растений на делянке. Для оценки посевов в варианте в целом баллы по повторностям суммируют и сумму делят на число повторений.

Помимо визуальных наблюдений за состоянием растений, необходимо давать оценку состоянию посевов после резкого проявления неблагоприятных факторов (заморозки, град, ливень, массовое повре-

ждение вредителями и т. д.). Сроки и частота наблюдений определяются целью исследования и возможностями.

Наблюдения за устойчивостью растений к полеганию. Эти наблюдения проводят начиная с первого появления признака полегания и до уборки урожая. Оценку проводят в день полегания или на следующий день, а затем через 5–10 дней (чтобы учесть способность некоторых сортов подниматься) и перед уборкой.

Полегаемость посевов оценивают по пятибалльной шкале: 5 баллов – посевы неполегавшие; 4 балла – посевы полегавшие, но выправившиеся или полегавшие в слабой степени и местами; 3 балла – посевы средней степени полегания; 2 балла – сильная степень полегания, затрудняющая механизированную уборку; 1 балл – посевы непригодны для механизированной уборки, очень сильная степень полегания.

Фитопатологические и энтомологические наблюдения. Фитопатологические и энтомологические исследования в полевых опытах очень важны, так как болезни и вредители сильно влияют на рост, развитие и урожай сельскохозяйственных культур. Однако проведение их требует специальных знаний и навыков. Распространенность болезней и вредителей можно учитывать по двум показателям: а) проценту пораженных растений, колосьев, метелок, початков и пр.; б) проценту площади, занятой пораженными культурами (чаще всего глазомерно). Степень поражения растений болезнями и вредителями обычно определяют выборочным методом на небольшом числе растений. Отсюда важно правильно отбирать пробы.

Все учеты болезней растений проводят по фазам их развития. Самый простой способ оценки поражения растений – суммарно всеми болезнями и вредителями по пятибалльной шкале: 0 баллов – отсутствие повреждений и поражений; 1 балл – повреждены единичные растения (до 10 %); 2 балла – повреждено 10–25 % растений; 3 балла – повреждено 25–50 % растений; 4 балла – повреждено 50–75 % растений; 5 баллов – повреждено свыше 75 % растений. При обнаружении заболеваний или вредителей на растениях надо определить характер заболевания и вид вредителя и применять рекомендуемые меры борьбы с ними.

Учет засоренности. При характеристике засоренности применяют как глазомерные, так и количественные приемы учета. При более детализированных системах учета засоренности различают учет сорной растительности по надземным вегетативным частям и учет засоренности (вегетативные зачатки, семена и плоды) в пахотном слое почвы.

Учет вегетативных надземных частей в основном включает глазомерное определение распределения сорняков на делянках и количественный учет сорняков. При глазомерной характеристике засоренности может определяться видовой состав сорняков, степень покрытия ими площади (определение процента площади, занятой тем или иным видом или группами их), обилие их (количество экземпляров), определение массы сорных растений, а также характеристика встречаемости (характер распределения сорняков на площади), ярусности (расположение сорных растений по отношению к культурным) и т. д.

Степень распространения сорняков оценивают по пятибалльной шкале: 1 балл – засорено до 1 % общей площади делянки; 2 балла – 1–5 %; 3 балла – 5–25 %; 4 балла – 25–50 %; 5 баллов – более 50 % площади; при распространении сорняков куртинами применяются двойные баллы для характеристики распространения сорняка и в куртинах. Ярусность сорняков устанавливают по отношению к культурным растениям (выше, наравне, до половины высоты, не попадающие под нож уборочной машины). Высоту сорняков определяют по главной массе сорняков. Обозначают также фазы развития сорняков (всходы, стеблевание, цветение, засыхание растений, розетки, бутонизация, колошение, созревание семян). Глазомерная оценка засоренности может сопровождаться учетом количества и массы сорняков на метровых площадках, накладываемых на делянке через определенные расстояния.

Учет засоренности пахотного слоя почвы заключается в определении семян и плодов сорняков в почве с помощью взятия проб буром Шевелева с последующим выделением семян с помощью химических растворов. Для определения содержания и расположения в почве корневищ, корней сорняков, способных укореняться и отрастать, применяют специальные методы учета. В опытах с многолетними травами определение засоренности урожая обычно проводят по пробному снопу (массой 5–6 кг), отбираемому для определения выхода сена.

Метеорологические наблюдения. В опытах с удобрениями необходимо учитывать по декадам и месяцам следующие данные: количество выпавших осадков, температуру и влажность воздуха, температуру почвы и др.

Для оценки термических условий в период вегетации необходимо знать сумму активных температур, т. е. потребность в тепле в период активной вегетации. Для различных культур сумма активных температур варьирует от 1200–1300 °С (горох, ячмень, озимые) до 2200–2700 °С (кукуруза и др.).

Для характеристики режима увлажнения в настоящее время ис-

пользуют гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова, который вычисляют по формуле: $ГТК = \text{сумма осадков в миллиметрах} : (0,1 \times \times \text{сумма активных температур в градусах})$. Сумму осадков подсчитывают за период с температурой воздуха выше 5, 10, 15 °С. ГТК можно использовать для оценки эффективности применяемых удобрений в зависимости от условий увлажнения, установив начало, конец и продолжительность избыточно влажных, засушливых и сухих периодов во время вегетации растений. При этом если ГТК больше 2, то имеет место избыточное увлажнение; 1–2 – условия увлажнения удовлетворительные; от 1 до 0,5 – наблюдается небольшой недостаток влаги – засушливый период; менее 0,5 – наблюдается сухой период – засуха.

Для общей характеристики *агрофизических свойств почвы* исследования лучше проводить в период роста растений, для *агрохимической характеристики почвы* целесообразно пробы почв отбирать весной до посева и осенью после уборки урожая.

В полевых опытах с удобрениями почвенные пробы необходимо отбирать с делянок всех повторностей вариантов опыта по схеме, приведенной на рис. 1.8. Это необходимо, чтобы исключить влияние возможностей неоднородности плодородия почв и получить объективные результаты исследований.

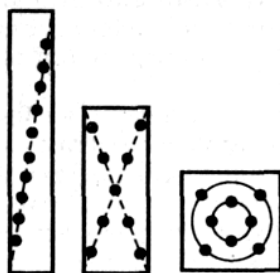


Рис. 1.8. Расположение точек взятия индивидуальных образцов на делянках различной формы

Отбор образцов почвы проводят как до закладки полевых опытов, так и в период роста и развития растений и после уборки урожая. С каждой делянки берут смешанный образец, который состоит из 20–25 индивидуальных. Образцы в поле отбирают специальным буром. Индивидуальные образцы, взятые на делянке, там же ссыпают вместе, тщательно перемешивают на бумаге, мешке или пленке и отбирают среднюю пробу массой 200–300 г, которую помещают в коробку или мешочек с этикеткой, где указывают опыт, номер делянки, вариант, повторность, дату отбора образца и подпись взявшего пробу.

Подготовка почвы к анализу зависит от характера исследований. При определении нитратов и аммония вытяжку готовят из свежей почвы, так как эти соединения при хранении почвы могут подвергаться изменениям. Для других видов анализа почву тонким слоем рассыпают на бумаге и высушивают в тени до воздушно-сухого состояния, затем просеивают через сито с отверстиями 1 мм (корешки, корни, камни и другие примеси перед растиранием почвы следует удалить). Подготовленные образцы хранят в закрытых коробках или банках в сухом, чистом от газов и паров помещении.

Определение запаса продуктивной влаги в метровом слое почвы. В опытах агрохимслужбы в обязательном порядке перед посевом или посадкой, а в опытах с озимыми зерновыми культурами, кроме того, и в начале весенней вегетации растений на опытном участке определяют влажность почвы до 1 м.

Образцы почвы берут буром через каждые 10 см не менее чем в трех точках (скважинах), расположенных в одном из повторений опыта.

На основании полученных данных по влажности почвы подсчитывают запасы продуктивной влаги (влага, находящаяся в почве сверх коэффициента завядания растений).

Запас продуктивной влаги рассчитывают по формуле

$$Z_{пв} = \frac{O \cdot C(V_c - V_y)}{10},$$

где $Z_{пв}$ – запас продуктивной влаги, мм;

O – объемная масса исследуемого слоя, г/см³;

C – толщина слоя, см;

V_c – влажность исследуемого слоя, %;

V_y – влажность увядания растений в исследуемом слое, % (для песчаных почв она колеблется от 0,5–2 %, тяжелых суглинков достигает 12 %, глин – 20 %, торфяников – 50 %);

10 – 1 мм осадков соответствует 10 т H₂O на 1 га.

Данные по влажности увядания для каждого типа, подтипа и гранулометрического состава почвы можно получить в агрометеорологическом учреждении, обслуживающем данную зону.

Обычно запасы продуктивной влаги в почве вычисляют послойно для слоев 0–10, 10–20, 20–30 см и т. д. Суммированием полученных данных можно рассчитать запасы продуктивной влаги для слоев любой толщины, например для слоев 0–20, 0–50 или 0–100 см.

В табл. 1.1 представлены оптимальные запасы продуктивной влаги

в дерново-подзолистых почвах различного гранулометрического состава.

Таблица 1.1. **Оптимальные запасы продуктивной влаги в дерново-подзолистых почвах, мм**

Гранулометрический состав почвы	Пахотный слой почвы (10–20 см)	Слой почвы 0–100 см
Суглинистые	35–40	170–180
Супесчаные	30–35	150–160
Песчаные	20–25	80–120

Фенологические наблюдения – это наблюдения, проводимые за растениями от посева до созревания. Цель их – установить время наступления фаз развития растений. При фенологических наблюдениях обычно отмечают начало фазы, когда в нее вступает 5–10 % растений деланки, и полную фазу, когда она наблюдается у 50–75 % растений.

У зерновых культур (пшеница, рожь, ячмень, овес) рекомендуется отмечать следующие фазы: время посева, появление всходов, третьего листа, кущение, выход в трубку, колошение или выметывание, молочная, восковая и полная спелость, время уборки. Результаты фенологических наблюдений записывают по форме табл. 1.2.

Таблица 1.2. **Фенологические наблюдения за растениями**
Опыт _____ **Культура** _____ **Сорт** _____

Вариант опыта	Дата посева		Всходы	Кущение	Выход в трубку	Колошение	Спелость			Период от начала всходов до полной спелости, дн.	Густота стояния растений			
	начало	полные					молочная	восковая	полная		после полных всходов, шт/м ²	при уборке, шт/м ²	сохранившихся к уборке, %	

Данные фенологических наблюдений используются для вычисления периодов между фазами и определения общей длины вегетационного периода растений. У зернобобовых растений (горох, фасоль, бобы, чина) отмечают посев, всходы, начало цветения, полное цветение, полное созревание, время уборки; у бобовых трав – посев, всходы, образование боковых побегов, образование соцветий, цветение, хозяйственную спелость, даты уборки; у многолетних трав – возобновление

вегетации весной и начало отрастания после каждого укоса; у льна-долгунца – всходы, «елочку», быстрый рост, бутонизацию, цветение, зеленую спелость, раннюю желтую спелость, полную спелость; у картофеля – посадку, полные всходы, бутонизацию, цветение, клубнеобразование, начало естественного отмирания ботвы, время уборки; у свеклы, моркови, редиса, репы – посев, всходы, начало пучковой спелости, стрелкование, начало технической (товарной) спелости, даты уборки.

Наблюдение за условиями питания растений. В процессе проведения полевого опыта с удобрениями необходимо регулярное наблюдение за условиями питания растений как для общей характеристики условий опыта, так и для объяснения влияния изучаемых в опыте удобрений на урожай и его качество. Наряду с химическими анализами растительного материала (листовая диагностика) в различные фазы вегетации в настоящее время широко используют качественно-количественные методы полевой диагностики питания растений. Эти методы позволяют установить недостаток или избыток различных элементов питания по цветной реакции клеточного сока растений с различными химическими реактивами.

Наиболее широкое распространение для этих целей получили методы Магницкого и Церлинг. Наряду с ними в полевых опытах с удобрениями применяют и метод так называемой визуальной диагностики питания растений.

Признаки голодания в отношении того или иного элемента питания могут проявляться во всех частях и органах растений. Недостаток азота, фосфора, калия, магния сначала проявляется на нижних, более старых, листьях, недостаток кальция, бора, железа, серы, марганца, меди – на молодых листьях.

Затруднения в диагностике питания растений по внешним признакам заключаются в том, что недостаток того или иного элемента у различных культур может проявляться по-разному. Кроме того, схожие признаки поражения могут проявляться у растений в результате не только недостатка элементов питания, но и под влиянием неблагоприятных внешних условий. В основе визуального метода исследований лежит знание признаков голодания растений.

Кроме фенологических наблюдений, большая роль в выявлении эффекта действия удобрений принадлежит следующим количественным показателям роста и развития растений: измерению высоты рас-

тений, определению густоты стояния, энергии кущения, темпов накопления массы урожая, его структуры, массы корней и др.

Измерение высоты стеблей. В опытах высота стеблей измеряется в период полного цветения или перед уборкой. Среднюю высоту определяют суммой промеров всех растений на 1 м^2 и делением на число растений. Площадки размером 1 м^2 закладывают в 4–8 местах делянки в зависимости от ее размера.

Определение густоты стояния растений. Густота стояния растений – это число растений на 1 м^2 . У культур сплошного посева ее определяют дважды за период вегетации растений на постоянных площадках. Площадки выделяют после появления полных всходов и отмечают их невысокими колышками. На каждой делянке должно быть не менее четырех площадок общей площадью 1 м^2 . Они должны иметь четное число рядков и размещаться на делянке по диагонали.

У озимых и яровых зерновых, прядильных культур густоту стояния определяют два раза: после полных всходов и перед уборкой или во время уборки. Первый подсчет позволяет проверить норму посева и полевую всхожесть, а также установить густоту стояния по вариантам опыта. Второй подсчет дает возможность установить количество всех сохранившихся к уборке растений.

У пропашных культур сплошной подсчет растений делают после прорывки и перед уборкой на небольших делянках (по 100 м^2) на всей площади, а на делянках более 100 м^2 выделяют четыре площадки в разных местах делянки с общим числом растений не менее 100. Делением суммарной площади учетных делянок на число растений находят площадь питания одного растения.

Определение энергии кущения. У озимых энергию кущения (количество стеблей одного растения) определяют поздно осенью, а у озимой пшеницы и весной, так как она еще кустится в это время.

Для определения энергии кущения берут некоторое число рядков по 1 м погонной длины (по два параллельных рядка), составляющих один или несколько квадратных метров в зависимости от величины делянки. Рядки располагают в разных местах делянки, лучше всего по диагонали. Затем подсчитывают число стеблей (побегов) на 1 м погонной длины, делят на число растений (кустов) и получают значение энергии кущения. Из значений, полученных для каждого рядка метра погонной длины, находят среднее на 1 м^2 .

Определение процента перезимовки озимых культур и многолетних

трав. На отмеченных колышками рядках подсчитывают растения осенью, а затем весной после начала вегетации; второй подсчет, выраженный в процентах от первого, дает процент перезимовавших растений.

Кроме того, оценку зимостойкости озимых проводят глазомерно весной, когда растения трогаются в рост и легко отличить живые растения от погибших. Оценка ведут по 5-балльной шкале: 5 баллов – на делянке нет погибших растений; 4 балла – изреживание растений незначительное; 3 балла – гибель около половины растений; 2 балла – гибель свыше половины растений; 1 балл – гибель почти всех растений; 0 баллов – сплошное вымерзание.

Зимой жизнеспособность озимых и многолетних трав определяют, беря пробы (монолиты) для проверки отрастания растений в лабораторных условиях. Пробы отбирают с концевых защитных полос длиной 25–30 см, шириной в два смежных рядка и глубиной 20 см. После отрастания подсчитывают погибшие растения. В годы, благоприятные для перезимовки, пробы берут один раз в конце зимы. В годы с плохими погодными условиями берут дополнительные пробы через 10 дней после наступления неблагоприятного явления. В каждый срок с каждого участка следует брать по две пробы.

Определение темпов накопления зеленой массы и сухого вещества урожая. В полевых опытах с удобрениями представляет интерес установление динамики накопления растительной массы. В зависимости от культуры отбор проб растений чаще всего проводят в период наступления фаз развития или по календарным срокам (по декадам). Образцы растений отбирают так же, как и при учете густоты стояния, – с пробных рядков или площадок размером 0,25–1 м².

Отбор растительных проб на посевах зерновых культур ведут на делянках двух повторений опыта. На каждой делянке выбирают и закрепляют колышками четыре площадки, типичные для всего опыта. Площадки (не менее 4 м²) располагают по возможности у краев делянки на ее учетной части. С выделенных площадок образцы растений берут рядками или квадратами по 0,25 м². С каждой площадки отбирают не менее одного квадрата 0,25 м² или 4 полуметра погонной длины при междурядье 12,5 см. Берут по два смежных рядка в различных местах пробной площадки.

С каждого квадрата или рядка все растения выкапывают совочком или лопаткой, отряхивают их от земли и связывают в отдельный сно-

пик. Все 8 снопиков из 16 рядков или 4 снопика из 4 квадратов связывают шпагатом в один общий сноп и привязывают к нему этикетку.

В лаборатории каждый снопик взвешивают в сыром и высушенном виде и таким образом определяют его массу в воздушно-сухом состоянии в разные фазы и выражают в граммах на 100 растений. Определяют, если это входит в программу исследований, высоту, кустистость, засоренность растений и т. п. Затем снопики после высушивания смешивают в один образец и из него отбирают среднюю пробу для анализа на химический состав растений. Масса пробы составляет 200–250 г.

Для пропашных культур (картофель, свекла) отбирают определенное число растений (100 растений свеклы в начале вегетационного периода и по 10–20 корней свеклы или кустов картофеля во второй половине вегетации). Для определения динамики накопления урожая клубней и выноса из почвы питательных веществ картофелем пробы берут в период вегетации в основные фазы роста и развития растений.

Пробу по 10–20 кустов берут с одного конца поперек учетной деланки в каждый срок в двух повторностях. Пробы берут утром в сухую погоду. Кусты тщательно выкапывают, отряхивают от земли, клубни отделяют от столонов, очищают от почвы и взвешивают. Обязательно взвешивают ботву, предварительно отделив от нее столоны и корни. Клубни сортируют на фракции (мелкие, средние, крупные), каждую фракцию взвешивают и вычисляют, какой процент она составляет от массы всех клубней. Отобранные пробы служат также для химического анализа. Затем согласно процентному соотношению составляют среднюю пробу массой 1 кг.

Определение структуры урожая. Структура урожая – это состав слагающих его частей после созревания. У разных культур она различна. Общим для всех культур являются число растений на единице площади и средний урожай одного растения. Для зерновых большое значение имеют продуктивная кустистость, озерненность колоса, масса 1000 зерен.

Учет отдельных элементов структуры урожая позволяет вычислить биологический урожай, сравнить величину его с фактическим, а затем выявить качество способа уборки и метода определения урожая.

У зерновых культур количественные учеты отдельных показателей проводят по основным образцам (за 1–2 дня до начала уборки), которые отбирают с четырех пробных площадок, выделенных для определения густоты стояния растений. Если площадки не выделялись, то

сноп набирают в четырех местах делянки с общей площади в 1 м². На пробной площадке с четным числом рядков растения подкапывают лопатой, выдергивают, считают число растений, затем их связывают, помещают в мешок, привязывая этикетку, в которой указывают название опыта, вариант, повторность, номер делянки, номер снопа, число растений, дату отбора. Затем снопы сушат и проводят их анализ, определяя: 1) общее число растений; 2) число плодоносящих стеблей; 3) общую и продуктивную кустистость; 4) высоту растений; 5) длину колоса или метелки; 6) количество колосков в колосе; 7) число зерен в колосе и их массу; 8) биологическую урожайность зерна и соломы. Данные анализа пробного снопа (снопового образца) записывают по форме табл. 1.3.

Таблица 1.3. Анализ пробного снопа

Опыт _____ Культура _____ Сорт _____

Вариант опыта	Дата уборки	Количество, шт/м ²		Кустистость		Колос			Масса на 1 м ²		Масса 1000 зерен, г	Биологическая урожайность, т/га			Соотношение зерна и соломы	
		растений	стеблей	общая	продуктивная	длина, см	число колосков, шт.	число зерен, шт.	масса зерна, г	растений		зерна	общая	зерна		соломы

Примечания: 1. Общая кустистость – это отношение количества всех стеблей к количеству растений на 1 м². 2. Продуктивная кустистость – это отношение продуктивных стеблей к количеству растений на 1 м².

Показатели структуры урожая зерновых культур определяют по 30 растениям, отобранном методом средней пробы из снопового образца. Если представляется возможным, число растений увеличивают до 50–100.

Структуру урожая картофеля определяют, отобрав с каждой делянки пробу, состоящую из 10–20 растений или гнезд, и записывают данные по форме табл. 1.4.

Таблица 1.4. Структура урожая картофеля

Вариант опыта	Число растений на 1 га	Масса ботвы с 1 куста, кг	Число клубней с 1 куста, шт.				Масса клубней с 1 куста, кг				Биологическая урожайность, т/га						
			всего	крупных	средних	мелких	всего	крупных	средних	мелких	всего	крупных	средних	мелких			

Примечания: 1. При определении структуры урожая картофеля клубни сортируют по фракциям: крупные – более 100 г, средние – 50–100 г, мелкие – 50 г. 2. Товарность урожая определяется по фракциям крупных и средних клубней.

Учет урожая. Наиболее распространенным и точным является сплошной (прямой) способ учета урожая. В этом случае урожай учитывают со всей учетной площади делянки. Уборку зерновых и зернобобовых культур обычно проводят комбайном. Чтобы зерно с разных делянок не смешивалось, после уборки каждой делянки комбайн останавливают и после 3–4 минут его работы на холостом ходу собирают зерно и взвешивают мешки, в которые кладут этикетки. Для определения влажности, засоренности и качества зерна в стеклянную посуду или полиэтиленовый мешок отбирают средний образец зерна – 1,5–2 кг, а в мешки из ткани – 0,3–5 кг соломы. Урожай приводят к стандарту: для зерновых культур влажность составляет 14 %, чистота – 100 %; влажность льносоломы – 19, семян льна – 12, сена трав – 16 %. Для клубней и корнеплодов, убранных в дождливую погоду, вводятся поправки на загрязненность.

Учет урожая иногда проводится косвенным методом – по пробному снопу. Чаще этот метод используется для прядильных культур (льна и конопли), хотя его можно применять для зерновых и зернобобовых культур и трав. При учете урожая по пробному снопу с каждой делянки отбирается не менее двух пробных снопов, на которые должно приходиться 1–2 % урожая: снопы зерновых и зернобобовых культур и трав обычно весят 4–5 кг, льна – до 15 кг. Пробные снопы составляют из растений, взятых в 15–20 точках, равномерно расположенных на учетной площади.

Весь урожай с учетной площади делянки взвешивают (включая пробные снопы) и затем отдельно взвешивают с точностью до 5 г каж-

дый пробный сноп. Делением урожая всей делянки на массу пробного снопа находят коэффициент пересчета урожая с каждого пробного снопа на учетную площадь делянки. Весь урожай с делянки в дальнейшем обезличивают, сдают, а пробные снопы высушивают, взвешивают и хранят. Преимущества учета урожая по пробному снопу заключаются в возможности в небольших помещениях учитывать урожай большого числа делянок, а также в меньших затратах на перевозку учитываемой продукции.

Затем в отобранных почвенных и растительных пробах проводятся запланированные программой исследования анализы (определение в растительных образцах содержания N, P, K, белка, крахмала и других показателей качества урожая, в почве – рН, содержание подвижных форм фосфора и калия и т. д.).

По содержанию в основной и побочной продукции элементов питания можно рассчитать **хозяйственный вынос каждого элемента питания** по формуле

$$B = \frac{Y_o C_o (100 - W_o) + Y_n C_n (100 - W_n)}{100},$$

где B – вынос элемента питания, кг/га;

Y_o и Y_n – урожай основной и побочной продукции при стандартной влажности, ц/га;

C_o и C_n – содержание элемента в основной и побочной продукции (в абсолютно сухой массе);

W_o и W_n – стандартная влажность основной и побочной продукции.

Все данные опыта обрабатываются статистически, чтобы установить достоверность различий между средними результатами по вариантам опыта.

1.3.7. Обработка результатов опыта

Полученные в результате уборки и учета тем или иным способом данные об урожае по каждой делянке в килограммах пересчитывают на гектар в центнерах и тоннах. Затем для каждого варианта выписывают результаты всех повторностей и из них выводят среднее арифметическое (M).

Разница между урожаем отдельных опытных вариантов и контролем показывает величину прибавки урожая от действия изучаемого фактора.

Для того чтобы на основании полученных в полевом опыте резуль-

татов можно было сделать правильные выводы, необходимо провести агрономический и математический анализ результатов опыта.

Агрономический анализ состоит в критическом рассмотрении полученных данных об урожае. Проводится сопоставление урожайных данных с результатами полевых наблюдений: фенологических, метеорологических, засоренности, поражения посевов вредителями и болезнями и др. Фенологические наблюдения, хорошо продуманные и вытекающие из вопросов, изучаемых в опыте, позволяют найти объяснения причин того или иного эффекта, полученного в опыте.

При таком критическом обзоре результатов опыта следует провести оценку принятой в опыте методики и техники проведения опыта, соответствие их поставленным задачам. Необходимо также проверить правильность первичных записей в дневнике и журнале полевого опыта.

Если результаты агрономического анализа показывают, что в опыте имели место нарушения методики и техники его проведения или же допущены грубые ошибки, искажающие агрономическую сущность изучаемого приема, то такие опыты должны браковаться. Если же результаты полевого опыта оказываются вполне положительными и представляют научную и практическую ценность, то для уточнения количественных показателей результатов опыта проводят математическую обработку данных, полученных в опыте.

Математическая обработка результатов опыта позволяет определить границы возможных случайных колебаний полученных урожайных данных, т. е. установить точность опыта, а также достоверность различий по средним урожаям между вариантами опыта. Причины варьирования урожая с разных делянок одного варианта схемы опыта, т. е. варьирование повторений, вызываются разными причинами. Если причина, вызывающая варьирование, а следовательно, и ошибку результата, т. е. его отклонение от истинного результата, неизвестна, то ошибку называют *случайной*. Если же ошибка обусловлена определенной причиной, действующей, как правило, в определенном отношении, то такую ошибку называют *систематической*.

Примеры. Случайные ошибки – ошибки в измерениях площади участка, во взвешивании удобрений или урожая.

Систематическая ошибка – изменение почвенного плодородия опытного участка в определенном направлении.

Предложен ряд методов статистической обработки и оценки данных полевого опыта.

2. ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ

Вегетационные опыты с удобрениями проводятся в искусственных условиях (в сосудах) с целью изучения питания растений и обмена веществ в них.

Вегетационный метод позволяет отделить и выявить роль отдельных факторов в жизни растений при регулируемых условиях влажности, освещенности, температуры и питательного режима. Вегетационный метод незаменим при изучении физиологической роли элементов питания, в том числе микроэлементов, новых форм удобрений, особенностей питания растений и т. п. В вегетационных опытах широко применяют радиоактивные и стабильные изотопы.

В зависимости от темы исследований в вегетационном опыте в качестве искусственной среды (субстрата) используются: почвенные культуры; водные культуры; разделенные культуры; стерильные культуры; гидропоника. Для проведения вегетационных опытов применяют вегетационные домики, сетчатые павильоны, фитотроны (лаборатории искусственного климата) и другие сооружения. Наиболее распространены вегетационные опыты с почвенной культурой.

2.1. Вегетационные опыты с почвенной культурой

Для вегетационных опытов с почвенной культурой чаще всего используют металлические и пластмассовые сосуды: в опытах с зерновыми, льном, горохом и гречихой – диаметром 15–20 см и высотой 20 см, вмещающие 5–7 кг почвы; в опытах с картофелем, корнеплодами и кукурузой – размером 25×30 см, вмещающие 25–30 кг почвы.

Для вегетационных опытов используют сосуды двух типов, различающиеся по способу полива, – без отверстий и с отверстиями в дне. Сосуды с отверстиями могут использоваться для выращивания растений в сетчатых павильонах. Эти сосуды имеют поддоны. После дождя воду из поддона, в которую вымылись питательные элементы из сосуда, выливают обратно в сосуд. Сосуды с отверстиями поливают по объему, а без отверстий в дне – по массе.

Сосуды без отверстий в дне должны иметь дренаж – свободное пространство для вливаемой воды, откуда она могла бы всасываться почвой и поступать к растениям. В качестве дренажа используют битое стекло, гравий (диаметром 3–4 см), специально изготовленные железный гребешок или желоб.

Основные требования к проведению опытов с растениями: разработка схемы и программы опыта сохраняется и применительно к вегетационным опытам. Постановка опыта с почвенной культурой включает подготовку почвы, сосудов, удобрений и семян, набивку сосудов, посевов, уход за посевами, наблюдение, уборку и учет урожая.

Повторность при проведении вегетационных опытов с зерновыми культурами, льном четырехкратная; культурами, выращиваемыми по одному растению в сосуде (картофель, кукуруза и др.), – шести – восьмикратная. Почву для опыта обычно берут со всей глубины пахотного горизонта, но если этого требует цель опыта, она может быть взята из любого почвенного горизонта.

Сосуды для каждого опыта подбирают близкие по объему, высоте и массе и доводят до одинаковой массы добавлением чистого песка (тарируют). Отобранные сосуды тщательно моют водопроводной водой, ополаскивают дистиллированной и сушат. Аналогично готовят дренаж и поддоны сосудов.

Средние дозы удобрений в вегетационных опытах в расчете на 1 кг почвы дозы NPK следующие (г): в опытах с зерновыми культурами – 0,1–0,15, 0,1 и 0,1; с картофелем – 0,12, 0,2 и 0,28; с сахарной свеклой – 0,15, 0,22 и 0,22; со льном – 0,05–0,07, 0,1–0,12, 0,06–0,1; с томатами – 0,1–0,15, 0,15–0,20, 0,20–0,30; с огурцами – 0,15–0,20, 0,15–0,20, 0,20–0,25; с бобовыми – 0,04–0,1, 0,1–0,15, 0,1–0,15; с луком – 0,1–0,15, 0,1–0,15, 0,1–0,15; с морковью – 0,15–0,20, 0,2–0,25, 0,2–0,25.

Дозы извести в вегетационных опытах рассчитывают по гидролитической кислотности. В расчете на 1 мэкв H^+ в 100 г почвы требуется 1 мэкв $CaCO_3$, или 50 мг $CaCO_3$, а на 1 кг почвы $50 \cdot 10 = 500$ мг, или 0,5 г. Например, если гидролитическая кислотность 2 мэкв на 100 г почвы, доза извести будет 1 г на 1 кг почвы ($2 \cdot 0,5$).

Перед набивкой почву перемешивают и просеивают через грохот с ячейками диаметром 3 мм. Главное требование при набивке почвы – одинаковая однородность и плотность почвы во всех сосудах. Поэтому набивку должен проводить один человек.

На дно подготовленного сосуда аккуратно кладут кружок из марли или фильтровальной бумаги такого же диаметра. После этого на дно сосуда насыпают или кладут дренаж, поверх него опять кружок из марли или фильтровальной бумаги, диаметр которых на 2–3 см больше диаметра сосуда. Кружок прижимается к стенкам и дну сосуда точно отвешенным (300–500 г) увлажненным кварцевым песком (15 мл воды на 100 г сухого песка). Если в качестве дренажа используются битое

стекло, гравий, керамзит, то строго вертикально на расстоянии 1–1,5 см от стенки сосуда закрепляется стеклянная трубочка.

Количество почвы определяют по набивке пробного сосуда, который набивают, не доходя до верха 2–2,5 см. Навеску почвы помещают в эмалированный таз, добавляют удобрения и тщательно перемешивают. Оптимальной для набивки считается влажность почвы 40–50 % от полной влагоемкости. Затем проводят набивку сосудов. Уплотнение почвы должно быть одинаковым во всех сосудах. До половины высоты сосуда почву уплотняют сильнее, особенно около стенок, выше плотность набивки немного уменьшают. Данные по набивке сосудов записывают в журнал.

Посев проводят наклонувшимися или сухими семенами. Наклонувшиеся семена высевают по трафарету в выровненную и увлажненную почву, верхний слой которой (от 0,5 до 2 см в зависимости от выращиваемой культуры) предварительно снимают, чтобы заделать семена. Зерновые заделывают на глубину 1–1,5 см, лен и другие мелкосеменные культуры – 0,5–1 см. Количество высеваемых семян должно быть одинаковым в каждом сосуде и на 5–10 больше числа растений, которое необходимо для опыта. Всхожесть сухих семян должна быть близкой к 100%-ной. Поверх почвы, чтобы не образовывалась корка, насыпается кварцевый песок (200 г). Ежедневно до появления всходов сосуда слегка поливают.

Лишние растения удаляют через два-три дня после появления всходов (прежде всего поврежденные, слабо или чрезмерно развитые). В сосудах диаметром 15–20 см в опытах с зерновыми оставляют 20 растений, с горохом – 10–15 (но обязательно равное количество во всех сосудах), с гречихой – 10–12, со льном – 35–40, с огурцом, редисом, морковью – 2–3, с клевером – 6–12. Растения пропашных культур, как отмечалось, выращивают по одному и в сосудах большего диаметра.

Сосуды с отверстиями в дне поливают по объему, распределяя воду поровну по сосудам до появления воды в поддоне. Сосуды, не имеющие отверстий в дне, поливают водопроводной или дистиллированной водой в соответствии с программой исследований до влажности почвы 60–70 % от полной влагоемкости. Для этого определяют влажность почвы при набивке сосудов и полную влагоемкость.

Масса сосуда к поливу складывается из следующих величин: масса тарированного сосуда + масса песка внизу и сверху + масса навески почвы и масса воды, соответствующая 60–70 % полной влагоемкости (за минусом влажности почвы при набивке) + масса каркасов или палочек для поддержания растений, если их устанавливают в сосуды. Для по-

лива сосуды ставят на весы и доливают воду до необходимой массы. Поливают растения утром или вечером, а в жаркое время два раза: один раз по массе, другой – по объему (сколько вливалось воды при взвешивании). Половину воды вливают через трубочку вниз сосуда, половину – сверху.

За растениями ведут фенологические наблюдения, проводят биометрические измерения.

За 3–4 дня до уборки растения прекращают поливать. Зерновые, зернобобовые, травы срезают ножницами на высоте 1–2 см от корневой шейки, подсчитывают число растений, стеблей, колосьев (стручков), измеряют высоту растений, длину колоса и укладывают в пакеты с указанием номера сосуда. Затем растения высушивают, взвешивают общий урожай. После обмолота зерновых и зернобобовых учитывают массу зерна, а по разности – массу соломы.

Результаты опыта обрабатывают статистически для установления степени их достоверности и величины ошибки опыта.

3. ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ

3.1. Значение и виды диагностики питания растений

Рационально использовать удобрения помогает диагностика питания растений, дающая информацию об обеспеченности посевов питательными элементами. С ее помощью можно управлять минеральным питанием сельскохозяйственных культур. Особенно важна диагностика минерального питания при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям, которые предусматривают более высокие по сравнению с обычными дозы удобрений и требуют очень тщательного контроля за питанием растений за время вегетации.

Наиболее высокую отдачу от удобрений можно получить при комплексной диагностике, которая включает почвенную, растительную и метеорологическую и позволяет более точно установить уровень минерального питания на различных этапах органогенеза, или фенофаз растений. В настоящее время стала использоваться дистанционная диагностика.

Почвенная диагностика – это агрохимическое обследование почв с целью определения содержания подвижных форм фосфора, калия, минерального или усвояемого азота (минеральный + легкогидролизуемый), подвижных форм микроэлементов и т. д.

Метеорологическая диагностика позволяет прогнозировать эффек-

тивность удобрений с учетом количества выпавших осадков и содержания в почве продуктивной влаги.

Широко используется диагностика минерального питания зерновых культур, плодовых и овощных (особенно защищенного грунта).

В Беларуси для определения состояния азотного питания зерновых широко применяется почвенно-растительная диагностика. Диагностирование посевов сахарной свеклы, кукурузы, других культур из-за несовершенства методик широкого распространения на практике не получило, ведутся работы по усовершенствованию диагностики питания этих культур. Большой вклад в развитие диагностики питания растений внесли Д. Н. Сабинин, В. В. Церлинг, К. П. Магницкий и другие ученые.

Дистанционная диагностика основана на принципе установления качественных характеристик, отражаемых или изучаемых всеми наземными объектами количеств энергии, которая регистрируется с помощью летательных аппаратов и передается в виде фотоизображения, электро- и радиосигналов. Дистанционную диагностику можно проводить путем спектрометрирования, аэрофотосъемки, тепловой съемки, микроволновой съемки с использованием оптических приборов, многозональных фотоаппаратов, телекамер, многоспектральных датчиков, термодатчиков и другой аппаратуры.

Растительная диагностика может быть визуальной и химической (тканевой и листовой). Визуальная диагностика растений позволяет по внешнему виду посевов судить о недостатке или избытке тех или иных питательных элементов.

Особенно большое будущее принадлежит растительной диагностике в системе агрохимического контроля за питанием садовых культур. Это связано с тем, что садовые культуры – это многолетние растения с длительным циклом развития, сильно развитой и глубоко проникающей в почву корневой системой, имеющие способность к накоплению запасных питательных веществ в многолетних органах и другие особенности. Поэтому методы почвенной диагностики не могут в достаточной степени охарактеризовать обеспеченность этих культур доступными питательными веществами во всем корнеобитаемом слое, а проведение полевых и вегетационных опытов с этими растениями связано с определенными трудностями и требует значительно больше времени, чем опыты с полевыми и овощными культурами.

По результатам растительной диагностики можно определять потребность растений в подкормках и корректировать систему удобрения в последующие годы.

3.2. Методы растительной диагностики

Различают несколько методов растительной диагностики: визуальную, химическую, метод инъекции и опрыскивания. Основным методом среди них является химическая диагностика, которая, в свою очередь, подразделяется на ряд специфических методов: валовой анализ, экспресс-методы, анализ растительных вытяжек и анализ пасоки.

3.2.1. Визуальная диагностика

Визуальная диагностика питания основана на том, что недостаток или избыток какого-либо элемента в питательной среде приводит к нарушению процессов обмена веществ в растениях и изменению их внешнего вида. При этом может тормозиться рост всего растения или отдельных его частей, изменяться окраска листьев, происходить деформация отдельных органов и их отмирание.

Недостаток или избыток разных элементов вызывают различные (довольно специфичные для каждого элемента) изменения у растений, по которым можно определить причину плохого роста и развития последних.

Однако часто изменения внешнего вида у растений могут быть связаны с повреждением их болезнями, вредителями или неблагоприятными условиями погоды, и прежде чем приступить к визуальной диагностике питания, надо выяснить, не поражены ли растения вредителями, заморозками, переувлажнением или грибными и бактериальными заболеваниями.

На поступление питательных веществ в растения оказывают влияние погодные условия, свойства почвы, внесенные удобрения, агротехника. Поэтому при визуальной диагностике необходимо учитывать все эти факторы.

Внешние признаки нарушения питания могут появляться в одних случаях сначала на молодых листьях и органах, а в других – на старых. Это зависит прежде всего от того, какой элемент в минимуме, а также от того, недостаток или избыток является причиной изменения жизнедеятельности растения. При недостатке элементов, хорошо реутилизируемых в растении, таких как азот, фосфор, калий, магний, будут страдать прежде всего старые листья и органы нижних ярусов растений, а при недостатке других элементов (кальция, серы, железа, бора и многих микроэлементов), которые слабо реутилизируются в растении, признаки голодания, наоборот, будут появляться сначала на молодых

листьях, органах или точках роста. Избыток разных элементов чаще проявляется прежде всего на старых органах с одновременным ухудшением роста.

Недостаток азота тормозит рост и образование боковых побегов, ускоряет развитие растений, резко снижает плодоношение. Без него невозможен синтез хлорофилла и листья (в первую очередь нижние) становятся бледно-зелеными (рис. 3.1). В результате длительного азотного голодания бледно-зеленая окраска листьев приобретает различные тона – желтый, оранжевый и красный в зависимости от вида растений. Пораженные листья постепенно высыхают и опадают. Молодые образующиеся листья мелкие, узкие, суховатые, расположены под острым углом к стеблю. У некоторых растений края желто-зеленых листьев завертываются внутрь. Стебель тонкий и жесткий. Плоды мелкие и раньше созревают. У картофеля листья нижнего яруса становятся равномерно бледно-зелеными, а затем постепенно желтеют и засыхают. Молодые листья мелкие, светло-зеленой окраски; края их засыхают, заворачиваясь вверх. Стебли прямостоячие тонкие. Листья нижнего яруса белокочанной и цветной капусты приобретают желтовато-зеленую окраску, которая затем переходит в розовую, оранжевую или пурпурную. Наблюдается раннее отсыхание листьев. Кочан мелкий. Листья томатов мелкие зелено-желтой окраски, а жилки, особенно на нижней стороне, приобретают голубовато-красный оттенок. Стебли могут быть такой же окраски, как и жилки. Плоды мелкие, деревянистые. У лука репчатого задерживается рост, листья короткие и небольшого диаметра, бледно-зеленые, краснеющие, начиная от вершин. У кукурузы желтеют центральные жилки нижних листьев. У злаков ослаблено кущение, листья имеют желтую окраску, отмирание листа начинается с его верхушки и распространяется к основанию, колосья усечены сверху. В начале азотного голодания у плодовых симптомы развиваются на всем дереве, но преимущественно локализируются на более старых листьях побегов текущего года. Листья при этом желтовато-зеленые. Изменение окраски начинается со старых листьев и распространяется в направлении к верхушкам побегов. Позднее в листьях накапливается красноватый или багровый пигмент. Рост побегов ослабевает. При продолжительном голодании побеги становятся твердыми и тонкими, листья мелкие. Верхушечные почки формируются рано. Участки отмершей ткани появляются только при остром голодании. Уменьшается число цветков и плодов. Плоды мелкие, сильно окрашенные, но отличаются хорошей лежкостью. На ягодниках и виногра-

де старые листья не только бледно-зеленые, но и с красноватым оттенком, позднее на них образуются пятна распавшихся тканей (некроз).

Недостаток фосфора сильно задерживает рост и развитие растений. В результате запаздывают цветение и созревание, а количество цветов и плодов резко уменьшается. Листья имеют темно-зеленую окраску с красновато-фиолетовым или лиловым оттенком (рис. 3.2). У некоторых растений при этом наблюдается отмирание тканей на краях нижних листьев с резко выраженной границей. В клубнях картофеля могут быть ржаво-бурые пятна; у томатов листья часто пониклые, с завернутыми под лист долями; у лука репчатого вершины самых старых листьев завядают и, чернея, отмирают. Листья злаков приобретают темно-зеленую окраску со слабым пурпурным оттенком; при этом замедляется рост растений и снижается интенсивность кушения. Неравномерное появление рылец у кукурузы приводит к неравномерному цветению, оплодотворению и вследствие этого – к искривлению початков с неровными рядами зерен и засохшей верхушкой. У плодовых растений весной наблюдается задержка в разворачивании почек, листьев и цветов; молодые и почти зрелые листья имеют темно-зеленую окраску, а зрелые – бронзовую или охряно-зеленую; в черешках листьев накапливается, особенно в прохладное лето, очень большое количество багрового пигмента. При продолжительном голодании формируются тонкие побеги и мелкие листья (у яблони).

Недостаток калия задерживает рост. Особенно заметно укорачиваются междоузлия. В самом начале голодания листья приобретают темно-зеленую окраску с голубоватым оттенком. У некоторых овощных культур окраска листьев бывает серовато-желтой или серовато-зеленой. Затем на более старых листьях наступает пожелтение и отмирание тканей, которое начинается с верхушки листа и распространяется вниз по краям и между жилками. Краевой ожог – это характерный признак калийного голодания (рис. 3.3). Эти листья становятся морщинистыми и непропорционально большими. При сильном недостатке калия наблюдаются вялость и свисание листьев, а также непрочность стеблей, что вызывает полегание растений. Нарушаются цветение и плодоношение, созревание плодов идет неравномерно. Растения картофеля бывают приземистые с короткими междоузлиями. Листья темно-зеленые, куполообразные, морщинистые, между жилками и особенно ближе к краям появляются мелкие коричневые пятнышки, которые придают листу бронзовый оттенок. Ботва преждевременно засыхает. У томата и моркови наблюдаются курчавость молодых листьев и

краевой опал на старых листьях. Корнеплод столовой свеклы при калийном голодании вытянут. У огурца края листьев становятся бронзовыми и отмирают, а бронзовость распространяется между жилками внутрь листа; вершина плодов увеличена. Верхушки более старых листьев лука репчатого становятся серовато-желтыми; изменение окраски прогрессирует вниз, и лист вянет. У злаков могут пожелтеть и жилки, а при сильном калийном голодании стебли ослабевают, наступает полегание. Жилки листьев кукурузы приобретают желтую или желтовато-зеленую окраску, края листьев засыхают и кажутся обожженными. В резко выраженных случаях повреждение листьев может быть очень сильным и рост растений приостанавливается, так как ткани между узлами развиваются не полностью. У плодовых на зрелых листьях, расположенных на нижних частях побегов текущего года, развивается крапчатость, а также ожог краев листьев. Листья обычно сморщенные, а побеги тонкие. У земляники и некоторых сортов малины края сморщенных листьев сначала краснеют, затем отмирают и становятся коричневыми.

Недостаток магния проявляется на более старых листьях в виде межжилкового хлороза, который распространяется от краев к середине листа (рис. 3.4). Ткани между жилками становятся почти белыми, а потом коричневыми; у некоторых культур наблюдается ярко-оранжевая, красная и фиолетовая окраска. При этом жилки остаются зелеными долгое время. Листья хрупкие, могут быть утолщенными и быстро опадают. Иногда хлороз начинается с середины листа между жилками. Нижние листья картофеля становятся ломкими, имеют желтовато-зеленую окраску; между жилками на них появляются коричневые и бурые пятна. Такие листья засыхают, преждевременно опадают, и кусты снизу оголяются. У белокочанной капусты происходит посветление окраски нижних листьев между жилками. Они приобретают желтоватые и кремовые тона, создается мраморность листьев. Около вершин листьев лука репчатого развиваются неправильной формы пятна почти белой окраски, которая в дальнейшем исчезает, но лист надламывается и погибает. Листья огурцов при магниевом голодании сочные и ломкие с ясно выраженным межжилковым хлорозом, а плоды мелкие. У злаков и кукурузы появляются желтовато-зеленые или белесые полосы между жилками сначала на старых листьях, при более остром голодании эти полосы охватывают всю пластинку листа, листья засыхают и отмирают. У бобовых пластинки листьев свертываются

ся внутрь. У плодовых на наиболее зрелых крупных листьях появляются темно-бурые пятна между жилками, затем листья опадают. Деформация начинается от основания побегов текущего года и распространяется по направлению к верхушке побега. Обычно опадают почти все листья, за исключением небольшого количества тонких темно-зеленых листьев на верхушках побегов. У вишни, черной смородины и некоторых сортов яблони хлороз начинается в середине листа между жилками. Например, середина старых листьев черной смородины становится пурпурно-красной, а жилки и края остаются зелеными. У груши и вишни иногда пятна на листьях имеют почти черный цвет.

Недостаток кальция отражается в первую очередь на развитии самых молодых органов. При его недостатке всегда повреждаются кончики корней, происходит ослизнение и расползание их тканей. Они приобретают бурую окраску. В надземной части у молодых растений деформируется и отмирает точка роста; в более позднем возрасте либо опадают бутоны, цветки или завязи, либо на плодах появляются некрозы (вершинная гниль у томатов, горькая ямчатость у яблони). Первые признаки недостатка кальция проявляются в побелении верхушечной почки и молодых листьев, кончики которых загибаются книзу, а края закручиваются кверху. Вновь образующиеся листья мелкие, искривленные, с краями неправильной формы. На этих листьях появляются пятна из отмерших тканей. У некоторых культур наблюдается особая хрупкость верхней части стебля и черешков молодых листьев. Верхние листья картофеля плохо распускаются, иногда отмирает точка роста стебля, на краях листьев появляется светлая полоса, потом она темнеет, края закручиваются кверху, в клубнях, начиная от места прикрепления, появляются участки отмершей ткани. У томата в этом случае происходит отмирание конечной доли листьев, опадение цветов. На сформировавшихся плодах на вершинной части появляется темное пятно, которое по мере роста плода увеличивается. Кончики распускающихся листьев молодых растений кукурузы покрываются студенистой массой, и листья, когда засыхают, склеиваются друг с другом. У плодовых на верхушечных листьях побегов по краям, на кончиках или вдоль средней жилки обнаруживаются пятна отмершей ткани. Вслед за сильным повреждением листьев начинается отмирание верхней части побегов. Одновременно происходит повреждение кончиков корней. В мякоти плодов у яблони развиваются коричневые пятна, ухудшаются вкус и товарная ценность плодов.

Недостаток серы весьма сходен с недостатком азота, но признаки голодания сначала появляются на молодых органах. При этом снижается скорость прироста массы как надземной части, так и корней. Молодые листья приобретают светло-зеленую хлоротичную окраску или желтоватую с оранжевым и красным оттенками. Листья мелкие, стебли короткие, тонкие и твердые (деревянистые). Развитие клубеньков у бобовых затруднено.

Недостаток железа приводит к сильному хлорозу молодых листьев. Сначала на них появляется сетка зеленых жилок на желтовато-зеленом фоне. Сильно пострадавшие листья могут быть соломенно-желтыми с малым числом зеленых жилок или совсем без них, края и кончики их могут быть обожженными. В острых случаях у плодовых может наблюдаться усыхание концов побегов и ветвей. У картофеля верхушки и края молодых листьев дольше бывают зелеными, чем середина.

Недостаток бора прежде всего вызывает остановку роста стебля и корня. Верхушечная почка и близлежащие к ней молодые листья становятся хлоротичными с сероватым оттенком. Иногда в верхней части растения наблюдаются укорачивание междоузлий и утолщение молодых листьев. Может происходить сильная деформация молодых листьев. Стебель в верхней части и черешки молодых листьев легко ломаются. При сильном голодании точки роста стебля и корня отмирают, из пазух листьев развиваются боковые побеги, верхушки которых повторяют все симптомы заболевания главного стебля вплоть до отмирания (рис. 3.5). Особенно резко голодание сказывается на развитии репродуктивных органов. Наблюдается пустоцвет, плохое завязывание плодов (семян) и опадение завязей. Плоды приобретают уродливую форму и в них образуются твердые участки и опробковевшая ткань. У картофеля задерживается рост растения, угнетается точка роста, междоузлия укорочены, листья желтеют, черешки ломкие и могут окрашиваться антоцианом. Точки роста корней отмирают. Клубни мелкие, часто с трещинами; в их пяточной части развивается покоричневение сосудистого кольца. Соцветия цветной капусты темнеют и чернеют, в стебле образуется дупло с почерневшими краями. У корнеплодов развивается гниль сердечка. Точка роста стебля томатов чернеет, а в нижней части начинают расти новые листья, черешки молодых листьев ломкие. На плодах образуются участки отмершей ткани в виде бурых пятен. Плоды могут иметь уродливую форму. У бобовых мень-

ше образуется клубеньков и из-за отмирания верхушечной почки образуется сильно разветвленный куст. Злаки требуют для своего развития очень мало бора и обычно не имеют признаков его недостатка. У плодовых на верхушке побега листья хлоротичные и морщинистые, иногда ненормально толстые и ломкие. При остром голодании наблюдается отмирание веточек и побегов. На плодоносящих деревьях может развиваться некроз мякоти плодов.

Недостаток марганца выражается в появлении на верхних листьях хлоротичных пятен разных тонов (светло-зеленых, бело-зеленых, красных и серых), располагающихся между жилками, которые остаются зелеными (рис. 3.6). Обесцвеченные участки молодых листьев буреют и отмирают. Развивается пятнистость. Расцветка листьев напоминает признаки недостатка магния, но она проявляется на молодых листьях, а не на старых. Явление некроза часто захватывает не только листья, но распространяется и на другие органы, например на семена (у гороха). Иногда признаки голодания появляются сначала на листьях среднего яруса. При этом задерживается рост, но верхняя почка не отмирает. У картофеля поверхность листа бывает неровная – межжилковые хлорозные пятна выпячиваются вверх, а зеленые жилки остаются внизу. У огурцов окраска молодых листьев светло-зеленая, а на краях листа в виде каемки желтоватая. Позднее хлороз охватывает всю поверхность листьев, а жилки остаются зелеными и резко выделяются. Листья столовой свеклы становятся темно-красной. На молодых листьях злаков образуется светлая полосатость при зеленых жилках. У яблони на листьях среднего яруса развивается хлороз, который распространяется с краев по направлению к средней жилке.

Недостаток меди приводит к потере тургора у листьев, которые одновременно становятся хлоротичными. При сильном голодании тормозится рост и нарушается образование репродуктивных и запасющих органов. Иногда наблюдается закручивание листьев (рис. 3.7). У томатов отмечено замедление роста побегов, слабое развитие корней, появление темной синевато-зеленой окраски листьев и их закручивание, отсутствие образования цветов. Листья салата приобретают уродливую форму и беловатую окраску, слабо растут. Симптомы голодания появляются раньше всего на черешках и по краям листовой пластинки. У лука сильно угнетаются рост и развитие; чешуи луковицы, плотность которой понижена, бледно-желтые, утонченные. Листья у бобовых увядают, засыхают и преждевременно опадают без признаков

хлороза. Злаки страдают белой немочью, или болезнью обработки, на торфяных почвах, которая проявляется в медленном росте всего растения, появлении белых кончиков на молодых листьях с последующим их свертыванием. Колосья имеют белый цвет и без зерен. У плодовых происходит общее ослабление процессов роста. На верхних листьях побегов появляется хлороз тканей между жилками. По мере усиления хлороза весь лист становится беловатым. Края листьев могут быть обожженными и порванными с некоторым короблением. При слабой недостаточности листья могут быть очень крупными, темно-зелеными и мягкими. С усилением голодания побеги вырастают сплюснутыми с маленькими узкими и скрученными листьями. У яблонь может наблюдаться розеточность листьев в связи с укороченными междуузлиями. Происходит опадание листьев. У побегов отмирают концы и погибают снизу (увядание кончиков у яблонь). Образование на узлах неоднородных, как обычно, почек является другим симптомом недостаточности. В результате получают «ведьмины метлы». Цветение и завязывание плодов ослабевают или совсем прекращаются. Плоды становятся мелкими, плохими.

Недостаток цинка встречается при щелочной реакции почв и внесении высоких доз фосфора. Признаки недостаточности появляются на молодых органах. При этом укорачиваются междуузлия, листья плохо растут, имеют или хлоротичную окраску с белесым оттенком, или крапчатость. Этот недостаток чаще встречается у плодовых растений. Основным признаком голодания является мелколистность (рис. 3.8). При этом листья очень мелкие и узкие, несколько деформированы и на концах молодых побегов хлоротичные; побеги тонкие с очень короткими междуузлиями около верхушки и с розетками листьев на ней. При очень сильной недостаточности уменьшаются или совсем прекращаются цветение и плодоношение. Плоды мелкие, заостренные, иногда уродливой формы. Наблюдается преждевременное опадение листьев. У овощных культур признаки голодания выражаются в пятнистости верхних листьев, которые становятся желтыми, а иногда приобретают бронзовый оттенок. У томатов образуются ненормально мелкие хлоротичные листья, напоминающие мелколистность плодовых деревьев. У бобовых на молодых листьях образуется крапчатость с последующим отмиранием этих участков. У фасоли наряду с хлоротичностью наблюдается асимметрическое развитие листовой пластинки, а края листьев бывают волнистые. Молодые листья кукурузы пло-

хо растут, имеют бледно-зеленую или бело-слабо-зеленоватую окраску («белые ростки»); междоузлия укорачиваются, растения не растут.

Недостаток молибдена очень сходен с признаками недостатка азота, но в отличие от последнего они появляются на молодых листьях. У бобовых он выражается в появлении желто-зеленой окраски листьев, что связано с нарушением фиксации атмосферного азота (рис. 3.9). При этом замедляется рост, стебли и черешки приобретают красновато-бурую окраску, а клубеньки становятся мелкими и серыми. При голодании других растений на листьях появляются светлые пятна, затем листья становятся светло-зелеными и узкими, края их закручиваются внутрь, могут также наблюдаться деформация листовой пластинки и отмирание листьев. При сильном недостатке отмирает точка роста. У цветной капусты отмечается недоразвитость головок, листовые пластинки становятся узкими и уродливыми. При остром голодании листовая пластинка может совсем не образоваться, а средняя жилка листа приобретает форму хлыста. Доли первой и второй пары настоящих листьев томата желтеют, заворачиваются краями вверх, в последующем возникает сначала крапчатый, а потом сплошной хлороз вздувшейся ткани между зелеными жилками остальных листьев. У огурцов наблюдается хлороз на краях листьев.

Избыток азота в молодом возрасте может подавлять рост растений, а в более взрослом – способствует буйному развитию вегетативной массы в ущерб репродуктивным и запасающим органам. При этом снижаются урожай, вкусовые качества и лежкость плодов и овощей.

Избыток хлора проявляется сначала на листьях нижнего яруса, а потом может распространиться и на более молодые листья. При этом на краях листьев происходит отмирание тканей, которое может охватывать и центральные части листа. Листья преждевременно засыхают. Снижаются урожай и его качество.

Избыток бора проявляется в торможении роста всего растения и в появлении на старых листьях по их краям сначала хлоротичной желтой каемки, затем эти ткани отмирают. Края листьев закручиваются вверх или вниз, листья приобретают куполообразную форму, а потом засыхают и опадают. При сильном избытке поражаются и более молодые листья. Урожай снижается.

Избыток марганца приводит к сморщиванию и искривлению листьев, между жилками появляются крапчатость и пятна отмершей ткани. Рост и развитие растений угнетаются.

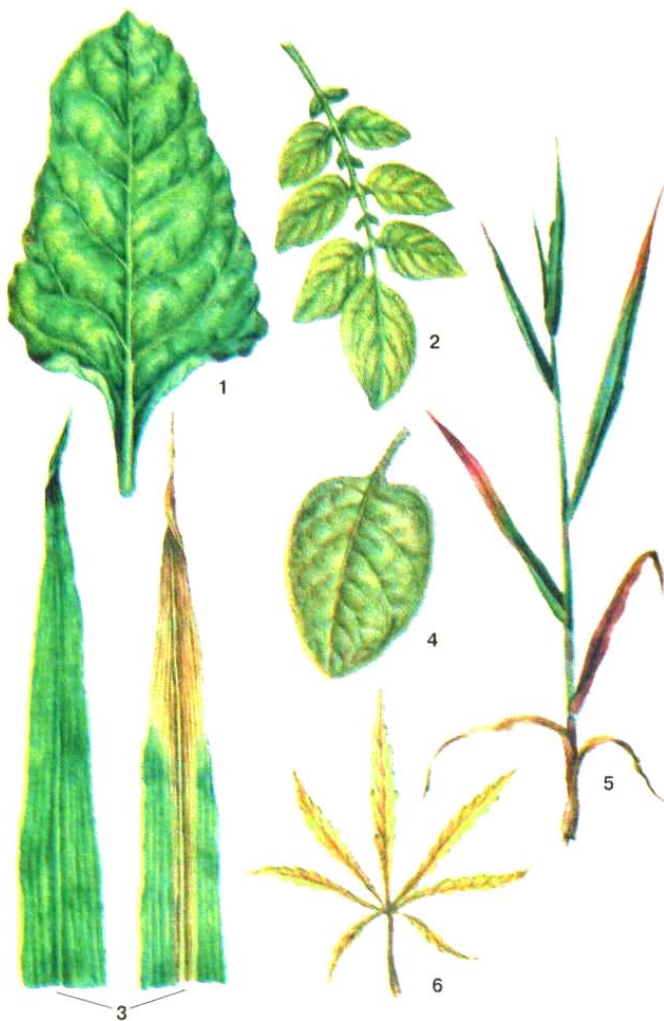


Рис. 3.1. Признаки азотного голодания растений:
1 – сахарная свекла; 2 – картофель; 3 – кукуруза (две последовательные стадии голодания); 4 – махорка; 5 – коостер; 6 – конопля



Рис. 3.2. Признаки фосфорного голодания растений:
1 – кукуруза; 2 – овес; 3 – кормовая свекла; 4 – сахарная свекла;
5 – картофель (все растение и нижний лист)



Рис. 3.3. Признаки калийного голодания растений:
1 – кукуруза; 2 – просо; 3 – фасоль; 4 – сорго; 5 – соя; 6 – гречиха;
7 – овес; 8 – горох

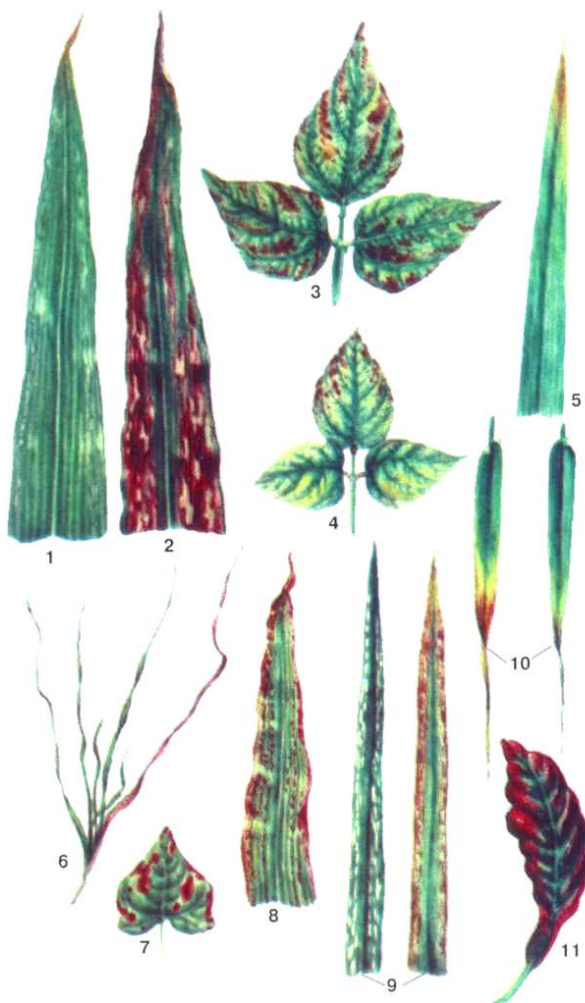


Рис. 3.4. Признаки магниевого голодания растений:
 1 – кукуруза; 2 – кукуруза на кислой почве; 3 – фасоль; 4 – соя; 5 – просо;
 6 – рожь; 7 – гречиха; 8 – сорго; 9 – овес (две последние стадии);
 10 – ячмень; 11 – цикорий

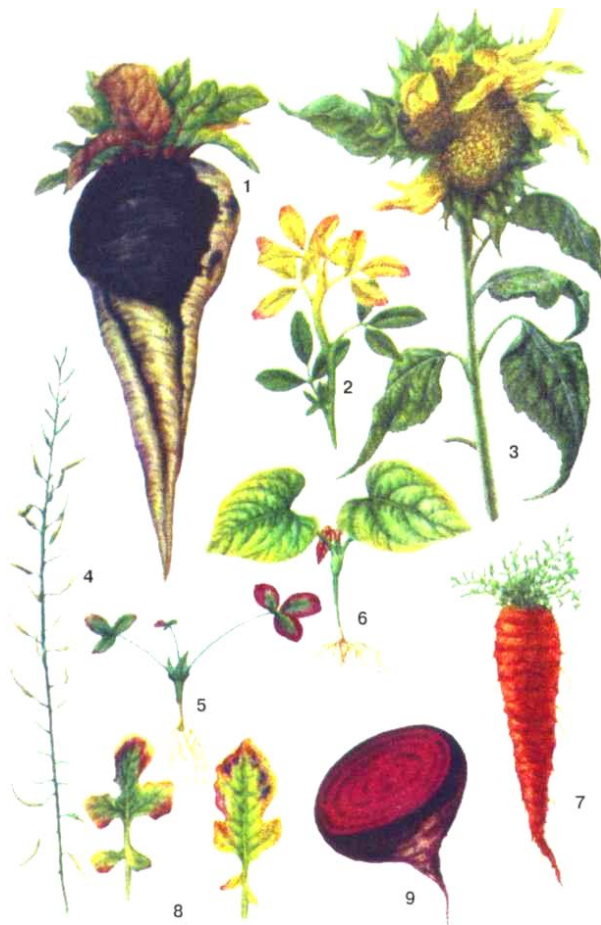


Рис. 3.5. Признаки борного голодания растений:
 1 – сахарная свекла; 2 – люцерна; 3 – подсолнечник; 4 – горчица, цветонос;
 5 – клевер в молодом возрасте; 6 – фасоль в молодом возрасте; 7 – морковь;
 8 – горчица, нижние листья; 9 – столовая свекла

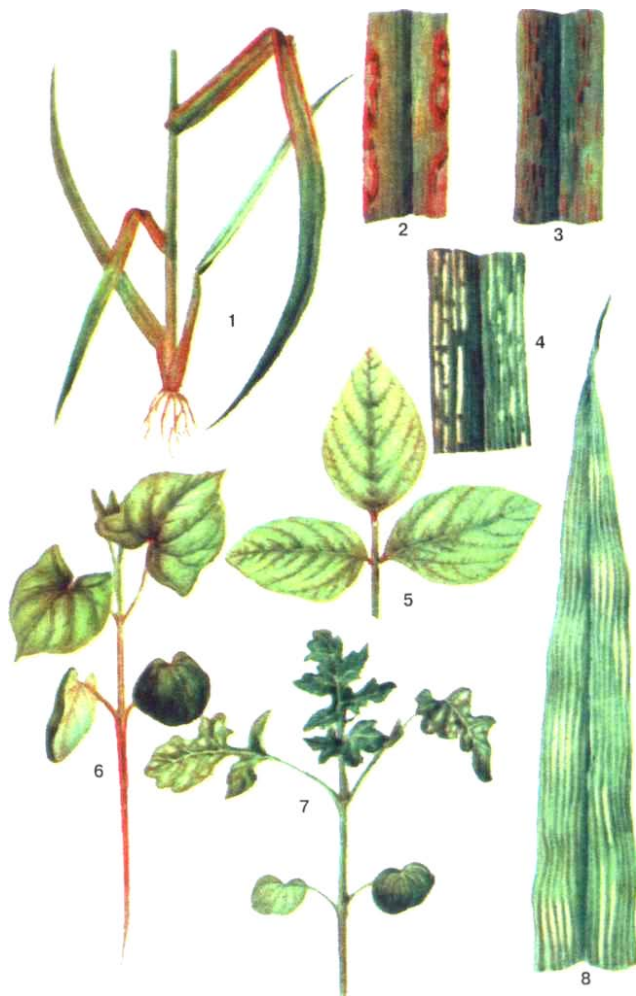


Рис. 3.6. Признаки марганцевого голодания растений:
 1 – овес; 2 – овес (часть пластинки листа при увеличении); 3 – ячмень (часть пластинки
 листа при увеличении); 4 – пшеница (часть пластинки листа при увеличении); 5 – соя;
 6 – гречиха; 7 – горчица; 8 – кукуруза



Рис. 3.7. Признаки медного голодания растений:
1 – яблоня; 2 – груша; 3 – овес; 4 – лук

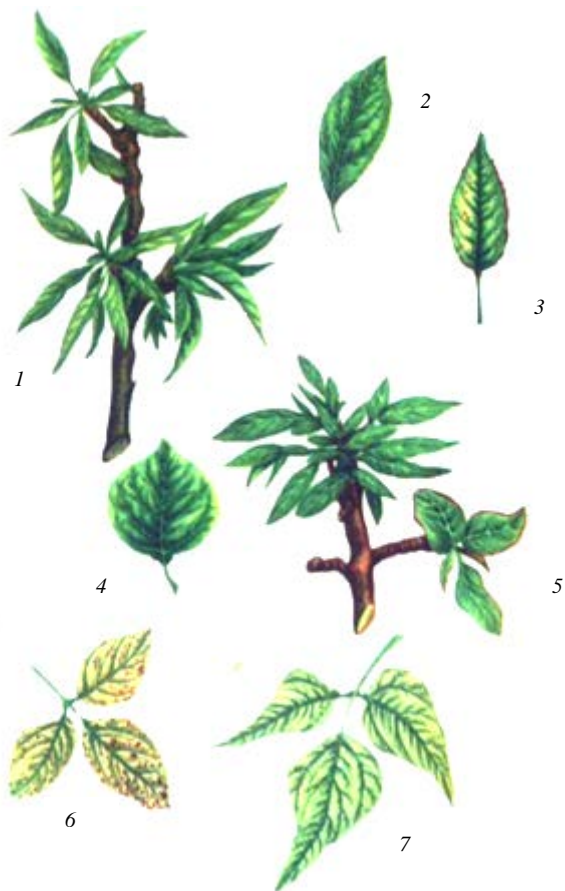


Рис. 3.8. Признаки цинкового голодания растений:
1 – яблоня; 2 – слива; 3 – вишня; 4 – абрикос; 5 – груша; 6 – соя; 7 – фасоль



Рис. 3.9. Признаки молибденового голодания растений:
 1 – цветная капуста (наружные листья нормального вида не изображены); 2 – цветная капуста (лист); 3 – клевер, лист (внизу – начальная стадия голодания); 4 – огурец;
 5 – томат; 6 – табак

В заключение необходимо отметить, что визуальная диагностика – дело непростое и требует большого навыка и опыта, так как внешние признаки голодания и избыточного питания тем или иным элементом проявляются по-разному, в зависимости от вида и даже сорта растения. Кроме того, в производственных условиях иногда достаточно четко признаки не проявляются и часто приходится встречаться с недостатком у растений не одного, а сразу двух (или более) элементов. Может голодание в отношении одного элемента совпадать с избыточностью другого. Все это создает известные трудности диагностики питания этим методом. Наиболее правильное заключение можно сделать, сочетая визуальную диагностику с химической и другими методами агрохимии.

Кроме того, надо помнить, что внешние признаки недостатка или избытка питательного элемента появляются на растении при сильном поражении последнего в результате нарушения питания. Значительно улучшить урожай текущего года путем проведения подкормки в этом случае практически уже невозможно.

3.3. Химическая диагностика

Химическая диагностика позволяет установить более ранние признаки нарушения питания, чем визуальная. Она основана на химическом анализе проб или пасоки растений разными методами.

По существу методы химической диагностики можно разделить на две группы: валовые анализы (определение общего содержания элементов) и анализы на содержание неорганических форм питательных веществ.

На анализ поступают целые растения или так называемые индикаторные органы. Этим термином обозначают те части растения, которые наиболее сильно изменяют количество содержащихся в них питательных элементов при изменении условий возделывания сельскохозяйственных культур и в первую очередь условий питания. Например, при недостатке азота, фосфора, калия, магния вегетативные органы будут обедняться сильнее, чем репродуктивные. Химический состав вегетативной части будет более показательным, индикаторным. Старые части растения сильнее обедняются в этих условиях, чем молодые. Поэтому индикаторными органами обычно бывают взрослые листья, нижние части стеблей, а при очень крупных листьях (капуста и др.) – верхние части таких листьев.

При недостатке всех остальных элементов рекомендуется анализировать, наоборот, молодые части, так как эти элементы очень плохо реутилизируются и молодые органы сильнее испытывают их недостаток.

На выбор органа для анализа влияет метод химической диагностики: при валовых анализах используют либо листья, либо всю надземную часть (последнее рекомендуется для мелких растений, а также в ранние фазы и при малых размерах листьев). Если диагноз ведется по содержанию неорганических соединений элементов – нитратов, фосфатов и др., которых, как известно, больше бывает в сосудодоводящих системах и в нижних ярусах растений, то в пробу входят черешки, крупные главные жилки листьев и стебли нижних ярусов.

По результатам изучения распределения элементов и их соединений по органам растений известно, например, что азот больше концентрируется в пластинках, а калий, наоборот, в черешках. Поэтому имеются предложения в зависимости от задач диагноза брать отдельно ту или иную часть листа.

В практических целях, чтобы облегчить отбор проб и последующий анализ, рекомендуется все три элемента определять в одних и тех же пробах (в целых растениях или в листьях с черешком).

При химической диагностике определяют концентрацию элемента или его соединений в анализируемой части растения. Известно, что концентрация зависит от двух процессов: скорости поступления элемента в растение и скорости прироста его массы. Если прирост массы опережает темп поступления питательного вещества в растение, то его концентрация будет ниже, чем в том случае, когда рост растения и поступление элементов питания идут с одинаковой скоростью. И наоборот, если рост замедлен по каким-то причинам, то возможно накопление больших количеств элемента в растении.

Следовательно, для правильного понимания результатов анализа растений их нужно сопоставить с величинами роста или массы растений. Это **первое правило химической диагностики питания растений**.

Второе правило этой диагностики заключается в обязательности определения не менее трех элементов (азота, фосфора, калия). Известно взаимодействие элементов как при поступлении их в растение, так и при внутриклеточном обмене веществ и синтезе органических соединений. Это особенно важно, если при диагностике определяют со-

держание неорганических соединений, таких, как нитратный азот, ортофосфорная кислота и ее соли. Недостаток одного элемента может вызывать избыточное накопление в тканях другого, так как в этом случае задерживается синтез органических соединений.

Растительная диагностика является одним из методов агрохимии и на нее распространяются все правила агрохимических исследований, в том числе учет внешних и внутренних факторов роста растений, среди которых важное место занимают свойства почвы, погодные условия и агротехника. Их учет является **третьим правилом растительной диагностики**.

3.3.1. Отбор растительных проб для анализа

Следует подчеркнуть, что взятие растительных проб является весьма ответственным моментом в результативности диагностики питания растений и оценки доступности им почвенных ресурсов.

Сроки проведения контроля питания устанавливаются исходя из следующих положений:

1. Условия питания молодых растений во многом определяют будущий урожай. Поэтому важно проверять условия питания молодых растений.

2. Компоненты структуры урожая формируются в разные фазы, начиная с самой ранней. Поэтому чем раньше дана подкормка, тем больше возможности использования ее растением для получения высокого урожая.

3. Чтобы уточнить систему применения удобрений (в том числе состав и сроки подкормок), необходимо знать особенности питания растений по периодам их вегетации.

Основываясь на этих соображениях, контролировать питание растений следует систематически, несколько раз за лето, по фазам формирования урожая.

Всю площадь исследуемого посева (посадки) визуально делят на несколько участков в зависимости от ее размера и состояния растений. Если в посевах выделяются участки с явно угнетенными растениями, то на карте поля отмечают эти участки, выясняют, не является ли плохое состояние растений следствием энто- или фитозаболевания, местного ухудшения свойств почвы или изменения микрорельефа. Если все эти факторы не объясняют причины плохого состояния растений, то мож-

но предположить, что нарушено питание. Тогда берут пробы для растительной диагностики с участков с самыми плохими и самыми хорошими растениями, а также пробы почвы под ними.

Если по состоянию растений посев однороден, то при отборе проб следует добиваться того, чтобы образцы соответствовали среднему состоянию растений на данном участке поля или сада. С каждого выделенного массива по двум диагоналям берут растительные пробы. Они будут использованы для: а) учета прироста массы и хода образования органов (будущей структуры урожая); б) химического анализа.

Во всех случаях пробы отбирают в одни и те же часы суток, лучше утром (в 8–9 ч), чтобы избежать изменений состава растений за счет суточного режима их жизнедеятельности.

Дню взятия проб должны предшествовать 2–3 дня без дождя, так как дождь частично выщелачивает элементы питания из листьев (особенно калий), которые затем восстанавливаются в течение 20–40 часов. Не должно быть также полива дождевальными установками.

Общим требованием является унификация техники отбора, обработки и хранения проб. Если берут пробу отдельных органов, то необходимо осуществлять взятие со всех растений строго одних и тех же частей по их ярусности, возрасту, расположению на растении, отсутствию заболеваний и т. д.

Пробы в поле, саду перед отправкой их в лабораторию пакуются таким образом, чтобы избежать потери влаги. Это необходимо как для учета их сырой массы, так и для определения неорганических соединений в свежих образцах, при котором важно исключить ферментативные изменения при завядании. Желательно иметь портативные холодильные сумки для сохранения свежих проб до их доставки к месту анализа. Чтобы избежать завядания растений, все операции по подготовке их к анализам проводят быстро. Если проб много, то необходимо держать их в холодильнике и обрабатывать постепенно. При оценке полученных результатов следует иметь в виду, что состав растений с возрастом изменяется. Содержание питательных элементов к созреванию снижается.

Операции состоят в проведении биометрических учетов: высоты растений, числа побегов (листьев) на одно растение, фазы развития, сырой, а затем сухой массы с перерасчетом числа растений или органов в этой массе.

Части растений, взятые для анализа, тщательно протирают влажной

марлей от пыли, грязи и химикатов по борьбе с вредителями. Пробы делятся на образцы для валового анализа и образцы для определения минеральных форм питательных веществ.

Анализы можно проводить тут же в свежих растениях или в консервированных сухих образцах, из которых позднее готовят вытяжки.

Консервацию можно проводить любым из известных способов. Например, выдерживанием проб в термостате в течение 30–40 минут при температуре около 80–100 ° и затем досушиванием при 50–60 ° или на воздухе с избеганием прямого солнечного света и загрязнения. Для валовых анализов пробы можно не консервировать. Высушенные и измельченные образцы растений лучше хранить в банках с притертыми пробками и обязательно в сухом месте. Перед проведением химического анализа определяют влажность образца для последующего пересчета результатов на абсолютно-сухое вещество.

Выбор индикаторного органа, методика и срок отбора проб, а также использование того или иного метода анализа зависят от биологических особенностей растений, их возраста и фазы развития.

Овощные культуры. В ранние фазы развития в пробе должно быть не менее 100 целых растений с 1 га. Позднее можно брать 20–30 растений с 1 га и отдельные (индикаторные) органы не менее 50 шт. с 1 га.

Для систематического контроля в течение вегетации необходимо анализировать сравнимые части растения, например одновозрастные листья, всегда расположенные на определенном ярусе и одинаково по отношению к цветку или плоду (у цветущих и плодоносящих растений).

По мере старения всего растения лист для анализа надо брать из следующего яруса, чем обеспечивается одновозрастность листьев. Каждый раз надо отмечать, с какого яруса взята проба листьев.

Имеет значение также, находились ли листья на прямом солнечном свете или в тени, причем во всех случаях должны быть отобраны листья одинакового размещения по отношению к солнечному освещению, лучше на свету.

Для основных овощных культур (капусты, корнеплодов, томатов и огурцов) установлены и рекомендованы (табл. 3.1) наиболее подходящие сроки взятия проб и индикаторные органы для тканевой и листовой (валовой анализ) диагностики.

Таблица 3.1. Рекомендуемые части растения и сроки отбора проб на химическую диагностику потребности в азоте, фосфоре и калии овощных культур

Растения	Срок проб	Части растения на анализ	
		для тканевой диагностики	для валового анализа
Капуста (кочанная, цветная) и салат кочанный	Рассада	Черешки первых листьев, а при обилии нитратов – края листьев	Вся надземная часть
	Фаза 6 листьев	Нижняя треть стебля, черешки и главные жилки 3-го листа	3–4-е листья
	Фаза 10–12 листьев	Нижняя часть главной жилки 5–6-х листьев	7–8-е листья или их главные жилки
	Начало завязывания кочана (более 20 листьев)	Нижняя часть главной жилки взрослого здорового листа, кроющего кочан	Средний лист из верхнего яруса кроющих листьев, т. е. 3–4-е листья ниже кочана
Свекла и морковь	Розетка листьев	Черешки первых листьев, а при обилии нитратов – края листьев, в том числе молодых	Вся надземная часть
	Фаза 6 листьев	Черешки и главные жилки 3-го листа	3–4-е листья
	Начало образования корнеплода	Черешки средних хорошо развитых листьев	Средние хорошо развитые листья, либо целиком, либо отдельно черешок и пластинка
Огурцы	Рассада	Черешки первых листьев, а при обилии нитратов – края листьев, в том числе молодых	Вся надземная часть
	Фаза усиленного роста	Черешки взрослых листьев (указать ярус и положение к бутонам)	Взрослые листья (указать ярус и положение к бутонам)
	Цветение	Черешки взрослых листьев (указать положение к цветку – пестичному или тычиночному)	Взрослые листья (указать положение к цветку – пестичному или тычиночному)
	Завязывание плодов	Черешки взрослых листьев (указать положение к плоду)	Взрослые листья (указать положение к плоду)
	Созревание плодов	То же	То же
Томаты	Рассада	Стебель и черешок первого листа	Вся надземная часть
	Фаза усиленного роста	Черешки полноразвитых листьев	Полноразвитые листья
	Бутонизация и начало цветения	Черешки полноразвитых листьев (указать положение листа к соцветию)	Взрослые листья (указать положение листа к соцветию)
	Созревание плодов	Черешки полноразвитых листьев (указать положение листа к плоду и степень зрелости плода)	5-й лист сверху взрослый (указать положение его к плоду)

Полевые культуры. Количество растений, составляющих пробу с 1 га, колеблется от 50 до 100. В ранние фазы отбирают 80–100 растений с 1 га, а в более поздние – меньше.

У зерновых злаков в фазе трех листьев берут всю надземную часть, при кущении можно брать целые растения, а можно второй и третий листья, в фазе выхода в трубку – третий и четвертый, а при колошении и цветении – все зеленые вегетирующие листья.

У кукурузы в фазе 6–10 листьев для анализа используют листовые пластинки, но можно брать и целые растения, а в начале цветения (появление пестичных нитей – рылец у 75 % растений) – по два припочатковых листа без влагалищ.

В молодом возрасте в фазе 4–5 листьев (до бутонизации) у картофеля в пробу берут или всю надземную массу или ее составляют из 2–3-го листа, в момент бутонизации – всю надземную массу или 4–5-й лист, как при цветении, считая сверху по главному стеблю.

У гороха в фазах 3–6 листьев и бутонизации анализируют всю надземную часть.

Фруктовые и ягодные культуры. В связи с особенностями садовых растений взятие проб для их анализа несколько сложнее, чем у полевых культур. Выделяют следующие возрастные группы: сеянцы, дички, привитые двухлетки, саженцы, молодые и плодоносящие (начавшие плодоносить, в полном и затухающем плодоношении) деревья, а также кустарники.

У сеянцев в первый месяц их роста в пробу входит целиком все растение (40–50 шт. с 1 га) с последующим разделением его на органы – листья, стволы и корни. Во второй и последующие месяцы отбирают вполне сформировавшиеся листья, обычно первые два после самых молодых, считая от верхушки. У двухлетних дичков также берут первые два сформировавшихся листа, считая от верхушки ростового побега. У привитых двухлеток и саженцев берут, так же как и у взрослых плодоносящих растений, средние листья ростовых побегов.

Детальное изучение состава листьев разнородных яблонь, взятых с ростовых и плодоносящих побегов, показало, что в качестве индикаторного оказался лист, расположенный в нижней части средней трети продолжения скелетных ветвей, т. е. побегов прироста текущего года.

Во всех случаях средняя проба составляется из 100 листьев с черешками, отобранных с 20–25 одноименных (одного сорта, возраста, в

пределах почвенной разности) деревьев, с 5–7 побегов одного типа с каждого дерева по периферии всей кроны на высоте 1,5–2,0 м от уровня почвы. Поскольку о влиянии сторон света на состав листьев имеются противоречивые данные, то листья рекомендуется брать по всей окружности кроны.

У ягодников – крыжовника, смородины и др. – отбирают с побегов текущего прироста по 3–4 листа с 20 кустов с тем, чтобы в пробе было не менее 60–80 листьев. У земляники отбирают взрослые листья в том же количестве. Срок отбора не календарный, а приуроченный к фазе окончания интенсивного роста побегов (образование верхушечной почки). Листья отбирают приблизительно в июле – начале августа. Сроки могут не совпадать по годам и даже в пределах года по сортам. Следует подчеркнуть важность одинаковой фазы развития, а не даты в отборе проб листьев.

3.3.2. Методы химической диагностики

Химическая диагностика проводится с помощью нескольких видов анализа, значительное место среди которых занимает валовой анализ. Валовой анализ листьев получил название «листовая диагностика».

Наряду с валовыми анализами проб растений широко используется диагностирование питания сельскохозяйственных культур по содержанию растворимых минеральных соединений элементов в органах свежеснятых растений. Анализируются либо вытяжки из них, либо срезы, или выжатый сок, или пасока растений. Группа этих методов известна под названием «тканевая диагностика».

Выбор метода химической диагностики зависит от цели исследования и особенностей растения. Если требуется быстро провести контроль питания, пользуются главным образом методом тканевой диагностики. Однако у некоторых растений в надземных органах обнаруживается очень мало минеральных соединений азота (нитратов) или они отсутствуют совсем, как, например, у семечковых (яблони, груши и др.) и косточковых (вишни, сливы, персика, абрикоса и др.). В этом случае для диагностики питания необходимо использовать валовой анализ. Валовой анализ целых растений проводят и тогда, когда хотят рассчитать вынос питательных веществ урожаем или накопление их в определенные фазы развития растения для изучения динамики поступления питательных элементов.

Валовой анализ. Для валового анализа берут всю надземную часть растения или взрослые зеленые листья.

При валовых анализах (листьев или иных частей растений) используются обычные методы озоления органического вещества для определения в нем N, P, K, Ca, Mg, S и других элементов. Чаще определение ведут в двух навесках. В одной определяют азот по Кьельдалю, а в другой – остальные элементы после мокрого, полусухого или сухого озоления. При мокром озолении используют крепкую H_2SO_4 с катализаторами или смесь ее с HNO_3 , $HClO_4$ либо H_2O_2 . При сухом озолении необходим тщательный контроль за температурой, так как при сжигании в условиях свыше $500\text{ }^\circ\text{C}$ могут быть потери P, S, B и других элементов. При определении общего азота хорошо использовать сжигание с фенолсерной кислотой для учета нитратов в сумме общего азота.

Применяется также метод кислотного озоления растительного материала для определения в нем одновременно нескольких элементов, основанный на использовании смеси H_2SO_4 (плотность 1,84) и $HClO_4$ (60 %) в отношении 10:1, причем смесь предварительно готовится на всю партию анализируемого материала.

Определение содержания каждого элемента в озоленной тем или иным способом пробе проводится разнообразными методами: колориметрическим, комплексонометрическим, спектрофотометрическим, с помощью автоанализаторов и др.

Экспресс-методы. Самыми быстрыми методами (экспресс-методами) анализов растений являются качественно-количественные или полуколичественные определения содержания в растениях питательных веществ по реакциям, проводимым на срезах свежих растений или в капле сока, выжатого из черешка листа или стебля растения. В этом случае определяют минеральные формы питательных веществ, т. е. резервы питания, еще не использованные растением на построение сложных соединений. Следовательно, это будут те формы веществ, которые полнее всего могут дать ответы на вопросы о доступности растениям питательных веществ почвы и удобрений в данный момент и о запасах в растении этих веществ, необходимых для получения высокого урожая.

Основные преимущества разбираемых методов – их быстрота и простота выполнения (более 100 анализов в день) – дают возможность проводить массовые определения иногда прямо в поле или саду. В связи с этим предложены переносные лаборатории для диагностики питания растений.

При использовании этих методов следует учитывать факторы, которые могут усилить или ослабить способность растения быстро синтезировать сложные органические соединения и тем самым повлиять в ту или другую сторону на запас минеральных форм питательных веществ. Известно, например, что недостаток фосфора затормаживает использование нитратов на синтез азотсодержащих органических соединений, в результате чего может образоваться избыток нитратов в тканях.

Под влиянием засухи происходит замедление поступления питательных веществ из почвы в растение, что приводит к уменьшению их запасов в растениях. Похолодание, недостаток солнечного света и другие условия, затрудняющие фотосинтез и тормозящие рост, приводят, наоборот, к накоплению в тканях минеральных соединений питательных веществ. Таким образом, при проведении данного типа анализов даже в большей мере, чем при других, необходимо учитывать: 1) срок взятия пробы, а также фазу развития растения; 2) отклонение условий погоды от среднесезонных показателей; 3) внешний вид (наличие признаков недостатка питания) и массу растения или его органов. При этом условия агротехники и системы удобрения должны быть общепринятыми и не отклоняться от нормы, а растения не должны быть поражены грибными и бактериальными заболеваниями.

3.4. Почвенно-растительная диагностика азотного питания зерновых культур

Методика почвенно-растительной диагностики азотного питания зерновых культур разработана Н. Н. Семененко, А. З. Денисовой, А. Г. Корзун и др. В соответствии с методикой почвенная диагностика состоит в определении запаса усвояемого азота (суммы минеральных и легкогидролизующихся соединений азота) или минерального в слое 0–40 см (0,2 КОН вытяжка). Для растительной диагностики используются экспресс-анализ с индикатором «Индам» или лабораторные методы определения нитратного или общего азота.

Минеральная часть азотного фонда почвы представлена водорастворимыми соединениями аммония, нитратами, отчасти нитритами, а также обменно-поглощенным аммонием и фиксированным аммонием (поглощенным необменно, вошедшим в кристаллическую решетку глинистых минералов). На долю минеральных форм азота приходится

лишь 1,5 % от общего содержания азота в почве. Однако растения в первую очередь усваивают минеральный азот, представленный нитратами, водорастворимым и обменно-поглощенным аммонием и нитридами.

Для диагностики обеспеченности почв азотом и расчета потребности сельскохозяйственных культур в азотных удобрениях в республике наибольшее распространение получило определение минерального ($N-NO_3 + N-NH_4$) и усвояемого азота (сумма минеральных и легкогидролизующихся органических соединений).

Определив содержание в почве усвояемого или минерального азота, рассчитывают запас азота (А) в слое 0–40 см, кг/га, по формуле

$$A = (C_1 n_1 a_1 + C_2 n_2 a_2) 0,1,$$

где C_1, C_2 – содержание азота в пахотном и подпахотном горизонтах, мг/кг;

n_1, n_2 – мощность пахотного и подпахотного горизонта, см;

a_1, a_2 – плотность почвы пахотного и подпахотного слоев, г/см³.

Мощность пахотного и подпахотного слоев измеряется при отборе почвенного образца. Средняя плотность пахотного и подпахотного слоев измеряется при отборе почвенного образца. Средняя плотность пахотного и подпахотного слоев почвы разного грансостава, полученная на основании обобщения многочисленных результатов исследований, приведена в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Плотность почвы пахотного и подпахотного слоев

Гранулометрический состав почвы	Плотность сложения почвы, г/см ³ (т/м ³)	
	Пахотный слой	Подпахотный слой
Суглинки	1,2	1,4
Супеси связные	1,3	1,5
Супеси рыхлые и пески связные	1,4	1,6
Пески рыхлые	1,5	1,7

Дозы азота для основного внесения под яровые и озимые зерновые в зависимости от обеспеченности почв азотом приведены в табл. 3.3, для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур – в табл. 3.4.

Таблица 3.3. Дозы азотных удобрений для основного внесения под яровые и озимые зерновые культуры, кг/га д. в.

Обеспеченность почв азотом	Суглинистые почвы	Песчаные и супесчаные на песках
Яровые		
Менее 120	50–60	40–50
120–200	30–40	20–30
201–300	20–30	–
Более 300	Не вносят	–
Озимые		
Менее 120	45–60*	30
120–200	30–40	–
Более 200	Не вносят	–

* Более высокие дозы азота применяют под пшеницу.

Необходимость в более поздних подкормках зерновых устанавливается по данным растительной диагностики. Ее проводят в фазах кушения, выхода в трубку, колошения.

Таблица 3.4. Дозы азотных удобрений для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур

Содержание азота в почве, кг/га		Дозы азота, кг/га*	
усвояемого	$N-NO_3 + N-NH_4$	Озимая рожь	Озимая пшеница
Менее 120	Менее 60	50–60	60–70
120–200	60–100	30–40	40–50
201–300	101–150	20–30	30–40
Более 300	Более 150	–	0–20

*Большие дозы применяют при густоте побегов менее 800 шт/м² озимой ржи и менее 900 – озимой пшеницы, при длительной холодной погоде (среднесуточная температура менее 10 °С).

Чтобы определить дозы азотных удобрений для ранневесенней подкормки озимых зерновых культур, почвенные образцы на содержание усвояемого азота отбирают в третьей декаде октября – первой декаде ноября, на содержание минерального азота – весной. Для уточнения доз азотных удобрений в основное внесение под яровые зерновые культуры почвенные образцы на суглинистых и супесчаных почвах отбирают в третьей декаде октября – первой декаде ноября, на песчаных – весной после схода снега и подсыхания почвы (чтобы в ней не было избыточной влаги).

Пробы почвы отбирают буром в слое 0–40 см преимущественно диагональным способом отдельно для пахотного и подпахотного горизонтов.

Методика отбора проб. Пробы почвы анализируют в состоянии естественной влажности, но не более чем через 5 часов после их отбора, или доводят до воздушно-сухого состояния путем высушивания при температуре до 40 °С. Допускается хранение проб в состоянии естественной влажности не более двух суток при температуре 1–5 °С, после чего они должны быть проанализированы или высушены.

Пробу почвы в воздушно-сухом состоянии берут на анализ из коробки шпателем или ложкой, предварительно перемешав почву на всю глубину коробки. Из пакетов пробу высыпают на ровную поверхность, тщательно перемешивают, распределяют слоем не более 1 см и отбирают не менее чем из пяти точек.

Пробы в состоянии естественной влажности тщательно перемешивают, распределяют слоем толщиной не более 1 см на ровной поверхности и отбирают не менее чем из десяти точек пробы для анализа.

3.4.1. Ионметрический экспресс-метод определения нитратного азота

Принцип метода. Сущность метода заключается в извлечении нитратов 1%-ным раствором алюмокалиевых квасцов или 0,05%-ным раствором K_2SO_4 при соотношении почвы к раствору 1:2,5 и последующем определении нитратов в вытяжке с помощью ионоселективного электрода. Метод используется для определения нитратов во всех почвах, кроме засоленных, в которых массовая доля иона хлорида в 50 раз и более превышает массовую долю нитратов.

Ход анализа. Пробу сухой почвы, просеянную через сито с отверстиями 1–2 мм, или сырой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 5 мм, массой 20 г помещают в банки или конические колбы вместимостью 100 см³, добавляют 50 см³ 1%-ного раствора алюмокалиевых квасцов или 0,05%-ного раствора сернокислого калия и перемешивают в течение 3 минут. В полученной суспензии нитратным ионоселективным электродом измеряют активность иона нитрата. При определении нитратов в почве с естественной влажностью одновременно отбирают навеску массой 5–10 г для определения влажности почвы.

Измерение активности иона нитрата в пробе можно проводить в pNO_3 или делать замеры в милливольтгах (мВ).

$$pNO_3 = -\lg aNO_3^-,$$

где aNO_3^- – активность нитратного иона.

Следует помнить, что понятия «активность» и «концентрация иона» не тождественны, хотя и тесно связаны.

$$a = c \cdot f,$$

где a – активность иона;

c – концентрация иона;

f – средний коэффициент активности.

В бесконечно разбавленных растворах, когда концентрация стремится к нулю, $f = 1$, $a = c$.

Таким образом, мы определяем не концентрацию иона, а его активность. На практике этим моментом обычно пренебрегают. В целом ионоселективный метод является достаточно точным и благодаря использованию несложного оборудования и быстрой выполнения анализов получил широкое распространение в агрохимических исследованиях.

Порядок работы на иономере ЭВ-74. На практике чаще всего определение активности нитратного иона проводят в милливольттах (мВ). В этом случае нитратный электрод (для любых милливольтметров) подключают к гнезду «Изм», а хлорсеребряный вспомогательный электрод – к гнезду «Всп». До работы и в промежутках между определениями на приборе мембранный нитратный электрод ЭМ-NO₃-01 помещают в 0,1 М раствор KNO₃. Вспомогательный хлорсеребряный электрод в промежутках между работой хранят в воде. Перед началом работы оба электрода на 10 минут помещают в дистиллированную воду.

Порядок работы при определении активности нитрат-ионов следующий. Перед включением иономера ЭВ-74 в сеть переключатели прибора устанавливаются в положение «t°» и «-1÷19», после чего прибор включают в сеть и прогревают в течение 30 минут. При измерении активности NO₃ измерительный и вспомогательный электроды промывают дистиллированной водой, просушивают фильтровальной бумагой и погружают в раствор с исследуемым или образцовым раствором. Электроды не должны касаться стенок стаканчика.

Для измерения активности иона нитрата в милливольттах нажимают клавишу «mV», включают диапазон измерения pH = -1÷4, делают отсчет по средней шкале с оцифровкой «-1÷4» и отсчет умножают на 100 мВ. После снятия отсчета (его производят после установления стабильного положения стрелки на шкале) необходимо нажать на клави-

шу «t°». При погружении электродов в стаканчик со следующим раствором нажимают клавишу «mV», снимают отсчет и т. д. После окончания работы нажимают клавиши «t°» и «-1÷19» и отключают прибор от сети.

Для нахождения активности ионов нитрата в пробах используют калибровочный график, построенный на миллиметровой бумаге. На оси абсцисс откладывают величины pNO₃, соответствующие стандартным растворам азотнокислого калия в молях: 2pNO₃ – 10⁻² М KNO₃, 3pNO₃ – 10⁻³ М KNO₃, 4pNO₃ – 10⁻⁴ М KNO₃, на оси ординат – ЭДС, мВ.

Следует помнить, что если при измерении стандартных растворов разность показаний на приборе между двумя растворами меньше 48–50 мВ, то электрод находится в нерабочем состоянии. Электрод имеет линейную функцию в диапазоне pNO₃ – 1÷4 с наклоном (56 ± 3) мВ на единицу pNO₃. Найдя по графику значение pNO₃ для исследуемой пробы, делают расчет содержания N–NO₃ в пробе.

При изменении активности иона нитрата в величинах pNO₃ включают клавишу «Анионы/катионы» и клавишу диапазона измерения pH = -1÷4, настраивают прибор по двум стандартным растворам: pNO₃ = 4pNO₃ – 10⁻⁴ М KNO₃ – с помощью резистора «Калибровка», pNO₃ = 2pNO₃ – 10⁻² М KNO₃ – резистором «Температура раствора». Когда измеряют величину pNO₃, то нажимают клавишу «pX», при отключении цепи – клавишу «t°». На стекле шкалы делают надписи восковым карандашом слева направо 4, 3, 2, 1 pNO₃ соответственно цифрам 0, 1, 2, 3 средней шкалы прибора.

Вычисление результатов. Содержание нитратного азота в почве вычисляют по формуле

$$N - NO_3 = 10^{-pNO_3} \cdot 14 \frac{V}{m} \cdot 10^3,$$

где 14 – атомная масса азота, г;

V – объем экстрагирующего раствора, см³;

m – масса пробы почвы, г;

pNO₃ – отрицательный логарифм концентрации нитрат-ионов.

Преобразование формулы позволило упростить расчеты. При соотношении почвы и раствора 1:2,5 содержание N–NO₃ мг/кг почвы = Antilog (4,54 – pNO₃).

При анализе проб в состоянии естественной влажности результат анализа пересчитывают на сухое вещество, умножая на коэффициенты K₁ и K₂, учитывающие массовую долю влаги в почве и увеличение

объема экстрагирующего раствора, взаимодействующего с анализируемой пробой, за счет содержащейся в почве влаги, которые вычисляют по следующим формулам:

$$K_1 = \frac{100}{100 - W};$$

$$K_2 = \frac{100}{100 - \frac{W}{2,5}} \quad \text{или} \quad K_2 = \frac{250}{250 - W},$$

где W – массовая доля влаги в анализируемой почве, %;

2,5 – соотношение массы пробы почвы и объема экстрагирующего раствора.

Массовую долю азота нитратов в пересчете на сухую почву (X_1) вычисляют по формуле

$$X_1 = XK_1K_2,$$

где X – массовая доля азота нитратов во влажной почве, мг/кг.

Содержание нитратного азота можно определить также по табл. 3.5.

Таблица 3.5. Вспомогательная таблица по расчету азота нитратов (мг/кг почвы) при соотношении почвы и раствора 1:2,5 на основе формулы $N-NO_3$ мг/кг = Antilog (4,54 – рNO₃)

рNO ₃	мг/кг	рNO ₃	мг/кг	рNO ₃	мг/кг	рNO ₃	мг/кг	рNO ₃	мг/кг	рNO ₃	мг/кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2,55	97,7	2,61	85,1	2,67	74,1	2,73	64,6	2,79	56,2	2,85	49,0
2,56	95,5	2,62	83,2	2,68	72,4	2,74	63,1	2,80	55,0	2,86	47,9
2,57	93,3	2,63	81,2	2,69	70,8	2,75	61,7	2,81	53,7	2,87	46,8
2,58	91,2	2,64	79,4	2,70	69,2	2,76	60,3	2,82	52,5	2,88	45,7
2,59	89,1	2,65	77,6	2,71	67,6	2,77	58,9	2,83	51,3	2,89	44,7
2,60	87,1	2,66	75,9	2,72	66,1	2,78	57,5	2,84	50,1	2,9	43,6
2,91	42,7	3,15	24,6	–	–	3,63	8,1	3,88	4,6	4,13	2,6
2,92	41,7	3,16	24,0	3,39	14,1	3,64	7,9	3,89	4,5	4,14	2,5
2,93	40,7	3,17	23,4	3,40	13,8	3,65	7,8	3,90	4,4	4,15	2,5
2,94	39,8	3,18	22,9	3,41	13,5	3,66	7,6	3,91	4,3	4,16	2,4
2,95	38,9	3,19	22,4	3,42	13,2	3,67	7,4	3,92	4,2	4,17	2,3
2,96	38,0	3,20	21,9	3,43	12,9	3,68	7,2	3,93	4,1	4,18	2,3
2,97	37,2	3,21	21,4	3,44	12,6	3,69	7,1	3,94	4,0	4,19	2,2
2,98	36,2	3,22	20,9	3,45	12,3	3,70	6,9	3,95	3,9	4,20	2,2
2,99	35,5	3,23	20,4	3,46	12,0	3,71	6,8	3,96	3,8	4,21	2,1
3,00	34,7	3,24	20,0	3,47	11,8	3,72	6,6	3,97	3,7	4,22	2,1
3,01	33,9	3,25	19,5	3,48	11,5	3,73	6,5	3,98	3,6	4,23	2,0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3,02	33,1	3,26	19,1	3,49	11,2	3,74	6,3	3,99	3,5	4,24	2,0
3,03	32,4	3,27	18,6	3,50	11,0	3,75	6,2	4,00	3,5	4,25	1,9
3,04	31,6	3,28	18,2	3,51	10,7	3,76	6,0	4,01	3,4	4,26	1,9
3,05	30,9	3,29	17,8	3,52	10,5	3,77	5,9	4,02	3,3	4,27	1,9
3,06	30,2	3,30	17,4	3,53	10,2	3,78	5,8	4,03	3,2	4,28	1,8
3,07	29,5	3,31	17,0	3,54	10,0	3,79	5,6	4,04	3,2	4,29	1,8
3,08	28,8	3,32	16,6	3,55	9,8	3,80	5,5	4,05	3,1	4,30	1,7
3,09	28,2	3,33	16,2	3,56	9,6	3,81	5,4	4,06	3,0	–	–
3,10	27,5	3,34	15,9	3,57	9,3	3,82	5,2	4,07	3,0	–	–
3,11	26,9	3,35	15,5	3,58	9,1	3,83	5,1	4,08	2,9	–	–
–	–	3,36	15,1	3,59	8,9	3,84	5,0	4,09	2,8	–	–
3,12	26,3	3,37	14,8	3,60	8,7	3,85	4,9	4,10	2,8	–	–
3,13	25,7	3,38	14,5	3,61	8,5	3,86	4,8	4,11	2,7	–	–
3,14	25,1	–	–	3,62	8,3	3,87	4,7	4,12	2,6	–	–

Аппаратура и реактивы: 1. Иономер ЭВ-74 или иономер другой марки.

2. Электрод нитратный ионоселективный типа ЭПМ-1, ЭПМ-11, ЭМ-NO₃-01 или электрод, имеющий такие же технические и метрологические характеристики. Перед работой электрод ЭМ-NO₃-01 заполняют 0,1 М раствором KNO₃ (1,5 см³) и 0,005 М раствором KCl. Электрод в течение 24 часов выдерживают в 0,1 М растворе KNO₃. Необходимо следить за уровнем растворов в измерительном и вспомогательном электродах, он должен быть постоянным.

В нерабочее время нитратный мембранный электрод хранят в растворе 10⁻³ М KNO₃, а электрод сравнения – в дистиллированной воде.

3. Алюмокалиевые квасцы Al₂ (SO₄)₃ · K₂SO₄ · 24H₂O, ч. д. а. Алюмокалиевые квасцы массой 10 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1000 см³.

4. Стандартные растворы. 0,1 М раствор KNO₃ : 10,11 г калия азотнокислого перекристаллизованного, высушенного при температуре 100–105 °С до постоянной массы, взвешивают с погрешностью не более 0,01 г, растворяют в 1%-ном растворе алюмокалиевых квасцов в мерной колбе вместимостью 1000 см³ и доводят объем раствора до метки. Из этого раствора последовательным десятикратным разбавлением экстрагирующим раствором готовят стандартные растворы KNO₃ с концентрацией 0,01 М, 0,001 М, 0,0001 М. Полученные стандартные растворы используют для построения калибровочного графика.

3.4.2. Определение аммонийного азота методом индофеноловой зелени

Принцип метода. Метод основан на вытеснении катионов аммония из почвы 1 М раствором KCl при соотношении почва : раствор – 1:2,5 с последующим фотоколориметрическим определением аммония в виде окрашенного индофенольного соединения, образующегося в щелочной среде при взаимодействии аммония с гипохлоритом и салицилатом натрия.

Образовавшееся соединение имеет голубую окраску, а добавляемые реактивы желтого цвета, и в результате раствор приобретает зеленую окраску. В качестве катализатора используют нитропруссид натрия. Содержание азота определяют на фотоэлектроколориметре или спектрофотометре по интенсивности окраски (табл. 3.6).

Таблица 3.6. Шкала для определения N-NH₄ фотоколориметрическим методом

Показатель	Номер колбы (раствора сравнения)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем исходного образцового раствора, см ³	0	5	10	20	30	40	50	60
Содержание N-NH ₄ , мг/50 см ³ (шкала растворов сравнения)	0	0,005	0,010	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060
Содержание N-NH ₄ , мг/кг почвы	0	5	10	20	30	40	50	60

Ход анализа. Навеску почвы массой 30 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г, помещают в коническую колбу на 150 см³ и добавляют пипеткой или мерным цилиндром 75 см³ 1 М раствора хлористого калия (реактив 1).

Содержание колбы перемешивают в течение 1 минуты и оставляют на 18–20 часов. Затем суспензию вновь перемешивают и фильтруют. Пипеткой отбирают 2,5 см³ фильтрата в коническую колбу вместимостью 100 см³, добавляют 45 см³ рабочего окрашивающего реактива (реактив 2) и 2,5 см³ рабочего раствора гипохлорита натрия (реактив 4), смесь перемешивают и оставляют на 1 час для развития окраски. Окрашенные растворы фотоколориметрируют в кювете толщиной в 1 см при длине волны 655 нм (красный светофильтр).

Фотометрирование заканчивают не позднее чем через 2,5 часа после прибавления рабочего раствора гипохлорита натрия.

Приготовление рабочей шкалы растворов сравнения. Вначале

готовят исходный образцовый раствор. Берут 0,382 г хлористого аммония (NH₄Cl, х. ч.) с точностью до 0,0012 г, растворяют в растворе 1 М KCl и доводят объем этим же раствором до метки в мерной колбе вместимостью 1 дм³. Полученный раствор содержит 0,1 мг N–NH₄ в 1 см³. Затем в 8 мерных колб вместимостью 250 см³ наливают бюреткой или пипеткой исходный образцовый раствор в количестве, указанном в табл. 3.6, и доводят объемы до метки раствором 1 М KCl.

Вычисление результатов. Содержание азота (мг/кг почвы) находят по калибровочному графику, построенному по шкале образцовых растворов (см. табл. 3.6), или по формуле, когда при анализе используют другие разведения:

$$N - NH_4 = \frac{aV \cdot 1000}{V_1 m},$$

где *a* – содержание азота по градуировочному графику, мг;

V – общий объем вытяжки, см³;

1000 – коэффициент пересчета на 1 кг почвы;

*V*₁ – объем вытяжки для колориметрирования, см³;

m – масса почвы, г.

Градуировочный график строят по рабочей шкале растворов сравнения. Для этого из каждой колбы приготовленной шкалы образцовых растворов (табл. 3.6) отбирают пипеткой по 2,5 см³ раствора и производят окрашивание так же, как это описано для почвенных вытяжек. По результатам фотоколориметрирования строят градуировочный график.

Реактивы: 1. *Раствор хлористого калия* концентрации 1 моль/дм³ (KCl, х. ч. или ч. д. а.).

2. *Запасной окрашивающий раствор.* 56,7 г салициловокислого натрия (C₇H₆O₃Na₂ · 2H₂O, х. ч.), 16,7 г сегетовой соли (C₄O₆H₄K × Na · 4H₂O, х. ч.) и 26,7 г гидроксида натрия (NaOH, ч. д. а.) растворяют в 600–700 см³ дистиллированной воды в химическом стакане и кипятят раствор 20 минут для удаления аммония. После охлаждения раствора в него добавляют 0,4 г нитропруссид натрия (ч. д. а. или ч.), переносят в мерную колбу вместимостью 1000 см³ и доводят объем до метки. Реактив хорошо хранится в темной склянке (в холодильнике) в течение нескольких месяцев.

Рабочий окрашивающий раствор. В мерную колбу вместимостью 1000 см³ берут 125 см³ запасного окрашивающего раствора и 125 см³ 2 М раствора гидроксида натрия, добавляют 2 г трилона Б и объем

доводят до метки дистиллированной водой. Смесь взбалтывают до полного растворения трилона Б.

3. *Запасной раствор гипохлорита натрия (NaOCl)*. В стакан вместимостью 500 см³ вносят 150 г хлорной извести и перемешивают с 250 см³ дистиллированной воды. В другом стакане в таком же объеме воды растворяют 150 г углекислого натрия (Na₂CO₃, безводный, х. ч. или ч. д. а.). После этого растворы сливают при постоянном перемешивании. Полученную суспензию оставляют на 1–2 суток, а затем отфильтровывают. Полученный раствор имеет концентрацию активного хлора около 6–10 % и может храниться в темной склянке до года.

В реактиве перед его использованием определяют концентрацию активного хлора. Для этого берут 1 см³ реактива, разбавляют в конической колбе вместимостью 100 см³ дистиллированной водой до 40–50 см³, прибавляют 2 г калия йодистого и 10 см³ раствора HCl концентрации 1 моль/дм³. Образовавшийся йод оттитровывают раствором серноватистокислорого натрия концентрации 0,1 моль/дм³ (приготовленного из стандарт-титра 0,1 н.) до исчезновения желтой окраски; 1 см³ раствора Na₂S₂O₃ · 5H₂O соответствует 0,00355 г (3,55 мг/см³) хлора.

Массовую долю активного хлора (x, %) в запасном растворе гипохлорита натрия вычисляют по формуле

$$x = 0,00355 \cdot V \cdot 100,$$

где V – объем раствора серноватистокислорого натрия, пошедшего на титрование, см³.

4. *Рабочий раствор гипохлорита натрия*: запасной раствор гипохлорита натрия разводят дистиллированной водой до 0,125 %. Раствор готовят и используют в день проведения анализа.

5. *Кислота соляная*, плотность 1,19 г/см³, х. ч. или ч. д. а.

6. *Известь хлорная техническая*.

3.4.3. Определение усвояемого азота

Принцип метода. Метод был разработан в РНДУП «Институт почвоведения и агрохимии» Н. Н. Семеновко с соавторами для дерново-подзолистых почв.

Под *усвояемым азотом* понимается сумма минеральных и легкогидролизующихся органических соединений азота, которая может быть усвоена растениями в течение вегетационного периода.

Сущность метода заключается в обработке почвы 0,2 М раствором KOH с последующим определением суммы азота минеральных и гид-

ролизуемых органических соединений. Азот в аммонийной форме определяют по степени окрашенности индофенольного соединения, которое образуется при взаимодействии аммония с салициловокислым натрием и гипохлоритом натрия. Максимум поглощения при фотометрировании – 655 нм (красный светофильтр).

Ход анализа. Пробу на анализ отбирают шпателем или ложкой, предварительно тщательно перемешав почву на всю глубину коробки. Навеску воздушно-сухой почвы массой 5 г, взвешенную с погрешностью не более 0,1 г, переносят в конические колбы вместимостью 100 см³. К навескам приливают по 50 см³ 0,2 М КОН, добавляют около 0,5 г тонко растертого сплава Дебарда и 4–5 капель минерального масла. Почву с раствором взбалтывают 3 минуты и оставляют стоять на (18 ± 0,5) ч в термостате при температуре (27 ± 1) °С.

По истечении указанного времени в колбы добавляют по 5 см³ 15%-ного раствора сернокислого алюминия в 1 М Н₂SO₄. Содержание колбы перемешивают и оставляют стоять на 15–20 минут. Затем суспензию фильтруют через бумажные фильтры, проверенные на присутствие аммония. Одновременно проводят двукратное холостое определение.

Для построения графика готовят шкалу образцовых растворов. Для этого в мерные колбы вместимостью 250 см³ помещают из бюретки указанные в табл. 3.7 объемы исходного образцового раствора (реактив 3). Объемы растворов доводят до метки 0,2 М раствором КОН и тщательно перемешивают.

Таблица 3.7. Объемы исходных растворов для приготовления растворов сравнения

Показатель	Номер колбы сравнения									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Исходный образцовый раствор, см ³	0	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0	20,0	25,0	
Концентрация азота в 250 см ³ , мг	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	
Концентрация азота в пересчете на почву, мг/кг	0	11	22	33	44	55	66	88	110	

Из полученной вытяжки и растворов сравнения отбирают пипеткой или дозатором по 5 см³ и переносят в бытовые банки или другие емкости. Добавляют к ним 43 см³ рабочего окрашивающего раствора (реактив 5) и по 2 см³ 0,2%-ного раствора гипохлорита натрия (реактив 7). После каждого добавления реагентов растворы перемешивают.

Окрашенные растворы фотоколориметрируют не ранее чем через 1 час и не позднее чем через 2,5 часа после добавления гипохлорита натрия в кювету с толщиной просвечивающего слоя 10 мм при 655 нм (красный светофильтр). Температура в помещении, в котором проводят анализы, должна быть не ниже 18°C.

Содержание азота в почвах находят по градуировочному графику, построенному по результатам фотоколориметрирования растворов сравнения. На оси абсцисс откладывают содержание азота в миллиграммах на килограмм почвы, а на оси ординат – оптические плотности.

Допустимые отклонения от среднего арифметического при повторных анализах проб составляют не более 15 %.

Реактивы: 1. *0,2 М раствор КОН.* 11,2 г КОН (ч. д. а.) растворяют в 1000 см³ дистиллированной воды. Молярность раствора проверяют по 0,1 М HCl (фиксанал). Допускается использование раствора с концентрацией КОН от 0,19 до 0,21 моль/дм³.

2. *Масло минеральное.*

3. *Исходный образцовый раствор.* 0,471 г NH₄Cl, перекристаллизованного и высушенного при температуре 100–105 °С до постоянной массы, взвешивают с погрешностью 0,01 г, растворяют в 1000 см³ 0,2 М КОН. Полученный раствор используют для приготовления растворов сравнения. В 1 см³ раствора содержится 0,1 мг аммонийного азота.

4. *Запасной окрашивающий раствор.* 56,7 г салицилата натрия, 16,7 г калий-натрий виннокислого и 26,7 г NaOH растворяют примерно в 700 см³ дистиллированной воды и кипятят 20 минут для удаления аммония. После охлаждения в раствор добавляют 0,4 г нитропруссиды натрия и доводят дистиллированной водой до 1000 см³. Реактив можно хранить в темной склянке в холодильнике в течение двух месяцев.

5. *Рабочий окрашивающий раствор.* В день проведения анализа 1 объем запасного окрашивающего раствора разбавляют 7,6 объемами дистиллированной воды и прибавляют трилон Б из расчета 1 г на 1 дм³ раствора.

6. *Запасной раствор гипохлорита натрия.* В стакане вместимостью 500 см³ перемешивают 150 г хлорной извести с 255 см³ дистиллированной воды; в стакане с 255 см³ дистиллированной воды растворяют 105 г углекислого натрия. Оба раствора сливают при постоянном перемешивании. Масса сначала густеет, затем разжижается. Полученную суспензию оставляют на 1–2 суток для отстаивания, затем прозрачную

надосадочную жидкость сливают, отфильтровывают и используют для работы. Полученный реактив обычно имеет концентрацию активного хлора 4–8 % и хранится в склянке из темного стекла в холодильнике до года.

В полученном реактиве определяют концентрацию активного хлора. Для этого к 1 см³ реактива добавляют 40–50 см³ дистиллированной воды, 2 г йодистого калия и 10 см³ 1 М НСl. Образовавшийся йод оттитровывают 0,1 М раствором серноватистокислого натрия до исчезновения вишневого окраски (1 см³ раствора серноватистокислого натрия соответствует 0,00355 г хлора). Массовую долю хлора вычисляют по формуле

$$X = 0,00355 \cdot V \cdot 100,$$

где V – объем раствора серноватистокислого натрия, пошедшего на титрование, см³.

Пример расчета. Для титрования 1 см³ раствора гипохлорита натрия израсходовано 20 см³ 0,1 М раствора серноватистокислого натрия. Содержание активного хлора в 1 см³ приготовленного раствора равно: $0,00355 \text{ г} \cdot 20 = 0,071 \text{ г хлора}$, т. е. концентрация раствора по $Cl = 7,1 \%$.

7. *Рабочий раствор гипохлорита натрия.* (В день проведения анализа запасной раствор гипохлорита натрия разбавляют дистиллированной водой до концентрации 0,2 %.) В данном примере для получения 100 см³ 0,2%-ного раствора гипохлорита натрия следует взять 2,80 см³ запасного раствора:

$$x = \frac{0,2 \cdot 100}{7,1} = 2,8 \text{ см}^3.$$

8. *15%-ный раствор сернокислого алюминия в 1 М Н₂SO₄.* 28 см³ Н₂SO₄, плотность 1,84, растворяют в дистиллированной воде, добавляют 150 г сернокислого алюминия и общий объем раствора доводят до 1000 см³. Растворение производят при подогревании. Раствор хранят до 1 месяца.

9. *Алюминий сернокислый*, ч.

10. *Калий йодистый*, х. ч.

11. *Натрий серноватистокислый, 5-водный (фиксанал)*, ч. д. а.

12. *Сплав Дебарда тонко растертый*, ч. д. а.

13. *Аммоний сернокислый*, х. ч.

14. *NaOH*, х. ч.

15. *Натрия нитропруссид*, ч. д. а.

16. *Калий-натрий виннокислый*, ч. д. а.

17. *Известь хлорная техническая.*
18. *Натрий углекислый безводный, х. ч.*
19. *Трилон Б.*

3.5. Растительная диагностика азотного питания зерновых культур

Методика растительной диагностики азотного питания зерновых разработана Н. Н. Семененко, А. З. Денисовой, А. Г. Корзун и др.

Растительная (тканевая и листовая) диагностика азотного питания зерновых основана на зависимости между уровнем азотного питания растений и накоплением ими азотистых веществ. В фазе кушения – начала выхода в трубку диагностическим показателем может быть содержание общего азота и нитратной его формы. При диагностике в фазе последнего листа более достоверным показателем является содержание общего азота в листьях. В фазе колошения проводят только листовую диагностику.

Растительные пробы для проведения диагностики отбирают с 8 до 12 часов. День-два до диагностики не должно быть осадков. Один смешанный образец отбирают с площади до 50 га. Если рельеф поля неровный, то с низких и высоких мест образцы растений отбирают отдельно.

При использовании индикатора «Индам» по диагоналям поля через равные отрезки в десяти местах отбирают по одному типичному стеблю. В фазе конец кушения – начала выхода в трубку стебель срезают поперек под первым от земли узлом, в фазе последнего листа – под последним. Стебель выше среза сдавливают пальцами. Когда появится сок, срез на 3–5 секунд прикладывают к диску индикаторной бумаги «Индам». Через 1–2 минуты сравнивают окраску индикатора с оценочной шкалой. Если бумага не изменила цвет или стала бледно-розовой, уровень содержания азота в растениях оценивается одним баллом, при розовой окраске – двумя, при интенсивно-розовой, малиновой – тремя баллами. По средневзвешенному баллу поля определяют уровень обеспеченности азотом и устанавливают дозы подкормки азотными удобрениями (табл. 3.8).

Таблица 3.8. Дозы азотных удобрений для подкормки зерновых культур в зависимости от уровня азотного питания, кг/га д. в.

Культуры	Конец кушения – начало стеблевания		Средина стеблевания (2 узла)		Раскрытие последнего листа	
	Балл (по «Индам»)	Доза	Балл (по «Индам»)	Доза	Балл (по «Индам»)	Доза
Озимая пшеница	Менее 1,3	50–60	Менее 1,3	40–50	Менее 1,2	40
	1,4–2,0	40–50	1,4–1,8	30–40	1,2–1,6	30
	2,1–2,7	30–40	1,9–2,5	0–20	1,7–2,1	20
	Более 2,7	–	Более 2,5	–	Более 2,1	–
Озимая рожь	Менее 1,3	40–50	Менее 1,3	30–40	Менее 1,2	40
	1,4–2,0	30–40	1,4–1,8	20–30	1,2–1,6	30
	2,1–2,7	20–30	1,9–2,5	0–20	1,7–2,1	20
	Более 2,7	–	Более 2,5	–	Более 2,1	–
Яровые зерновые	Менее 1,3	40–50*	Менее 1,3	40	Менее 1,2	40
	1,4–2,0	30–40	1,4–1,8	30	1,2–1,6	30
	2,1–2,7	20–30	1,9–2,5	20	1,7–2,1	20
	Более 2,7	–	Более 2,5	–	Более 2,1	–

*Более высокие дозы азота для яровой пшеницы.

Для тканевой диагностики в фазе кушения – начала стеблевания используют часть стебля длиной 5–7 см над первым от земли узлом, в фазе стеблевания – над вторым узлом и в фазе последнего листа – над последним от земли узлом. При проведении листовой диагностики в первый срок используются третий и четвертый листья снизу, во второй и третий срок – второй и третий листья сверху и в фазе колошения – первый и второй листья сверху. Индикаторные органы отбирают на центральных стеблях 50–70 растений в десяти местах по диагонали поля через равные промежутки. Один смешанный образец готовят с площади со сравнительно однородным рельефом до 50 га. Для листовой диагностики образцы сушат на воздухе в тени или в термостате при 60–80 °С.

Содержание в растениях нитратного азота определяют в сухих или свежих образцах. В последнем случае пробы вначале фиксируют в термостате при температуре 90–100 °С в течение 40 минут, а затем досушивают при 60–80 °С в термостате или на воздухе.

Растительные образцы измельчают и общий азот определяют фотометрически по методу ЦИНАО или методом инфракрасной спектроскопии, нитратный – с применением ионометрии. По уровню содержания нитратного или общего азота определяют, нуждаются ли посевы зерновых на каждом поле в подкормке (табл. 3.9).

Таблица 3.9. Содержание азота в растениях и дозы азотных удобрений для подкормки озимых пшеницы и ржи

Фазы развития	Озимая пшеница			Озимая рожь		
	Содержание в сухой массе		Доза, кг/га	Содержание в сухой массе		Доза, кг/га
	N-NO ₃ , мг/кг	N общий, %		N-NO ₃ , мг/кг	N общий, %	
Начало стеблевания	Менее 400	Менее 2,1	50–60	Менее 300	Менее 2,0	40–50
	400–700	2,1–3,4	40–50	300–600	2,0–3,0	30–40
	701–900	3,4–4,1	20–30	601–800	3,1–3,7	20–30
	901–1600	4,2–5,0	–	801–1500	3,8–4,5	–
Стеблевание (2 узла)	Более 1600	Более 5,0	–	Более 1500	Более 4,5	–
	Менее 300	Менее 1,9	40–50	Менее 200	Менее 1,8	30–40
	300–600	1,9–2,7	30–40	200–500	1,8–2,5	20–30
	601–800	2,8–3,4	0–20	501–700	2,6–3,2	0–20
Раскрытие последнего листа	801–1400	3,4–4,5	–	701–1200	3,3–3,8	–
	Более 1400	Более 4,5	–	Более 1200	Более 3,8	–
	Менее 200	Менее 1,7	30–40	Менее 100	Менее 1,6	30–40
	200–300	1,7–2,2	20–30	100–200	1,6–2,0	20–30
Колошение	301–400	2,3–3,0	0–20	201–300	2,1–2,7	0–20
	401–700	3,1–4,0	–	301–600	2,8–3,2	–
	Более 700	Более 4,0	–	Более 600	Более 3,2	–
Колошение	–	Менее 1,8	30	–	Менее 1,5	30
	–	1,8–2,7	20	–	1,5–2,0	20
	–	2,8–3,5	–	–	2,1–2,8	–
	–	Более 3,5	–	–	–	–

3.6. Переносные лаборатории для диагностики питания растений

Для диагностики питания растений В. В. Церлинг считает необходимым определять несколько элементов питания и обязательно три основных – азот, фосфор и калий.

Используя переносную лабораторию «Тканевая диагностика» можно провести экспресс-определение в растениях нитратов, фосфатов, калия, представляющих неорганические, резервные формы главных питательных элементов. Лаборатория может быть использована как в исследовательских работах по питанию растений, так и для практических целей определения степени обеспеченности и потребности растений в удобрениях.

Все определения проводят на грубых бритвенных срезах (лучше поперечных) тех или иных частей растений (стебли, листья). Они основаны на цветных реакциях, причем интенсивность окраски сравнивают с соответствующими шкалами для каждого из трех исследуемых элементов, где оценка дается в баллах. Следует отметить, что шкалы соответствуют обеспеченности молодых растений. При проведении

диагностики в фазе конца бутонизации (трубкования) и к концу цветения балльная оценка должна быть снижена на 1–2 балла по нитратам и на 1 балл по фосфатам и калию.

3.6.1. Определение нитратов

На предметное стекло кладут с промежутками 1–2 см срезы стеблей или листьев, наносят на каждый из них по одной капле дифенил-амин и следят за появлением синей окраски. По интенсивности цвета, сравнивая его с цветной шкалой (табл. 3.10), устанавливают сначала содержание азота в баллах и находят дозу азотных удобрений для подкормки.

Таблица 3.10. **Оценочная шкала для определения обеспеченности растений нитратным азотом и доз азота в подкормку**

Балл	Визуальные признаки	Содержание нитратов	Целесообразность подкормки	
			Средний балл	Доза азота, кг д. в.
1	Бледно-голубоватая, очень быстро наступает обугливание	Низкое	1,0–1,8	60
2	Синяя, постепенно исчезающая	Среднее	1,9–2,5	30
3	Темно-синяя или темно-фиолетовая, быстро наступающая, устойчивая	Высокое	2,5	Подкормка нецелесообразна

Расчет среднего балла поля проводят исходя из 20 определений.

Пример: 10 срезов по 1 баллу = 10 баллов, 6 срезов по 2 балла = 12 баллов, 4 среза по 3 балла = 12 баллов.

Средний балл поля = $\frac{10+12+12}{20} = 1,7$.

3.6.2. Определение фосфатов

Листы фильтровальной бумаги разрезают на куски около 2 см². В центре такого куска наносят по 1 капле молибденовокислого аммония. Затем накладывают один срез той или другой части растения. Стеклянным пестиком раздавливают срез и сдвигают его несколько в сторону от образовавшегося пятна сока. После этого на пятно сока и отдельно на оставшуюся ткань среза наносят последовательно по 1 капле растворов бензида и уксуснокислого натрия. При наличии фосфатов в растении на бумаге появляется синее окрашивание капли сока и ткани растения. Интенсивность окраски сравнивают с показате-

лями табл. 3.11 и цветной шкалой для определения фосфатов. Результаты записывают в баллах и устанавливают степень нуждаемости растений в фосфорных удобрениях.

Таблица 3.11. Шкала потребности растений в фосфорных удобрениях

Балл	Характер окрашивания	Потребность растений в фосфорных удобрениях
5	Отпечаток всего среза темно-синий, а сосудистых пучков сине-черный	Не нуждаются
4	Отпечаток всего среза синий, а сосудистых пучков темно-синий	Не нуждаются или слабо нуждаются
3	Отпечаток среза светло-синий, а сосудистых пучков синий	Средне нуждаются
2	Отпечаток среза серо-голубой, а пучков немного темнее	Нуждаются
1	Отпечаток среза слабо-серо-голубой, а пучков серо-голубой	Сильно нуждаются
0	Нет синей окраски	Очень сильно нуждаются

3.6.3. Определение калия

В середину куска фильтровальной бумаги размером около 2 см² кладут срез той или иной части растений. Затем его придавливают стеклянным пестиком и отодвигают срез несколько в сторону от пятна выдавленного сока. На пятно сока и на срез наносят последовательно по 1 капле раствора дипикриламидата магния и соляной кислоты. Соляная кислота растворяет избыток реактива, образуя лимонно-желтое окрашивание и не растворяет калийную соль дипикриламида. Поэтому лимонно-желтая окраска указывает на отсутствие калия, а оранжево-красная – на его наличие. Интенсивность окраски сравнивают с показателями табл. 3.12 и цветной шкалой для определения калия. Результаты записывают в баллах шкалы и устанавливают степень нуждаемости растений в калии.

Таблица 3.12. Шкала потребности растений в калии

Балл	Характер окрашивания	Потребность растений в калийных удобрениях
5	Красно-суриковое	Не нуждаются
4	Красно-оранжевое	Слабо нуждаются
3	Оранжевое	Средне нуждаются
2	Желто-оранжевое	Нуждаются
1	Соломенно-желтое	Сильно нуждаются
0	Лимонно-желтое	Очень сильно нуждаются

Наряду с переносной лабораторией «Тканевая диагностика» для диагностики питания растений используют также лабораторию агронома (полевая). Она предназначена для проведения агрохимических анализов в полевых условиях и неспециализированных лабораторных условиях (удаленных от стационарных лабораторий). Ее используют для проведения экспресс-анализа кислотности почв, содержания нитратов, фосфора, калия в сырых растительных образцах по методу В. В. Церлинг, а также при биометрических измерениях. Выполнена в виде переносного чемодана, в котором помещены: химические реактивы, предметный и рабочий столики, сборная рамка-шаблон, бытовые и технические весы, микрокалькулятор, цветные шкалы, инструкции по оценке результатов анализов, нож для микросрезов, ножницы, полевой рН-метр, мешки для отбора проб.

Определение нитратного азота, фосфора и калия и нуждаемости в азотных, фосфорных и калийных удобрениях с помощью соответствующих реактивов проводится аналогично, как описано выше с использованием переносной лаборатории «Тканевая диагностика».

3.6.4. Лаборатория функциональной диагностики растений

Функциональные методы диагностики позволяют определить потребность растения в макро- и микроэлементах питания. Данный метод может использоваться для диагностики питания растений, выращиваемых как на грунтах, так и на гидропонике.

Для функциональной диагностики питания используются лаборатория функциональной диагностики растений (ФЭД), Экотест-2020.

Экспрессность метода (40 мин) позволяет перед каждой подкормкой растений количественно определить потребность в макро- и микроэлементах и скорректировать питание растений в каждом поле (вплоть до отдельного растения) по азоту, фосфору, калию, кальцию, магнию, бору, меди, цинку, железу, марганцу, молибдену, кобальту, йоду. Метод используется более чем в 130 хозяйствах России, Беларуси и Украины. Использование метода в производстве показало его высокую эффективность. Весь комплект размещается в чемодане на колесах весом до 7 кг. Обучение проводится в течение одного дня. Анализ может выполнять лаборант, рекомендации для проведения подкормок должен выдавать специалист по питанию растений. Также на фотометре «Экотест-2020» можно проводить химический анализ растворов нитратного и аммонийного азота, фосфора, калия, бора, марганца, общего железа, цинка, меди и молибдена.

Методы диагностики питания растений подразделяют на почвенные и растительные. Растительная диагностика, в свою очередь, включает визуальную, химическую и функциональную.

Визуальная диагностика является наиболее простым методом, не требующим специального оборудования, она позволяет относительно быстро установить нарушения в минеральном питании и устранить их причины. Однако для успешного выполнения визуальной диагностики помимо знаний необходим значительный практический опыт, так как недостатки и избытки разных элементов часто выглядят внешне очень похожими. Кроме того, часто внешние признаки нарушений питания растений проявляются только тогда, когда из-за этих нарушений уже произошли необратимые потери урожая.

Химическая диагностика минерального питания (тканевая или листовая) позволяет определить химический состав растения в данный момент. Только при постоянном обеспечении необходимыми элементами питания в оптимальных соотношениях на протяжении всего вегетационного периода возможно максимальное использование биологического потенциала каждого сорта. Однако иногда элемент питания накапливается в растении не вследствие его необходимости для развития. Кроме того, недостаток или избыток одного из элементов может нарушать поступление в растение другого элемента. Эти факторы ограничивают возможности применения методов химической диагностики.

Функциональные методы диагностики позволяют оценить не содержание того или иного элемента питания, а потребность растения в нем. Потребность растений в элементах можно оценить, контролируя интенсивность физиолого-биохимических процессов. А. С. Плешковым и Б. А. Ягодиным разработан принцип диагностики питания растений по определению фотохимической активности хлоропластов.

Принцип данного метода заключается в следующем. Определяют фотохимическую активность суспензии хлоропластов, полученной из средней пробы листьев диагностируемых растений, затем в суспензию хлоропластов добавляют элемент питания в определенной концентрации и вновь определяют фотохимическую активность суспензии. В случае повышения фотохимической активности суспензии хлоропластов по сравнению с контролем (без добавления элементов) делается вывод о недостатке данного элемента, при снижении – об избытке, при одинаковой активности – об оптимальной концентрации в питательной среде.

В качестве основного прибора для анализа используется фотоколориметр «Экотест-2020» производства НПП «ЭКОНИКС» (номер в Госреестре средств измерений РФ 31761-06).

3.6.5. N-Тестер

Превращение солнечной энергии в органическое вещество является основой жизни на Земле и происходит это благодаря растениям, а именно процессу фотосинтеза. Непосредственный участник этого процесса – хлорофилл, который и определяет зеленый цвет листьев растений. В процессе фотосинтеза участвует большое количество элементов питания растений, но наиболее существенная зависимость наблюдается между обеспеченностью азотом и интенсивностью окраски листьев.

Использование прибора «N-Тестер» на зерновых культурах

Основываясь на этих наблюдениях Компанией «Гидро» был создан N-Тестер – прибор, который позволяет по интенсивности окраски листьев определить потребность культур в азоте (рис. 3.10). Этот прибор приобретает все большую популярность в сельском хозяйстве в европейских странах, благодаря необходимости точного внесения азотных удобрений в зависимости от потребности различных культур.



Рис. 3.10. Прибор «N-Тестер»

В современных экономических условиях хозяйства используют удобрения в меньших количествах по сравнению с рекомендованными для их зон дозами. Это обусловлено целым рядом объективных причин.

Однако стоимость удобрений и общие затраты на них требуют четкого обоснования их применения не только с агрономической, но и в первую очередь с экономической точки зрения.

Первым этапом в решении этого вопроса является правильное применение азотных удобрений как наиболее рентабельный шаг в связке: затраты – прибавка урожайности – повышение цены пшеницы за счет улучшения качества зерна – прибыль хозяйства.

N-Тестер – это портативный прибор, предназначенный для определения уровня азотного питания растений по содержанию хлорофилла в листьях, непосредственно в поле, без использования вспомогательных средств (рис. 3.11). N-Тестер является «глазами» агронома в процессе выращивания сельскохозяйственных культур, позволяет ему следить за динамикой азотного питания пшеницы в ходе вегетации и оперативно определять необходимость и своевременность азотной подкормки для того, чтобы рационально использовать удобрения и при этом получать максимально возможный урожай с каждого конкретного поля. Все агрономы в той или иной мере способны визуально определить потребность растений в азоте, но только очень опытные из них делают это с большой точностью. N-Тестер в данном случае является арбитром, помогая сообща найти оптимальное решение.

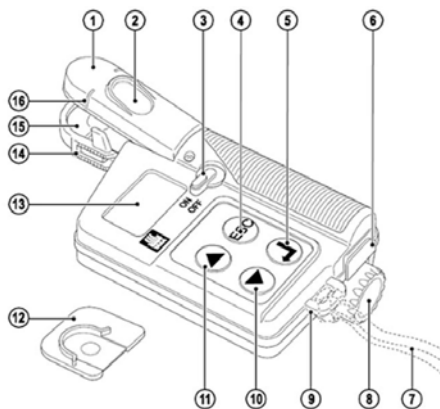


Рис. 3.11. Описание прибора «N-Тестер»

Описание прибора:

1. Измерительная головка.
2. Опора для пальца.
3. Переключатель ВКЛ/ВЫКЛ.
4. Кнопка ESC: отмена/возврат к предыдущему значению.
5. Кнопка Enter: подтверждение выбора.
6. Крышка USB-отверстия.
7. Ремень для руки.
8. Крышка отверстия для батареек.
9. Отверстие для ремня.
10. Кнопка DOWN: передвижение курсора вниз/вправо.
11. Кнопка UP: передвижение курсора вверх/влево.
12. Диск для калибровки.
13. LCD: отображает данные измерений и другую информацию.
14. Ограничитель глубины захвата листа: для того чтобы все образцы собирались на одинаковом расстоянии. При необходимости его положение можно регулировать или вообще убрать.
15. Отверстие для сбора образцов.
16. Центровая линия: указывает центр области измерений.

Порядок работы с прибором

Перед началом работы вставьте батарейки (рис. 3.12). Прибор готов к работе.

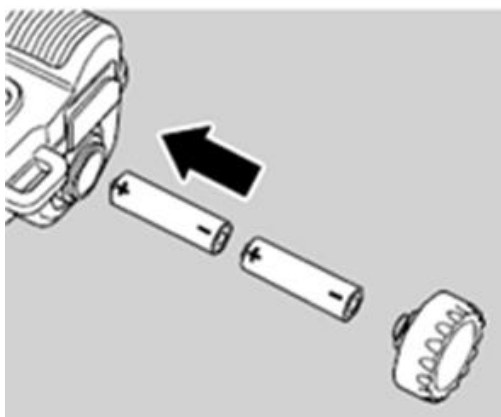


Рис. 3.12. Приготовление прибора «N-Тестер» к работе

Требования для получения правильных показаний

Место измерения: измерения должны проводиться в средней части листа самых молодых развитых листьев. Измерения, проведенные на недоразвитых листьях, могут привести к увеличению нормы внесения удобрений.

Проведение измерений

Каждое измерение состоит из следующих шагов:

- внутренняя калибровка прибора (после того как устройство выключено);
- проведение 30 измерений;
- чтение и оценка полученных данных.

Внутренняя калибровка:

- включите прибор.

Внутренняя калибровка необходима при каждом выключении прибора. Измерения при ней не производятся.

При правильной калибровке слышен одиночный сигнал.

При неправильной калибровке слышны три последовательных сигнала. Ошибка могла произойти при слишком раннем открытии измерительной головки или при ее неполном закрытии;

- в таком случае следует выключить прибор и повторить внутреннюю калибровку.

После правильной калибровки выполните следующее:

- выберите «Измерения»;
- нажмите Enter.

Измерения в поле:

- для выбора названия поля выберите букву, используя курсоры «вверх» или «вниз»;
- нажмите Enter;
- выберите следующие буквы тем же способом (макс. 16 букв);
- после выбора названия поля нажмите Enter.

Для возврата в главное меню без выбора поля нажмите ESC.

Снятие показаний прибора.

Внимание!

Измерительная головка должна оставаться чистой в течение всего времени проведения измерений.

Интенсивный солнечный свет может повлиять на результаты измерений. Следует держать прибор в тени.

Перед получением рекомендаций необходимо провести измерения 30 различных листков.

Избегайте грубых или толстых листьев.

Держите прибор так, как показано на рис. 3.13, и поместите в измерительную головку молодой, полностью развитый лист.

Измерительный отсек (2×3 мм) должен быть полностью заполнен листом. Отметки соответствуют центру области измерения (рис. 3.14).



Рис. 3.13. Определение азота в листьях растений на приборе «N-Тестер»

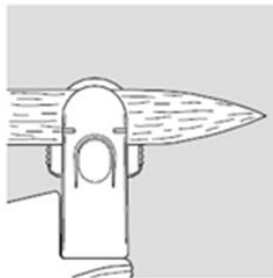


Рис. 3.14. Правильное расположение листа при определении азота на приборе «N-Тестер»

При необходимости ограничитель глубины захвата листа можно отодвинуть для большего захвата листа:

- плотно сожмите обе части измерительной головки, пока не услышите звуковой сигнал;

- следует измерить как можно больше листьев по всему полю. На экране отображается порядковый номер каждого удачного измерения.

Неудачное измерение будет сопровождаться несколькими последовательными сигналами.

Если получилось неправильное измерение, его можно удалить:

- нажмите ESC;

- выберите «последний образец» и нажмите Enter.

Для того чтобы отменить удаление, нажмите ESC снова и выберите «продолжить» и подтвердите кнопкой «Enter» последний удаленный образец.

Удаление серии образцов.

При удалении серии образцов вы возвращаетесь к началу измерений и все сделанные измерения будут удалены.

Снятие показаний N-тестера.

Отображается среднее показание из 30 сделанных (рис. 3.15).



Рис. 3.15. Снятие показаний с прибора «N-Тестер»

Начало новой серии измерений

Начните новую серию измерений, используя кнопку ESC:

- для начала нового измерения на новом поле выберите «новое измерение», используя кнопки «вверх» или «вниз», и нажмите Enter.

Теперь вы перемещаетесь в меню «поле»:

- для начала нового измерения на этом же поле выберите «то же поле», используя кнопки «вверх» или «вниз», и нажмите Enter;

- теперь можно проводить новое измерение;

- для возврата в меню действий нажмите «назад».

Если вы не желаете делать новые измерения, выберите «новое измерение», затем нажмите кнопку ESC.

При переходе на вкладку «действие» вид экрана меняется:

- вы можете выбрать вкладку «история» (эта вкладка появляется после того, как вы сделали измерение), используя кнопки «вверх» или «вниз», и нажмите Enter;

- теперь вы видите много серий измерений (5), название поля (ABC) на каждом измерении и количество измерений (2), а также значение прибора (333);

- для возврата в меню действий нажмите кнопку ESC.

Методика проведения полевого обследования

При проведении полевого обследования прибором «N-Тестер» необходимо помнить, что полученный результат должен отображать действительное состояние обследуемого участка. Для получения объективных и точных результатов необходимо соблюдать предлагаемую методику проведения обследования посевов с помощью N-Тестера.

Учет проводится по диагонали участка в равноудаленных точках, отступая 40–50 м от края поля. Для характеристики выровненного поля площадью 80–100 га рекомендуется провести учеты в трехкратной повторности по 30 растений в каждом учете. При этом необходимо брать полностью развившиеся листья. После фазы 37, когда визуально можно дифференцировать продуктивные стебли, подгон измерения проводят на верхних листьях разных стеблей пропорционально их количеству, отдавая предпочтение главным. При этом не следует предвзято искать более яркие участки или растения.

Середина листа (по длине) вкладывается в измерительную головку прибора, и «помощник измерителя» на приборе выставляется таким образом, чтобы измеряющий датчик оказался по середине листа (по ширине).

При наличии пятен с внешними признаками нарушения питания, отставания в росте, вследствие понижения рельефа (балки и т. п.), измерения на этих участках не производятся, если площадь не превышает 20 % поверхности поля. Если пестрота поля при визуальной оценке составляет около 50 %, то измерения производятся на всех участках поля.

При дроблении поля в год, предшествующий посеву, измерения проводятся на каждом таком участке. Исходя из этого определяется и планируемая урожайность под каждым предшественником, как на отдельном поле.

4. УЧЕТ, ХРАНЕНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

4.1. Значение и состав органических удобрений

Органические удобрения содержат питательные элементы в форме органических соединений растительного и животного происхождения.

Органическим удобрениям принадлежит важная роль в повышении плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Без их систематического применения нельзя рассчитывать на высокие и устойчивые урожаи сельскохозяйственных культур, особенно на песчаных и супесчаных почвах.

В современном сельском хозяйстве органическим удобрениям принадлежит особая роль в сохранении почвенного плодородия на фоне повышения урожайности возделываемых культур. При интенсивном ведении земледелия минерализация гумуса существенно возрастает и недостаточные дозы органических удобрений могут привести к сни-

жению почвенного плодородия. Поэтому в настоящее время поддержание бездефицитного баланса гумуса в почвах с оптимальным его содержанием и положительного – в почвах с низким содержанием является первоочередной задачей сельскохозяйственного производства и ее решение непосредственно связано с применением органических удобрений.

Органические удобрения оказывают многостороннее действие на все агрономически важные функции почвы и позволяют вовлечь в хозяйственно-биологический круговорот элементы минерального питания, отчуждаемые с урожаем сельскохозяйственных культур.

Систематическое применение органических удобрений способствует накоплению гумуса, улучшает физико-химические свойства почвы, увеличивает запас питательных веществ, понижает кислотность, повышает содержание поглощенных оснований, поглощательную способность и буферность, влагоемкость, скважность и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность и выделение углекислоты, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке, создает оптимальные условия для минерального питания растений, повышает устойчивость растений при неблагоприятных погодных условиях.

За счет органических удобрений в Беларуси компенсируется около 30–40 % выноса питательных элементов с урожаем сельскохозяйственных культур. Под влиянием органического вещества навоза активизируются микробиологические процессы в почве, в результате чего повышается растворимость, а следовательно, и доступность растениям элементов минерального питания.

Около 75 % органических удобрений от внесенного количества минерализуется и участвует в питании растений, 25 % гумифицируется и идет на восполнение потерь почвенного гумуса, с навозом в почву возвращается часть питательных элементов, поглощенных растениями в предыдущие годы. Одна тонна подстильного навоза в среднем содержит 5 кг азота, 2,5 кг фосфора, 6 кг калия, а также ряд микроэлементов – 15 г марганца, 1,1 г бора, 2,5 г меди, 10 г цинка, 0,15 г кобальта.

Органические удобрения являются источником углекислого газа, который насыщает не только почвенный воздух, но и приземный слой атмосферы.

При сложившейся системе содержания животных в сельскохозяйственных организациях республики для подстилки необходимо 4500 тыс. тонн соломы и 2860 тыс. тонн торфа для компостирования с полужидким навозом. В целом по республике выход подстильного

навоза составляет 50 %, полужидкого – 20 %, жидкого – 30 %. Ежегодно на почвы пахотных земель республики необходимо вносить 55,7 млн. тонн навоза и компостов, или 12,1 т на 1 га пашни.

Среднегодовые дозы органических удобрений в севооборотах для поддержания бездефицитного баланса гумуса зависят от типа и гранулометрического состава почвы, биологических особенностей возделываемых культур.

Наиболее интенсивно минерализация гумуса протекает в почвах под пропашными культурами. Положительный баланс гумуса при возделывании без внесения органических удобрений способны обеспечить только многолетние травы. Поэтому при расчете доз органических удобрений для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо учитывать соотношение между пропашными культурами и многолетними травами: чем меньше многолетних трав приходится на 1 га пропашных, тем выше должны быть дозы органических удобрений.

При структуре посевных площадей, когда на 1 га пропашных приходилось 0,8 га многолетних трав, для поддержания бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель необходимо вносить не менее 12 т/га органических удобрений, или 55,7 млн. тонн. С учетом имеющегося поголовья скота может быть заготовлено 46,8 млн. тонн навоза и компостов и 9,7 млн. тонн условного навоза за счет запашки соломы. В сумме это составит 56,5 млн. тонн органических удобрений (12,1 т/га), что в целом может обеспечить бездефицитный баланс гумуса.

Внесение органических удобрений в рекомендуемых дозах имеет высокую агрономическую эффективность: нормативная прибавка от 1 т навоза для озимых зерновых составляет 25 кг зерна, картофеля – 105 кг клубней, сахарной свеклы – 125 кг корнеплодов, кормовых корнеплодов – 200 кг корней, кукурузы на силос – 190 кг зеленой массы, всех культур на пашне – 30 к. ед.

К наиболее распространенным органическим удобрениям в Республике Беларусь относятся подстилочный и бесподстилочный навоз, птичий помет, сапропель, торф, зеленое удобрение, а также различные компосты (торфонавозные, торфопометные, вермикомпосты, с использованием соломы, костры льна, лигнина, растительных, древесных и бытовых отходов и т. д.). Средний состав органических удобрений при естественной влажности приведен в табл. 4.1. Следует отметить, что содержание элементов питания в органических удобрениях в зависимости от вида подстилки, типа кормления животных, метода уборки, сроков хранения и способов приготовления может изменяться в широ-

ких пределах, что обуславливает необходимость контроля за качеством удобрений и содержанием в них основных элементов питания.

Таблица 4.1. Средний состав органических удобрений

Удобрение	Влажность, %	Содержание, кг/т*						
		Органическое вещество	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	SO ₄
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Соломистый навоз:								
КРС	75	210	5,0	2,5	6,0	4,0	1,1	0,6
свињи	70	240	5,0	2,0	6,0	1,8	0,9	0,8
овцы	65	300	8,0	2,5	6,5	3,3	1,8	1,5
лошади	70	220	6,0	3,0	6,5	2,1	1,4	0,7
смешанный	75	220	5,0	2,5	6,0	3,5	1,2	1,0
Торфяной навоз:								
КРС	75	220	6,0	2,0	5,0	4,5	1,0	0,5
лошади	70	230	8,0	2,5	5,5	4,4	1,2	0,4
Полужидкий навоз:								
КРС	90	125	3,5	1,5	4,0	1,3	0,9	0,3
свињи	90	115	4,5	2,5	3,0	1,9	1,0	0,4
Жидкий навоз:								
КРС	95	40	2,0	1,0	2,5	0,5	0,4	0,1
свињи	95	40	2,5	0,9	1,8	0,6	0,2	0,1
Навозные стоки:								
КРС	98	18	0,7	0,4	0,7	–	–	–
свињи	98	18	0,8	0,5	0,4	–	–	–
Птичий помет:								
куры	55	350	16,0	15,0	8,0	24,0	7,0	4,0
утки	70	250	7,0	9,0	6,0	11,0	2,0	3,0
гуси	75	230	5,0	5,0	9,0	8,0	2,0	9,0
индюки	75	230	7,0	6,0	5,0	5,0	2,0	3,0
смешанный	60	320	15,0	14,0	7,0	17,0	5,0	3,0
Подстилочный помет	40	450	20,0	16,5	8,5	18,0	6,0	3,5
Птичий помет полужидкий	85	110	9,0	9,0	3,0	9,0	4,0	2,0
Птичий помет жидкий	95	40	3,0	2,5	1,0	4,0	1,2	0,7
Стоки птичьего помета	98	18	1,2	1,1	0,6	1,8	0,5	0,3
Сухой помет	14	800	41,0	39,0	20,0	45,0	14,0	10,0
Торфонавозный компост (1:1)	70	220	5,0	1,6	4,0	3,5	0,6	0,3
Торфонавозный компост (1:2)	70	220	5,5	1,8	4,5	4,0	0,8	0,4
Торфонавозный компост (1:3)	70	220	6,0	2,0	5,0	4,5	1,0	0,5

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Торфожижевый компост	75	200	5,0	1,0	3,0	3,0	0,5	0,3
Торфопометный компост (1:1)	70	250	10,0	8,0	3,0	9,0	3,0	1,5
Торфопометный компост (1:2)	70	250	12,5	10,0	4,0	10,0	4,0	2,0
Торфофекальный компост	70	240	6,5	3,0	4,0	3,5	0,6	0,3
Костра льна + навоз бесподстилочный	72	200	4,7	2,0	7,3	4,0	0,8	0,3
Лигнинонавозный компост (1:1)	60	220	5,3	2,8	6,8	7,0	3,5	10,0
Лигнинопометный компост (1:1)	55	240	5,4	5,4	2,4	9,0	3,5	12,5
Смешанный (сборный) компост	70	200	5,0	2,0	4,5	4,0	0,8	0,4
Вермикомпост (биогумус)	50	425	20,0	15,0	10,0	–	–	–
Сапропелевые удобрения	60	–	8,0	1,0	0,5	–	–	–
Торф:								
низинный	60	350	10,0	1,2	0,7	15,0	–	–
переходный	60	370	6,5	0,6	0,5	4,8	–	–
верховой	60	385	4,0	0,4	0,3	1,2	–	–
Зеленое удобрение:								
бобовые	80	140	5,0	1,1	3,0	3,0	1,4	0,9
крестоцветные	80	140	4,0	1,3	3,8	2,0	1,0	0,7
злаковые	80	140	3,5	1,2	2,8	1,0	0,4	0,2
смесь	80	140	4,2	1,2	3,2	2,0	1,0	0,5
Солома:								
зерновые	16	800	4,0	1,5	10,0	2,0	1,0	1,5
зернобобовые	16	780	10,0	2,0	11,0	9,0	2,0	5,0
крестоцветные	16	780	5,0	1,5	9,0	8,0	2,0	4,0
крупяные	16	800	7,0	3,0	12,5	5,0	2,0	1,0
кукуруза	16	850	4,5	2,0	12,0	3,0	2,0	2,0
Ботва:								
сахарная свекла	80	120	3,5	1,0	5,0	1,0	1,0	0,4
кормовая свекла	80	120	4,0	1,0	6,0	2,0	1,0	0,4
картофель	80	120	2,0	0,5	4,0	1,5	1,0	0,3

*Содержание элементов питания в процентах = содержание в килограммах на тонну, деленное на 10 (например, 5 кг/т = 0,5 %).

Для перевода содержания элементов питания в органических удобрениях при естественной влажности (ЭПнв) в содержание элементов питания в сухом веществе (ЭПсв) и наоборот используют следующие формулы:

$$\text{ЭПсв} = \frac{100 \cdot \text{ЭПнв}}{\text{СВ}};$$

$$\text{ЭПнв} = \frac{\text{ЭПсв} \cdot \text{СВ}}{100},$$

где СВ – содержание сухого вещества, % (СВ = 100 – влажность органического удобрения).

Правильный учет применения органических удобрений позволяет грамотно распорядиться имеющимися ресурсами органических и минеральных удобрений, прогнозировать на перспективу продуктивность сельскохозяйственных культур и динамику почвенного плодородия, в первую очередь содержание гумуса.

Учет применения органических удобрений ведется на уровне хозяйства, района, области, Республики Беларусь и отражается в форме № 9-сх.

Для учета внесения различных видов органических удобрений используют следующие коэффициенты перевода в условный навоз: все виды подстилочного навоза, торфонавозные и сборные компосты – 1,0; полужидкий бесподстилочный навоз – 0,5; жидкий навоз – 0,2; навозные стоки – 0,06; куриный помет – 1,7; подстилочный помет – 2,0; торфопометный компост – 1,3; сапропелевые удобрения органического типа – 0,5; сапропелевые удобрения смешанного типа – 0,3; солома зерновых, крупяных и крестоцветных культур – 3,5 (с учетом дополнительного внесения азота); солома зернобобовых культур и кукурузы – 3,8 (с учетом дополнительного внесения азота); ботва – 0,5.

Отавная форма зеленого удобрения с учетом заправки пожнивных и корневых остатков эквивалентна 4 т/га навоза, полная форма зеленого удобрения при урожайности сидератов 150–250 ц/га – 15 т/га, 250–350 т/га – 20 т/га навоза.

Коэффициенты перевода в условный навоз учитывают содержание органического вещества в удобрении, количество и доступность основных элементов питания, соотношение между углеродом и азотом, что определяет процессы гумификации и питания растений, действие и последствие органических удобрений в севообороте.

4.2. Хранение навоза

Для хранения подстилочного навоза используют горячий, холодный и горячепрессованный способы. При *горячем*, или *рыхлом*, *хранении* навоз укладывают в узкие, не шире 3 м, штабеля без уплотнения. При *холодном*, или *плотном*, *способе* хранения навоз складывают в штабель шириной около 5–6 м и высотой около 1 м, сразу же утрамбовывая; далее настилают новые слои навоза, пока высота уплотненного штабеля не достигнет 2,5–3 м; затем штабель накрывают резаной соломой или торфом. При *горячепрессованном*, или *рыхло-плотном*, *способе* хранения навоз вначале укладывают рыхло слоями 80–100 см и после повышения температуры в слое до 60–70 °С (на 3–5-й день) сильно уплотняют; штабель после уплотнения накрывают соломой или торфом.

Разложение навоза при холодном способе хранения происходит в анаэробных условиях (за исключением поверхности штабеля), при этом сохраняется постоянное увлажнение. Температура в штабеле зимой не поднимается выше 20–25 °С, летом – 30–35 °С. Холодный способ хранения рассчитан на приготовление полуперепревшего навоза, который в зимний период образуется через 3–4 месяца после закладки штабеля. Перепревший навоз при таком хранении получается через 7–8 месяцев.

Горячий и горячепрессованный способы хранения, при которых навоз разогревается до 70 °С, применяют при обнаружении возбудителей желудочно-кишечных заболеваний и необходимости биотермического обеззараживания навоза. Горячепрессованный способ хранения применяется также для уничтожения семян сорняков и при необходимости ускорить разложение навоза, содержащего большое количество соломенной или торфяной подстилки. При горячепрессованном способе хранения полуперепревший навоз образуется через 1,5–2 месяца, перепревший – через 4–5 месяцев после закладки штабеля.

Удобрение лучшего качества получают при хранении холодным способом, при котором меньше потери азота и органического вещества, больше накапливается и сохраняется аммонийного азота. При горячем способе хранения из навоза с соломенной подстилкой в среднем теряется 32,6 % органического вещества и 31,4 % азота, при горячепрессованном – 24,6 и 21,6 %, при холодном – 12,2 и 10,7 %. Из навоза с торфяной подстилкой потери органического вещества и азота при горячем способе составляют 40,0 и 25,3 %, горячепрессованном – 32,9 и 17,0 %, холодном – 7,0 и 1,0 %.

Самый лучший навоз получается при содержании скота на глубокой подстилке. В начале стойлового периода в помещение завозят и расстилают тонким слоем торфокрошку или солому (в среднем 300 кг на одну корову). Через 10 дней добавляют новый слой торфокрошки или соломы. Аналогично навоз готовят на выгульных площадках и в полевых загонах. Убирают его один-два раза в год и укладывают на площадке у фермы в типовых навозохранилищах или в поле в уплотненные штабеля. Штабеля делают шириной 4 м и более и высотой 1,5–2,0 м. Штабеля размещают так, чтобы при внесении навоза холодные проезды навозоразбрасывателей были минимальными. В зимний период каждый штабель укладывают не более чем за 1–2 дня и укрывают слоем торфа или резаной соломы (до 25 см).

Выход навоза зависит от вида животных, количества подстилки и продолжительности стойлового периода.

Для расчета выхода экскрементов все поголовье скота переводится в условные головы по коэффициентам: коровы и быки – 1,0; прочий крупный рогатый скот – 0,6; свиньи – 0,3; овцы и козы – 0,1; лошади – 1,0; птица – 0,02.

В сутки от одной условной головы выход экскрементов составляет 40 кг. В качестве годового норматива выхода экскрементов с учетом 15 % потерь при хранении принято 9,5 т на условную голову. К общему количеству экскрементов от всех видов животных прибавляют вес подстилки и получают выход подстилочного навоза в целом по хозяйству. При расчете выхода жидкого навоза к количеству экскрементов добавляют количество воды, используемой для гидросмыва.

Бесподстилочный навоз хранят в прифермских или полевых навозохранилищах. На одну условную голову при 6-месячном хранении бесподстилочного навоза (при слабом разбавлении его водой) требуется хранилище объемом 12 м³.

Количество навоза, хранящегося в штабеле, можно определить, зная объем штабеля (произведение длины, ширины и высоты в кубических метрах). 1 м³ свежего навоза весит 400 кг, уплотненного – 700, полуперепревшего – 800, сильно разложившегося – 900 кг. 1 м³ жидкого навоза в среднем весит 0,95 т, полужидкого – 0,9 т.

Ценными органическими удобрениями являются компосты, для приготовления которых используют навоз, птичий помет, торф, солому, лигнин, растительные, древесные и бытовые органические отходы, осадки сточных вод. В компостную смесь могут добавляться и минеральные компоненты.

Высококачественный компост представляет собой однородную, темную, рассыпчатую массу влажностью не более 75 % с реакцией, близкой к нейтральной, и содержанием элементов питания в доступных для растений соединениях.

4.3. Приготовление компостов

Компост готовят очаговым, послойным, площадочным, цеховым и другими способами около животноводческих помещений на специально выделенных (стационарных или временных) площадках или непосредственно на краю поля.

Место для компостирования следует выбирать исходя из наименьших затрат на погрузку и перевозку используемых компонентов и приготовленного компоста на поля, а также в соответствии с действующим законодательством по охране природы, санитарными нормами, требованиями техники безопасности и правилами личной гигиены.

При приготовлении торфонавозных компостов берут на 1 т торфа 1–3 т бесподстилочного навоза (экономически наиболее целесообразным является приготовление торфонавозного компоста в соотношении 1:3); торфожижевых компостов – на 1 т торфа до 3 т навозной жижи; торфопометных компостов – на 1 т торфа 1–2 т бесподстилочного помета; лигнинонавозных компостов – на 1 т нейтрализованного лигнина 1 т навоза; сборных растительных компостов – на 1 т органических отходов 0,5–1 т бесподстилочного навоза.

Размер штабеля зависит от способности к разложению компостируемого материала и его рыхлости. При приготовлении торфонавозных и сборных растительных компостов длина может быть произвольной, но не менее 6–8 м, высота – 2,5–3,0 м, ширина по основанию – 4–6 м. Компосты с лигнином лучше готовить в весенне-летний период в небольших буртах высотой не более 1 м, равномерно перемешивая массу.

4.4. Дозы и сроки применения органических удобрений

Органические удобрения в системе удобрения применяют в первую очередь при возделывании картофеля, кукурузы, сахарной свеклы, кормовых корнеплодов, овощных и плодово-ягодных культур, озимых зерновых культур, однолетних и многолетних трав, на луговых землях (табл. 4.2).

Таблица 4.2. Средние дозы органических удобрений под сельскохозяйственные культуры

Культуры	Подстилочный навоз или компост, т/га	Жидкий навоз, т/га	
		КРС	Свиньи
Картофель столовый	40–50	–	–
Картофель фуражный	50–70	140–200	110–150
Сахарная свекла	60–70	–	–
Кормовые корнеплоды	70–80	200–250	150–180
Кукуруза	70–80	200–250	150–180
Овощные культуры	20–80	–	–
Озимые зерновые	30–40	–	–
Однолетние травы	30–40	80–100	60–80
Многолетние злаковые и бобово-злаковые травы: при перезалужении	30–40	80–100	60–80
подкормке	–	150–250	130–180
Луговые земли	–	140–200	110–150

Из подстилочного навоза в год внесения используется 20–25 % азота, 25–30 % фосфора и 50–60 % калия; из бесподстилочного – 30–50 % азота, 30–40 % фосфора и 50–65 % калия. На второй год из подстилочного навоза используется 20 % азота, 10–15 % фосфора и 10–15 % калия; из бесподстилочного – соответственно 15–20 % азота и 10 % фосфора и калия. Среднее потребление элементов питания из основных видов органических удобрений приведено в табл. 4.3. Дозы минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры корректируются с учетом поступления азота, фосфора и калия с органическими удобрениями.

Главное условие эффективного использования органических удобрений – равномерное их внесение в оптимальные сроки и своевременная заделка почву. При разбрасывании навоза без заделки за 4 часа потери аммиачного азота могут достигать 55 %, за 12 часов – 65 %, за 24 часа – 70 %, за 48 часов – 80 %.

Основным сроком применения подстилочного навоза и компостов на связных почвах при возделывании пропашных культур является осеннее внесение под зяблевую вспашку. Правильно забуртованные навоз и компосты к осени хорошо вызревают, в них погибает большинство возбудителей болезней и семян сорных растений. Следует также учитывать, что основная масса питательных веществ органических удобрений становится доступной для питания растений только после минерализации. Весной сроки внесения органических удобрений затягиваются из-за переувлажнения почвы, напряженного графика ве-

сеннего сева и других полевых работ; происходит переуплотнение почвы; для заделки органических удобрений требуются дополнительные обработки почвы.

Таблица 4.3. **Виды органических удобрений и потребление из них элементов питания**

Виды удобрений	Потребление из 1 т, первый год						Потребление из 1 т, второй год		
	кг			г			кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	B	Cu	Zn	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Соломистый навоз КРС	0,90	0,50	2,00	0,5	0,7	5,4	0,50	0,15	0,48
Торфяной навоз КРС	0,68	0,41	1,60	0,6	0,5	3,6	0,42	0,11	0,38
Полужидкий навоз КРС	0,80	0,42	2,00	0,6	0,7	3,0	0,40	0,11	0,34
Жидкий навоз КРС	0,55	0,32	1,57	0,4	0,5	1,9	0,27	0,10	0,26
Соломистый навоз свиной	0,84	0,70	2,24	0,9	0,9	7,8	0,42	0,30	0,53
Полужидкий навоз свиной	0,72	0,25	1,65	0,9	1,2	12,8	0,35	0,11	0,25
Жидкий навоз свиной	0,60	0,22	1,00	0,6	0,7	8,0	0,29	0,10	0,15
Навозные стоки	0,15	0,15	0,40	0,2	0,2	0,8	0,04	0,08	0,13
Торфонавозный компост (1:1)	0,70	0,35	1,80	0,6	0,4	2,0	0,30	0,14	0,29
Торфонавозный компост (1:2)	0,40	0,27	0,74	0,9	0,7	2,0	0,30	0,14	0,29
Навоз лошадей	1,04	0,77	2,75	–	–	–	0,70	0,33	0,66
Навоз овец	2,07	0,60	2,80	1,9	2,9	6,0	0,82	0,24	0,60
Птичий помет	3,28	4,00	2,75	1,1	0,4	19,5	1,64	1,95	0,66
Торфопометный компост (1:1)	2,04	2,05	1,50	1,2	0,5	10,8	1,02	0,98	0,30
Торфопометный компост (1:2)	2,44	2,50	1,50	1,1	0,5	13,8	1,22	1,20	0,30
Сапропели органические	0,50	0,22	0,75	2,4	1,9	30,0	0,27	0,09	0,18
Зеленое удобрение	1,35	0,25	0,85	–	–	–	0,46	0,12	0,17

В системе удобрения озимых зерновых культур органические удобрения вносят под вспашку непосредственно под озимые зерновые или под предшественник в занятом пару.

Жидкие органические удобрения применяют в основное внесение под вспашку или культивацию осенью, под культивацию весной, а также для подкормок по фазам роста и развития растений. Доза жидкого удобрения устанавливается исходя из содержания в нем азота.

Зеленое удобрение в зависимости от типа использования (полное, отавное, укосное) запахивается осенью до наступления заморозков.

Озимые сидеральные культуры запахиваются весной следующего года. При использовании на зеленое удобрение промежуточных культур их посев после уборки основных зерновых и зернобобовых культур производится в срок до 15 августа.

Дополнительным резервом органических удобрений является солома, применение которой повышает плодородие пахотных земель и поддерживает бездефицитный баланс гумуса и питательных элементов.

Традиционными способами подготовки соломы к использованию на удобрение являются получение подстилочного навоза, а также производство компостов, где солома служит одним из компонентов и хорошим влагопоглощающим материалом для бесподстилочного навоза и помета.

Эффективным способом использования соломы является ее непосредственное применение на удобрение без отчуждения из агроценоза. Для этого используют солому рапса, гречихи, кукурузы, зернобобовых, озимых и яровых зерновых культур. В первую очередь измельченную солому на удобрение используют в отдаленных от животноводческих ферм полях севооборотов и в хозяйствах с бесподстилочным содержанием животных. Измельчение соломы нужно проводить во время уборки зерновых, крупяных, крестоцветных и зернобобовых культур навесными приставками к комбайнам. Сразу же после измельчения соломы дополнительно следует внести 20–30 т/га жидкого навоза или минеральные азотные удобрения из расчета 10 кг азота на 1 т соломы, заделать полученную массу дисковыми боронами и запахать. Для ускорения минерализации соломы после уборки основной культуры и измельчения соломы возможен также посев пожнивных культур, которые затем используются в качестве зеленого удобрения.

Количество соломы, которую можно использовать для непосредственного применения на удобрение, определяется по результатам баланса, который необходимо проводить в каждом конкретном хозяйстве (разница между общим выходом соломы и потребностью в соломе на корм животным, на подстилку, для приготовления компостов, для укрытия буртов, для хозяйственных нужд населения).

Наряду с соломой в качестве дополнительного источника органического вещества может использоваться ботва картофеля, сахарной свеклы и кормовых корнеплодов, которая после уборки товарной продукции подвяливается, равномерно распределяется по полю и заделывается в почву.

4.5. Оценка качества работ по складированию органических удобрений

Для оценки качества работ по складированию органических удобрений (навоз, торфонавозные компосты) проводится обследование штабелей у ферм и на полях. Для этого каждое звено студентов измеряет длину, ширину и высоту обследуемого штабеля, определяет вид органических удобрений, торфяной подушки, уплотнения штабеля и его укрытия.

При определении массы штабеля руководствуются объемной массой навоза, т/м³:

неуплотненный (свежий) – 0,3–0,4;

уплотненный – 0,7;

полуперепревший – 0,8;

перепревший – 0,9.

Масса, т, штабеля рассчитывается по формуле

$$M = V - Vm,$$

где V – объем штабеля, м³;

Vm – объемная масса, т/м³.

Размер и массу штабеля заносят в табл. 4.4.

Таблица 4.4. Характеристика штабеля органических удобрений

Место проведения обследования	Вид органических удобрений	Номер штабеля	Размеры штабеля, м			Объем штабеля, м ³	Объемная масса штабеля, т/м ³	Масса штабеля, т
			Длина	Ширина	Высота			

Качество работ по складированию органических удобрений оценивается путем сопоставления полученных данных с технологическими требованиями, представленными в табл. 4.5.

Таблица 4.5. Характеристика показателей качества складирования органических удобрений

Качество складирования	Коэффициент качества складирования	Ширина, высота, масса штабеля	Наличие замерзших глыб, % от массы штабеля	Наличие уплотнения и укрытия штабеля	Наличие соломенной подушки	Наличие снега в месте расположения штабеля
Отличное	1,0	Отклонение от нормы до 5 %	Отсутствуют	Уплотнен и укрыт соломой слоем 15–20 см	Подушка слоем 20–35 см	Снег удален
Хорошее	0,9	Отклонение от нормы до 10 %	До 10	Уплотнен и укрыт соломой слоем менее 15 см	Подушка слоем до 20 см	Снег удален
Удовлетворительное	0,8	Отклонение от нормы до 11–20 %	11–20	Уплотнен, но не укрыт	Подушка отсутствует	Снег удален
Неудовлетворительное	0,7	Отклонение от нормы более 20 %	Более 20	Не уплотнен и не укрыт	Подушка отсутствует	Снег удален

Примечание. Оптимальные (нормативные) параметры штабеля: ширина – 3–4 м, высота – 2,5–3,0 м, масса – 60 т и более.

С учетом этих требований качество складирования определяется по четырем категориям:

- отличное – коэффициент 1;
- хорошее – коэффициент 0,9;
- удовлетворительное – коэффициент 0,8;
- неудовлетворительное – коэффициент 0,7.

При невозможности оценить комплексно качество работ по складированию органических удобрений выставляются отдельные коэффициенты качества (K_1 , K_2 и т. д.) по каждому параметру и рассчитывается средний коэффициент.

4.6. Технология и требования к качеству внесения органических удобрений

Технологии внесения органических удобрений. Твердые органические удобрения (традиционный подстилочный навоз и различные компосты) вносят преимущественно по трем технологическим схемам:

I – *прямоточной* (ферма – поле), II – *перевалочной* (ферма – бург, штабель – поле) и III – *перегрузочной* (ферма – автомобили – самосвалы – разбрасыватель – поле).

При прямоточной технологии удобрения из мест накопления (прифермских полевых секционных навозохранилищ или площадок компостирования обычно вблизи животноводческих комплексов) транспортируют и вносят тракторными прицепами-разбрасывателями без буртования в поле с немедленной заделкой в почву. Для внесения твердых органических удобрений используются МТТ-4, ПРТ-7А, ПРТ-11 и их аналоги. Такую схему используют только при небольшом расстоянии перевозки (до 8 км от места накопления до поля) и ограниченно по времени, главным образом в весенне-осенние посевные кампании, в периоды, когда сразу за внесением твердых органических удобрений может осуществляться их заделка.

Перевалочная технология при значительном расстоянии от места накопления имеет такие же временные ограничения. В этом случае удобрение транспортируют тракторными прицепами или автомобилями-самосвалами до поля и затем перегружают в низкорамные разбрасыватели, которыми и вносят на поверхность почвы, либо сгружают на поле отдельными кучами в шахматном порядке с расстоянием в рядах 30–60 м (в зависимости от емкости транспортного средства и дозы внесения), из которых и разбрасывают роторными разбрасывателями. Равномерно распределенные по поверхности поля удобрения сразу же заделывают в почву.

На практике наиболее распространена схема ферма – бург (штабель) – поле, которая позволяет выполнять значительную часть транспортных работ (перевозку удобрения от места накопления до места временного хранения в буртах или штабелях обычно вблизи или на краю поля) круглый год или периодически в менее напряженный период сельскохозяйственных работ. При этом отпадает необходимость в крупных прифермских навозохранилищах, их емкость может быть ограничена объемом 1,5-месячного карантинного хранения навоза от имеющегося поголовья животных.

Агротехнические требования и контроль за качеством внесения органических удобрений. Качество навоза и компонентов компостов контролируется по следующим основным показателям: влажность, зольность, содержание органического вещества, реакция среды (рН солевой вытяжки), валовое содержание азота, фосфора и калия.

Агроэкологические требования к качеству нетрадиционных твердых органических удобрений (биогумус вермикюльтуры, сапропель, компосты из твердых и жидких бытовых отходов, ОСВ и др.) включают контроль за содержанием в них тяжелых металлов, радионуклидов, других токсикантов, наличием болезнетворных микроорганизмов и гельминтов.

Экспертизу качества твердых органических удобрений проводят сервисные подразделения агрохимической службы в течение 10 суток после доставки на анализ представленных проб, отбираемых не ранее чем за 2 месяца до внесения удобрения в почву, а с площадок компостирования – перед вывозкой созревшего компоста на поля. В ходе хранения навоза и приготовления компостов следует контролировать соблюдение правил формирования и перемешивания буртов и штабелей, отслеживать протекание биотермических процессов.

При внесении твердых органических удобрений должны соблюдаться следующие основные агротехнические требования: постоянная скорость движения агрегата по полю составляет 7–12 км/ч; отклонение фактической дозы внесения от заданной не должно превышать $\pm 10\%$; неравномерность распределения удобрения по рабочей ширине захвата – $\pm 25\%$; нестабильность дозы внесения по ходу движения агрегата – $\pm 10\%$; на поле не должно быть огрехов и неудобренных участков. Недопустимо растаскивание органических удобрений по поверхности поля машинами и орудиями, не приспособленными для равномерного их распределения.

При работе разбрасывателей удобрений необходимо контролировать по спидометру скорость движения агрегата и рабочую ширину захвата. Фактическую ширину захвата определяют не менее чем в пяти местах по длине гона, а также при входе и выходе агрегата в рабочий режим.

Наличие огрехов на поле, перекрытия на стыковых проходах, качество внесения на поворотных полосах, потери удобрений в местах погрузки, в пути следования транспортных и технологических машин определяют визуально.

До начала работ необходимо заблаговременно качественно подготовить и правильно настроить разбрасыватели для обеспечения заданной дозы внесения удобрений и соблюдения других установленных агротехнических требований.

Равномерно распределенные по поверхности почвы органические удобрения сразу (не более чем через 2 ч) должны быть заделаны в почву на требуемую глубину почвообрабатывающими орудиями общего назначения – плугами, лущильниками, дисковыми боронами и др. – при соблюдении предъявляемых агротехнических требований к соответствующей обработке почвы.

Твердые органические удобрения наиболее эффективны почти на всех типах почв (за исключением легких и маломощных, переувлажненных и подверженных ветровой эрозии) при комбинированно-ярусной системе обработки с заделкой на всю глубину пахотного слоя с полным оборотом пласта специальными плугами.

Жидкие органические удобрения вносят по прямоточной, комбинированной перегрузочной и перевалочной технологии.

Прямоточная технология. По этой технологии жидкий навоз (без предварительного разделения на фракции), жидкую фракцию из отстойника-накопителя и навозные стоки с влажностью не более 93 % транспортируют и вносят поверхностно полуприцепными цистернами-разбрасывателями, оборудованными для самозагрузки и поверхностного внесения. Сдерживающим фактором использования такой технологии является резко возрастающая стоимость единицы объема работы с увеличением дальности транспортировки. Даже при использовании крупнотоннажных мобильных жижезабрасывателей транспортировка свыше 5–8 км экономически невыгодна.

Для внесения жидких органических удобрений используют МЖТ-6, МЖТ-11, РЖТ-4М, РЖТ-5, ПЖТ-5 и их аналоги.

Более распространены различные комбинированные технологические схемы применения жидких органических удобрений.

Комбинированная перегрузочная технология. Включает загрузку удобрения из прифермского навозохранилища в транспортную емкость и доставку его до поля, перегрузку удобрения в полевой тракторный жижезабрасыватель и внесение жидкого навоза в поле.

Перевалочная технология. Предусматривает транспортировку удобрения из прифермского навозохранилища в полевое хранилище мобильным транспортом или по трубопроводу (стационарному или из разборных труб) с помощью фекальных насосов. При использовании трубопровода влажность навоза должна быть не менее 91 %, а скорость движения навоза в трубопроводе – не менее 1,2 м/с. Не разрешено оставлять навоз в трубопроводе дольше одной рабочей смены, по-

сле окончания работы трубопровод необходимо промыть водой (в количестве не менее полуторного объема заполняемой системы) при скорости потока 1,1–1,5 м/с. Загрузку удобрений из полевого хранилища и внесение их в поле осуществляют тракторным жиже-разбрасывателем.

Возможна также транспортировка жидкого навоза из прифермского хранилища на площадку для приготовления компоста с последующим использованием технологий применения твердых органических удобрений.

При раздельном использовании жидкой и твердой фракций навоз из карантинной емкости подается насосами в отстойник-накопитель, в котором происходит разделение навоза на фракции естественным или механическим способом. Жидкая фракция через фильтрующие устройства поступает по жижеборочному каналу в пруд-накопитель. При этом массовая доля механических и растительных включений (размером 3–10 мм) в осветленной жидкой фракции не должна превышать 2 %.

Жидкая фракция может использоваться в рециркулярной системе навозоудаления из животноводческих помещений или после шестимесячного отстаивания для орошения.

Требования к качеству поверхностного внесения жидкого навоза. При поверхностном внесении жидких органических удобрений цистернами-разбрасывателями должны соблюдаться следующие основные агротехнические требования: не допускается перелив при загрузке цистерны, коэффициент заполнения емкости должен составлять 0,95–0,96; перед внесением жидкий навоз должен 2–5 минут перемешиваться в технологической емкости; нестабильность дозы по длине рабочего хода агрегата не должна превышать 10 %; неравномерность распределения удобрения по ходу движения и ширине рабочего захвата должна быть не более ± 25 %; перекрытие смежных проходов допускается от 2 до 4 м, а по длине стыковых проходов – от 2 до 7 м; огрехи на стыковых проходах не допускаются; поворотные полосы обрабатывают после внесения навоза на загонах; удобрение должно быть заделано в почву не позднее чем через 2 часа после внесения; глубина его заделки должна быть не менее 8 см; повторное переворачивание пласта после заделки удобрения в почву не допускается; зимнее внесение жидкого навоза допустимо только на заранее подготовленные поля при температуре воздуха не ниже -10 °С и высоте снежного покрова до 20 см.

Внесение жидкого навоза поверхностно-самотечным способом полива. С помощью стационарных или переносных трубопроводов с раздаточными колонками его можно осуществлять на специально подготовленных выровненных полях с небольшим уклоном. Длину предварительно нарезанных поливных борозд устанавливают в зависимости от уклона участка и водопроницаемости почвы, но она не должна превышать 200 м, при этом сброс поливной жидкости в конце борозды не допускается, а расход жидкого навоза при поливе не должен превышать 2 л/с.

Для распределения навозных стоков и жидкой фракции навоза по поверхности почвы можно также использовать различные дождевальные установки – стационарные, полустационарные и передвижные (фронтального и кругового действия, в том числе дальноструйные). В этом случае требуются предварительная специальная подготовка поля для улучшения впитывающей способности почвы, строгое соблюдение специальных требований, нормативов и ограничений, установленных для оросительных систем с использованием животноводческих стоков. Особое внимание при внесении жидких органических удобрений дождеванием следует уделять измельчению или отделению попадающих в них частиц с размерами, превышающими свободный проход через отверстия в насадках дождевальных аппаратов.

В целом независимо от способов и технологий применения жидких органических удобрений они желательно сразу, но не позднее чем через 2 часа после поверхностного внесения на поле, должны быть заделаны в почву на глубину не менее 8 см во избежание потерь азота удобрения за счет улетучивания аммиака. Этих потерь можно также избежать при внутрипочвенном внесении жидких органических удобрений.

Требования к качеству внутрипочвенного внесения жидких органических удобрений. Для внутрипочвенного внесения используют жидкий навоз влажностью от 92 до 97 %, навозную жижу, разбавленную водой до влажности свыше 92 %, не содержащие включений размером более 10 мм.

Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений осуществляют специальными агрегатами одновременно с заделкой в почву при основной обработке (вспашке или безотвальной обработке, под пласт или в борозду) так, чтобы обеспечить равномерную заделку удобрения на глубину обработки почвы (16–20 см). Под пропашные

культуры жидкие органические удобрения вносят по центру междурядий или через ряд в постоянной дозе.

Внутрипочвенное внесение жидких органических удобрений используют не только в качестве основного приема, но и в подкормку кормовых пропашных культур (кормовые корнеплоды и капуста, кукуруза, картофель). В подкормку многолетних трав (второго и последующих годов пользования) травостоев на сенокосах и пастбищах жидкие органические удобрения вносят осенью или после укоса (стравливания) не менее чем за 14 дней до использования трав последующего отрастания.

При внутрипочвенном внесении жидких органических удобрений необходимо соблюдать следующие основные агротехнические требования: используемые агрегаты должны быть герметичны, не иметь подтеков удобрений, загрязняющих поверхность обрабатываемых участков; отклонение фактической дозы от заданной не должно превышать $\pm 10\%$, а неравномерность подачи жидких удобрений по насадкам – $\pm 25\%$; отклонение фактической глубины заделки удобрений от заданной должно быть не менее ± 3 см, глубина внесения на пашне должна быть не менее 8 см, а на лугах и пастбищах – не выше узла кущения трав; при подкормке сенокосов и пастбищ площадь с поврежденной дерниной должна составлять не более 3 % от удобренной; не допускается использование жидких органических удобрений на территории первого и второго поясов санитарной зоны охраны источников водоснабжения и минеральных источников.

Контроль качества внесения жидких органических удобрений. Фактическую дозу внесения жидких органических удобрений определяют, учитывая массу (объем) использованных удобрений на площади поля (загона, участка).

Неравномерность внесения удобрений оценивают по значению коэффициента вариации по насадкам распределительных устройств при заполненной цистерне разбрасывателей или агрегатов для внутрипочвенного внесения удобрений.

Качество внесения (равномерность распределения по полю при поверхностном внесении, наличие огрехов, перекрытия и др.) и заделки в почву (по наличию удобрения на поверхности почвы) определяют визуально.

Глубину заделки удобрения устанавливают по глубине обработки почвы, измеряя ее металлической линейкой.

Степень повреждения дернины при внутривпочвенном внесении органических удобрений определяют, измеряя поврежденную площадь на обработанном поле известного размера. Степень повреждения растений при междурядной подкормке пропашных культур оценивают по доле поврежденных растений, отбираемых по диагонали участка с площадью, удобренной при одном проходе агрегата (с известной шириной рабочего захвата) на 10-метровое расстояние (т. е. на удобренном участке с площадью, равной произведению ширины рабочего захвата агрегата на 10-метровом промежутке гона).

Согласно санитарно-ветеринарным требованиям прошедшие карантинное хранение жидкий навоз крупного рогатого скота и свиней, навозные стоки, осадок из отстойников и избыточный активный ил можно применять под кормовые культуры, только если получаемую продукцию скармливают сельскохозяйственным животным не в свежем виде, а в переработанном – в виде силоса, сенажа и травяной муки.

Агротехнические требования к качеству работ по применению жидкого навоза с учетом экологической безопасности и ветеринарной санитарии установлены ОСТ 10 133–96 «Удобрения органические. Требования к качеству работ по применению жидкого навоза. Типовой технологический процесс».

5. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Правильная организация хранения, перевозки и внесения удобрений позволяет избежать их потерь и использовать с максимальной эффективностью. Минеральные удобрения хранят в специальных типовых складах. Склады могут быть прирельсовыми, строиться в хозяйствах и при пунктах химизации сельскохозяйственных предприятий. При хранении минеральных удобрений на открытых необорудованных площадках потери достигают 10–15 %, ухудшается качество удобрений, они отсыревают, слеживаются, снижается содержание действующего вещества.

Необходимость складирования удобрений обусловлена сезонностью их применения и неравномерным поступлением в течение года. Типы и размеры складов определяют с учетом годовой оборачиваемости удобрений. Прирельсовые склады имеют большую вместимость, чем в сельскохозяйственных предприятиях. Здания строят из железобетона.

бетонных и облепченных деревянных конструкций, а также из кирпича, местных строительных материалов и располагают не ближе 200 м от жилых, общественных и производственных зданий.

Размер склада хозяйства зависит от перспективной потребности в минеральных удобрениях и коэффициента их оборачиваемости. Типовые проектные решения складских комплексов (ТП 705-1-165.84) для хозяйственных и межхозяйственных пунктов химизации предусматривают склады для хранения минеральных удобрений на 1200, 1600, 2000 и 3200 т единовременного хранения. В складские комплексы входят: склад пожаро- и взрывоопасных удобрений (соответственно на 1000, 1200, 1600 и 2600 т), склад аммонийной селитры (от 320 до 600 т), склад пестицидов (от 40 до 80 т), а также блок приема и погрузки удобрений в транспортные средства, бытовые помещения, весовая (на 30 т) и резервуар для воды (на 100 м³).

Склады минеральных удобрений должны отвечать следующим требованиям: полная изоляция удобрений от атмосферных осадков, талых и грунтовых вод; поддержание микроклимата, исключающего сквозняки и приток влажного воздуха; механизация погрузочно-разгрузочных работ (центральный проезд шириной 3 м для машин); иметь приемное устройство для незатаренных удобрений, а также бетонные или асфальтовые полы (при хранении удобрений на земляном полу изменяются их физические свойства, они увлажняются, гранулы разрушаются).

Минеральные удобрения в хозяйствах хранятся в типовых складах (вместимостью 1000–3000 т) или в приспособленных помещениях. Каждый вид удобрений помещают в отдельные отсеки, образуемые передвижными или сборно-разборными перегородками. Каждому отсеку присваивается постоянный номер. При хранении минеральных удобрений в складах и приспособленных помещениях необходимо соблюдать следующие правила:

- удобрения в таре должны аккуратно укладываться в штабеля из 12–15 ярусов при различном направлении укладки мешков;

- незатаренные удобрения хранят навалом высотой слоя не более 2,5–3 м, а гранулированный суперфосфат – до 5 м;

- каждый вид удобрений должен храниться отдельно, не допускается смешивание удобрений;

- на каждый вид удобрения устанавливается этикетка с указанием вида удобрения, содержания действующего вещества и массы партии;

вокруг складского помещения делают и регулярно очищают сточные канавы;

в сухую погоду склады удобрений проветривают, а в сырую закрывают и открывают только для отпуски или приема удобрений;

в складах минеральных удобрений запрещается хранить другие материалы;

воспрещается хранить аммиачную селитру в одном помещении с легковоспламеняющимися материалами; склады аммонийной селитры должны иметь на воротах или на стенах со стороны ворот надписи «Аммонийная селитра», «Огнеопасно»; размещение склада аммиачной селитры согласуется с органами государственного санитарного и пожарного надзора;

территория склада минеральных удобрений должна быть огорожена, двери и окна складских помещений в нерабочее время закрыты;

вблизи от места хранения аммонийной селитры и других пожароопасных минеральных удобрений запрещается пользоваться открытым огнем.

Емкости с КАС должны устанавливаться на прочные опоры, исключающие деформацию резервуаров, или укладываться на песчаную подушку. В последнем случае нижнюю часть емкости покрывают битумом.

Дробление и смешивание удобрений перед внесением выполняют с помощью растаривателя-измельчителя АИР-20 и тукосмесительной установки УТМ-30. Если специального оборудования нет, вручную эти работы выполняются обязательно на асфальтовой или бетонной площадке. Правила смешивания приведены в табл. 5.1. Большинство минеральных удобрений можно смешивать только перед самым внесением. Так, если аммонийную селитру и суперфосфат смешивать заблаговременно, получается вязкая масса, неудобная для рассеивания, а при хранении она затвердевает, поэтому эти удобрения смешиваются в день внесения.

Для улучшения физических свойств наиболее распространенных смесей удобрений (аммонийной селитры, гранулированного суперфосфата и хлористого калия), для нейтрализации свободной кислотности суперфосфата и снижения его гигроскопичности добавляют 10–15 % доломитовой муки. Такая смесь сохраняет сыпучесть даже после 4–5 месяцев хранения. Хорошими физическими свойствами обладают смеси из гранулированных удобрений, особенно при одинаковых раз-

мерах гранул. Для приготовления туковых смесей с высоким содержанием NPK и хорошими физическими свойствами в первую очередь используют мочевины или аммонийную селитру, двойной суперфосфат или аммофос, крупнокристаллический хлористый калий. Влажность смешиваемых аммонийной селитры, сульфата аммония и мочевины не должна превышать 3 %, калийных удобрений – 2 %, двойного гранулированного суперфосфата – 5 %.

Таблица 5.1. Схема смешивания минеральных удобрений*

Удобрение	Сульфат аммония	Аммонийная селитра	Мочевина	Суперфосфат гранулированный	Аммофос	Нитроаммофоска, нитрофоска	Хлорид калия	
							крупнокристаллический	мелкокристаллический, сульфат калия
Сульфат аммония		Н	Н	Н	Н	Н	Н	М
Аммиачная селитра	Н		Н	ПВ	М	ПВ	М	Н
Мочевина	Н	Н		ПВ	М	Н	М	Н
Суперфосфат гранулированный	Н	Н	Н		М	ПВ	М	Н
Аммофос	Н	М	М	М		ПВ	М	Н
Нитроаммофоска, нитрофоска	Н	ПВ	Н	ПВ	ПВ		ПВ	Н
Хлористый калий крупнокристаллический	Н	М	М	М	М	ПВ		Н
Хлористый калий мелкокристаллический, сульфат калия	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	

*М – можно смешивать заблаговременно; ПВ – можно смешивать только перед внесением; Н – смешивать нельзя.

Известковые удобрения по физико-механическим свойствам условно подразделяют на пылевидные (доломитовая и цементная пыль, металлургические шлаки, сланцевая зола) и непылящие (известняковая мука, известковый туф, озерная известь, рыхлый мел, дефекакт). Существуют и две технологические схемы их внесения. Для транспортировки и внесения пылевидных известковых удобрений широко используются машины АРУП-8 и РУП-8 (соответственно на автомобильной и

тракторной тяге). Взамен их начато производство машин МТП-8 и РУП-10 также на базе автотягача ЗИЛ-130/131 и трактора Т-150К. Предусматривается выпуск новых и модифицированных машин: для транспортировки и перегрузки удобрений – МТП-13, внесения пылевидных удобрений – РУП-14.

Для транспортировки и внесения слабопылящих известковых удобрений применяют средства механизации общего назначения, в том числе самосвалы транспортные машины и кузовные разбрасыватели МВУ-5, МВУ-8, МВУ-16, КСА-3, МХА-7 и др. Эти машины могут также транспортировать удобрения. В перспективе для транспортировки и внесения слабопылящих известковых удобрений будет использоваться новый разбрасыватель МВУ-30 грузоподъемностью 27 т.

При внесении пылевидных удобрений машины АРУП-8 и РУП-8 работают по прямоточной или перегрузочной технологической схеме, выбор которой зависит от удаленности прирельсовой базы, состояния дорог и полей, куда вносятся удобрения, а также количества машин для транспортировки удобрений. Прямоточная технология включает загрузку разбрасывателей на складе, транспортировку, внесение, экономически целесообразна при удаленности поля от склада до 30 км для АРУП-8 и до 6 км для тракторных разбрасывателей РУП-8. При перевозке на большие расстояния применяют перегрузочную технологию, которая предусматривает загрузку и транспортировку удобрений АРУП-8, а внесение – тракторными разбрасывателями РУП-8. Этот способ выгоден при транспортировке удобрений более чем на 8 км, плохом состоянии подъездных путей и невозможности передвижения по полю АРУП-8. Количество занятых машин зависит от схемы организации работ, состояния дорог, расстояния транспортировки, скорости движения транспортных средств и дозы удобрений.

Непылящие известковые удобрения вносят по трем основным технологическим схемам: прямоточной, перегрузочной и перевалочной. Прямоточная технология с использованием тракторных разбрасывателей МВУ-8, МВУ-16 экономически эффективна при радиусах перевозок соответственно не более 3,6 и 12 км, автомобильных КСА-3 и МХА-7 – 12–15 и 20–25 км. По перегрузочной схеме удобрения доставляются в поле автомобилями-самосвалами СА3-3502, перегружаются в кузовные разбрасыватели и вносятся в почву. Эта технология не находит широкого применения из-за недостатка перегрузчиков. По перевалочной схеме непылящие известковые удобрения доставля-

ются автотракторным транспортом в поле и складываются на краю в бурты, из которых их загружают в кузовные разбрасыватели и вносят в почву.

В перспективе в Беларуси планируется наладить серийное производство машин МХС-10 с распределителями штангового типа. Неравномерность внесения доломитовой муки как по ходу движения, так и по ширине захвата у них не превышает 15 %.

5.1. Технология внесения удобрений

Твердые минеральные удобрения. В зависимости от расстояния перевозок удобрений, наличия машин, доз удобрений, организации работ по подготовке, погрузке, транспортировке и внесению удобрений используют все три технологические схемы: прямоточную, перевалочную, перегрузочную.

При *прямоточной* схеме машины для внесения удобрений транспортируют и разбрасывают удобрения. Она эффективна при небольшой удаленности полей от склада, а также при использовании автомобильных разбрасывателей.

Перегрузочная и перевалочная схемы предполагают использование для перевозки транспортных средств, а для внесения – специализированных машин для внесения удобрений. Перевалочная технология к тому же требует мест перевалки (оборудованные площадки или временные площадки на поле).

При *перегрузочной* технологии загруженные на складе удобрения доставляются на поле транспортными средствами (автосамосвалами, тракторными прицепами, автопогрузчиками и т. д.), затем их перегружают в машины для внесения (разбрасыватели, комбинированные сеялки и т. д.).

При *перевалочной* технологии удобрения загружают в транспортные средства, перевозят к местам внесения, там выгружают на временные площадки, а затем с помощью транспортных и других погрузчиков или вручную загружают в используемые для внесения агрегаты.

Для внесения удобрений используют прицепные и навесные тракторные центробежные разбрасыватели, автомобильные разбрасыватели, туковые сеялки. Выбор комплекса машин определяется приемом и способом внесения твердых минеральных удобрений.

Основное (разбросное) внесение твердых минеральных удобрений

может осуществляться любыми машинами, представленными в табл. 5.2, 5.3. Основными техническими средствами для внесения твердых минеральных удобрений в республике являются машины с центробежными дисковыми распределяющими рабочими органами. Более перспективны для внесения таких удобрений штанговые (шнековые) машины типа СУ-12, РШУ-12 отечественного производства, которые более равномерно вносят удобрения по сравнению с центробежными разбрасывателями. В последнее время Бобруйскагромаш выпускает распределитель минеральных удобрений РУ-7000А.

Для внесения твердых минеральных удобрений целесообразно использовать современные разбрасыватели ведущих мировых производителей RAUCH (модели МДС 935, Аксис 30,1, ТВС 5000), GASPARDO (модели ZENO-18, XPL 800 и др.), AGREX (модели MAXI 4000), SIPMA, UNIA и др., которые позволяют вносить удобрения с неравномерностью не более 15 %.

Таблица 5.2. **Машины для внесения твердых минеральных и известковых удобрений**

Показатель	Марка машины						
	1-РМТ-4А	МВУ-6	МВУ-8	МВУ-16	СТТ-10	КСА-3	МХА-7
Агрегируется	МТЗ-80/82	МТЗ-80/82	Т-150	К-701	МТЗ-80/82	ЗИЛ-555	Урал-5557
Грузоподъемность, т	4	6	11	16	5	4	7
Ширина распределения удобрений, м	7–12	8–16	14,5–19,0	10,0–21,5	10,5–17,5	8,5–13,0	13,5–21,5
Доза внесения удобрений, кг/га	100–1000	150–10000	100–9700	100–1660	60–1320	100–8800	450–11010
Неравномерность внесения по ширине, ± %	25	20–22	25	20–22	11–17	25	25

Таблица 5.3. Машины для внесения удобрений белорусского производства

Машина	Марка машины	Объем бункера, л	Грузоподъемность, т	Ширина распределения удобрений, м	Рабочая скорость, км/ч	Неравномерность внесения, ± %	Доза внесения удобрений, кг/га	Производительность, га/ч	Трактор, кл. т. с.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Известковые удобрения									
Машина для внесения химмелиорантов	МШХ-9		12	6,5	6–12	15	3–6	9	
Машина химизации самоходная	МСХ-10		12	10,8–22	6–12	15	2000–6000 150–100	2,5 6–12	
Минеральные удобрения									
Рассеиватель минеральных удобрений	РУ-1600	1380	1,6	12–28	8-12	10–16	40–1100	25	0,9–1,4
То же	РУ-3000	2470	3,0	12–28	8–12	10–16	40–1100	25	2,0
»	РУ-7000		7,0						
Машина для внесения твердых минеральных удобрений	МТТ-4У	3900	4,5	16–24	8–12	10	60–2500	9–21	0,9–1,4
То же	АВУ-0,8	800	0,8	10–24	3–12	10	40–1000	25	0,9–2,0
»	АВУ-1,5	1500	1,5	10–24	3–12	10	40–1000	25	1,4–2,0
Машина штанговая для внесения минеральных удобрений	МШВУ-18	9	9	18	8–12	3,7	100–700	18–20	2,0–3,0
Разбрасыватель минеральных удобрений (дисковый)	РДУ-1,5	1100	1,5	10–24	3–12	10–16	50–500	12–16	1,4–2,0
То же	РДУ-3,6		3,6	10–20	8–12	10–16	50–500	12–16	1,4–2,0
»	РДУ-8,5		8,5	10–28	8–12	10–16	50–500	16–20	1,4–2,0

Разбрасыватель минеральных удобрений	РРМУ «РОСА»	0,8	1,0	14–18	18–22	20	40–300	10–22	
Машина для подкормки с.-х. культур	РМУ-1,6		1,6	10–12	8–12	10	40–1000		
Рассеиватель минеральных удобрений	РМУ-8000		8,0						
Разбрасыватель минеральных удобрений	Л-116			8–24	6–15	10	40–1000	8–16	0,9–2,0
Сеялка для внесения минеральных удобрений	СУ-12-01	850		12	10–12	4	10–240	7–12	1,4–2,0
Подкормщик штанговый навесной	РШУ-12		0,55	10–12	10–11	8–11	60–300	7	1,4
Машина для внесения удобрений и семян многолетних трав	РУС-07А	580		12,5			45–1000	13	1,4
Минеральные удобрения (при посеве)									
Сеялка зернотуковая универсальная	С6-Т	240		6	15				1,4–2,0
Сеялка точного высева с внесением удобрений	СТВ-8КУ	280		4,8–6,0			40–400	2,2	1,4
Сеялка точного высева с внесением удобрений	СТВ-12У	80 и 160		5,4–6,0			60–600	3,2	1,4–2,0
Жидкие минеральные удобрения									
Машина для внесения жидких минеральных удобрений	АПЖ-12			12		5	80–300	10	1,4
Самоходный опрыскиватель	«РОСА-05»	0,6		10,5	20–40		10–60 (л)	60	

Окончание табл. 5.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Твердые органические удобрения									
Машина для внесения твердых органических удобрений	МТТ-4		4,5	4–8			10–40		0,9
То же	МТТ-9		9	4–8			20–60		0,9–1,4
Прицеп-разбрасыватель органических удобрений	ПРТ-7А		7,3	5–8			10–60		1,4
То же	ПРТ-11		11,0	5–8			20–60		3,0
Жидкие органические удобрения									
Машина для внесения жидких органических удобрений	МЖТ-Ф6		6	6–12	7–12		10–60		1,4
То же	МЖТ-Ф8		8	6–12	7–12		10–60		1,4–2,0
»	МЖТ-Ф11		11	6–12	7–12		10–60		2,0–3,0
»	МЖТ-Ф19		20	6–12	7–12		20–60		2,0–3,0

В настоящее время отечественными производителями сельскохозяйственной техники созданы зернотуковые сеялки, осуществляющие припосевное внесение твердых минеральных удобрений (С-6-Т, СТВ-8КУ, СТВ-12У, СЗ-3,6). Для внесения минеральных удобрений можно использовать машины для внесения удобрений, комбинированные сеялки и агрегаты зарубежного производства.

Не менее перспективно использование современных посевных комплексов, которые одновременно с посевом сельскохозяйственных культур вносят минеральные удобрения (LEMKEN и др.).

Поверхностная подкормка сельскохозяйственных культур проводится машинами, используемыми для основного внесения. При этом лучшей техникой, обеспечивающей более равномерное точное внесение твердых минеральных удобрений, являются туковые сеялки СУ-12, РШУ-12.

Жидкие минеральные удобрения. Работы по внесению жидких комплексных удобрений (ЖКУ) и карбамид-аммиачной селитры (КАС) также могут быть организованы по прямой, перегрузочной и перевалочной технологическим схемам. При этом прямая технология рациональна, если расстояние перевозки не превышает 25 км. Перегрузочная технология предполагает транспортировку жидких минеральных удобрений транспортными средствами, в частности автомобилями-цистернами АЦ-4,2, и заправки из них техники для внесения жидких минеральных удобрений. Для перевалочной технологии нужны полевые стационарные хранилища, из которых заправляются машины для внесения удобрений.

Поверхностное внесение жидких минеральных удобрений может выполняться машиной для внесения жидких минеральных удобрений АПЖ-12 и ее аналогами (ПОМ-2000, Микосан и др.). Для внутрипочвенного внесения ЖКУ используется машина ОВЖ-2000, которая одновременно проводит чизелевание почвы. Ее целесообразно использовать на склоновых землях.

6. АГРОХИМИЧЕСКОЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ

Учебная практика по крупномасштабному агрохимическому исследованию почв студентов 3-го курса агроэкологического факультета проводится в течение 9 дней (54 ч) в одном из хозяйств республики под непосредственным руководством преподавателей кафедры агрохимии.

Во время прохождения учебной практики студенты должны научиться самостоятельно проводить полевые и лабораторные исследования, составлять агрохимические картограммы, паспорта полей и участков, давать агрохимическую оценку почвы по полученным материалам, а также готовить входную информацию для обработки материалов агрохимических исследований на ЭВМ.

Производственная практика проводится в областных проектно-изыскательских станциях по химизации сельского хозяйства и хозяйствах республики на протяжении трех недель. В процессе этой практики студенты знакомятся со структурой и организацией работы отделов и служб областных проектно-изыскательских станций по химизации сельского хозяйства (ОПИСХ), а также приобретают практические навыки самостоятельной работы по проведению полевого крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв в хозяйствах республики, где они под руководством агрохимиков-почвоведов ОПИСХ проводят плановое агрохимическое обследование почв, работая в качестве стажеров или на оплачиваемой должности.

Часть студентов проходит производственную практику в областных проектно-изыскательских станциях по химизации сельского хозяйства (ОПИСХ) на оплачиваемых должностях и собирает необходимый материал для написания дипломных работ.

6.1. Подготовка к полевым исследованиям

Перед проведением полевых исследований студенческая группа знакомится с материалами предыдущего тура обследования угодий хозяйства: почвенными картами, очерками, картограммами, пояснительными записками, агрохимическими паспортами полей, уровнями загрязнения угодий радионуклидами, картограммами плотности загрязнения почв цезием-137, стронцием-90 и др.

Также собираются сведения о размещении культур в севообороте, проведении мелиорации, изменениях в экспликации угодий, уточняются площади угодий для отбора образцов с целью определения цезия-137, стронция-90, количество требуемых смешанных и объединенных почвенных образцов по видам анализов и др.

Группе выдается почвенная карта, план землеустройства и, если имеются, агрохимические картограммы прежнего тура агрохимических исследований.

До выезда в поле студенческая группа разбивается на подгруппы

(бригады) по три человека, в каждой из которых преподаватель назначает старшего.

Каждая бригада получает задание на агрохимическое обследование определенной территории (по плану землепользования) и делает выкопировку своего участка в трех экземплярах в масштабе 1:10000.

На рабочем экземпляре плано-картографической основы в виде горизонталей должны быть нанесены почвенные разновидности, при полевом обследовании на этот же экземпляр переносят границы полей, рабочих и элементарных участков, их номера и маршрутные ходы.

На втором экземпляре плано-картографической основы во время рекогносцировочного объезда хозяйства наносятся границы полей сельскохозяйственных культур года обследования. Указываются год проведения известкования по отдельным участкам, доза и вид известкового материала, мелиоративное состояние угодий.

В чистовой экземпляре плано-картографической основы (является копией рабочего экземпляра) вносятся все перечисленные и уточненные данные.

На рабочем экземпляре плано-картографической основы выделяются границы элементарных участков, совпадающие по возможности с их границами в предыдущем туре. Желательно обеспечить их нумерацию и маршрутные ходы, как и при предыдущем обследовании. Наносится также плотность загрязнения участков радионуклидами по данным прошлого тура обследования.

Перед выходом в поле каждая бригада получает для работы в поле тростевой бур для взятия почвенных образцов и приспособление для чистки бура, приборы для определения мощности экспозиционной дозы (МД), вешки (1,5–2 м), линейку, мерную ленту, экер, оберточную бумагу, этикетки, ведомость агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий, а также методические указания к учебной и производственной практике по крупномасштабному агрохимическому исследованию почв.

6.2. Проведение агрохимического и радиологического обследования почв

6.2.1. Цель и задачи агрохимического и радиологического обследования почв

Целью агрохимического и радиологического обследования является получение достоверной информации об уровне плодородия почв по

комплексу агрохимических показателей и плотности загрязнения их радионуклидами.

Материалы агрохимического и радиологического обследования используются для решения следующих задач:

- ведение агрохимического и радиологического мониторинга почв;
- оценка состояния плодородия почв;
- разработка предложений по сохранению и поддержанию плодородия почв сельскохозяйственных земель;
- расчет потребности в минеральных удобрениях, разработка планов применения удобрений и проектно-сметной документации по известкованию кислых почв;
- оценка эффективности применения средств химизации и ведения сельскохозяйственного производства;
- прогноз уровней накопления радионуклидов в продукции;
- разработка защитных мероприятий, обеспечивающих получение нормативно чистой продукции по содержанию радионуклидов;
- оценка возможности ввода земель отчуждения в хозяйственное пользование и (или) вывода радиационно опасных земель из пользования.

Агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель проводится один раз в четыре года в соответствии с графиком, утверждаемым Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

6.2.2. Рабочее снаряжение почвовед-агрохимика

Для выполнения совмещенного агрохимического и радиологического обследования почв почвоведу-агрохимику необходимо следующее обеспечение:

1. Комплект спецодежды (утепленная куртка, плащ, костюм хлопчатобумажный, сапоги резиновые).
2. Приборы для определения мощности дозы гамма-излучения (МД): ДБГ-06Т, ДБГ-01Н, ДРГ-01Т1, РКС-107, МКС АТ 6130 и др.
3. Тростевой бур диаметром 10 мм с насечками через 5 см.
4. Модифицированный бур Малькова диаметром 40 или 50 мм.
5. Рюкзак.
6. Полевая сумка.
7. Простые и цветные карандаши, резинка, шариковая ручка, линейка, общие тетради.

8. Микрокалькулятор.
9. Курвиметр.
10. Этикетки.
11. Бумага оберточная.
12. Бланки Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель.
13. Планово-картографическая основа – три экземпляра на хозяйство.
14. Пленка полиэтиленовая.
15. Почвенная карта.
16. Мешки полиэтиленовые.
17. Планшет или палетка.
18. Компас.
19. Методика крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь.
20. Картограмма плотности загрязнения сельскохозяйственных земель радионуклидами прошлого тура обследования.
21. Планово-картографическая основа землепользования сельскохозяйственной организации со схемой размещения элементарных участков прошлого тура обследования (один экземпляр) и два экземпляра планово-картографической основы для работы.

6.2.3. Изучение и подготовка исходных материалов

Перед проведением полевых работ почвовед изучает материалы предыдущего тура обследования земель хозяйства: почвенные карты, очерки, картограммы, пояснительные записки, агрохимические паспорта полей, уровни загрязнения видов земель радионуклидами, картограммы плотности загрязнения почв цезием-137 и стронцием-90.

Непосредственно в сельскохозяйственной организации почвовед-агрохимик собирает сведения о размещении культур в севообороте, проведении мелиорации, изменениях в экспликации угодий, уточняет площади видов земель для отбора образцов с целью определения содержания цезия-137, стронция-90, количество требуемых смешанных и объединенных почвенных образцов по видам анализов и др.

Для работы в поле почвовед-агрохимик получает три экземпляра планово-картографической основы (масштаб 1:10000):

1. На рабочем экземпляре планово-картографической основы

должны быть нанесены почвенные разновидности, границы полей, рабочих участков, элементарных участков, их номера и маршрутные ходы, глубина гумусового горизонта. Отмечаются раскорчевки, мелиоративные мероприятия, элементарные участки с крутизной склона более 3° и дефляционноопасные участки. Наносится также плотность загрязнения почв радионуклидами по данным прошлого тура обследования.

Желательно, чтобы границы элементарных участков, их нумерация и маршрутные ходы совпадали по возможности с предыдущим туром обследования. Постоянство расположения элементарных участков по турам обследования позволяет повысить качество обследования, обеспечивать разработку долгосрочных мероприятий по повышению плодородия отдельных участков, производству нормативно чистой продукции по содержанию радионуклидов.

2. На втором экземпляре планово-картографической основы во время рекогносцировочного объезда хозяйства наносятся границы полей сельскохозяйственных культур года обследования. Указываются год проведения известкования по отдельным участкам, доза и вид известкового материала.

Чистовой экземпляр планово-картографической основы, в который вносятся все перечисленные и уточненные данные, после окончания работ подписывается почвоведом-агрохимиком, руководителем хозяйства и заверяется печатью хозяйства.

6.2.4. Рекогносцировочный объезд хозяйства и выделение элементарных участков

Совместно с назначенным представителем хозяйства почвовед-агрохимик совершает его рекогносцировочный объезд. Сверяется соответствие ситуации на планово-картографической основе и местности, вносятся все имеющиеся изменения (границы производственных участков, посевов сельскохозяйственных культур, дороги, площади земель и др.). Изучаются расположение бригад и рабочих участков, рельеф местности. Вся информация, нанесенная на рабочем экземпляре планово-картографической основы, уточняется на основе результатов ознакомления с территорией хозяйства.

В соответствии с уточненной информацией после рекогносцировочного объезда окончательно производится установление границ элементарных участков на планово-картографической основе, большинство из которых должно совпадать с границами по предыдущему

туру обследования, составляется инвентаризационный паспорт обследованного участка (прил. 9).

Выделение элементарных участков производится в пределах границ угодий с учетом почвенного покрова, среднего размера участков и рельефа местности. С целью обеспечения совпадения между турами обследования допускается выделение элементарных участков независимо от возделываемых культур, но желательно, чтобы в один элементарный участок не попадали пропашные и другие виды возделываемых культур.

При существенном изменении планово-картографической основы землепользования производится дополнительное выделение элементарных участков.

Желательно, чтобы форма элементарных участков приближалась к квадрату или прямоугольнику. В случае малых размеров полей или сложной их конфигурации форма элементарных участков может быть любой. При выделении новых элементарных участков необходимо обеспечить их однородность по почвенным разновидностям и мощности экспозиционной дозы. Не допускается включения в один элементарный участок:

- почв разного типа (дерново-подзолистые и торфяно-болотные; дерновые и дерново-подзолистые и т. д.);

- почв, резко различающихся по степени увлажнения (дерново-подзолистые автоморфные и дерново-подзолистые глееватые и глеевые или дерновые глееватые и глеевые);

- минеральных почв, различающихся по гранулометрическому составу (допускается объединение в один элементарный участок глинистых и тяжелосуглинистых почв, развитых на моренных водно-ледниковых и озерных отложениях; средне- и легкосуглинистых почв, развитых на моренных, водно-ледниковых, озерных и лессовидных отложениях, лессах; связносупесчаных почв, развитых на тех же породах почв; рыхлосупесчаных и песчаных почв, развитых на песках), за исключением случаев большой пестроты почвенного покрова и мелкой контурности сельскохозяйственных угодий, когда допускается включение в элементарный участок различных сочетаний почв (почвенный образец отбирается при этом по преобладающим почвенным разновидностям);

- почв разных сельскохозяйственных угодий (пашня, многолетние насаждения, сенокосы, пастбища);

- почв произвесткованных и непроизвесткованных после предыдущего тура обследования.

Кодирование почвенных разновидностей с указанием типов почв,

их степени увлажнения, гранулометрического состава, подстилаемых и почвообразующих пород представлено в прил. 1, 2.

При нарезке новых участков не допускается включение в один элементарный участок почв, не загрязненных и загрязненных радионуклидами (по результатам обследования предыдущего тура), а также почв, имеющих разную степень загрязнения радионуклидами в соответствии с принятой градацией. При наличии на элементарном участке почв с плотностью загрязнения радионуклидами по градации выше загрязнения окружающего массива пятно оконтуривается и на нем производится отбор почвенного образца.

Нередко имеет место мозаичность почвенного покрова и выделить самостоятельный контур в принятом масштабе не представляется возможным. В этих случаях в элементарный участок включается комбинация почв, состоящая из двух и более близких разновидностей. При этом отбор образца из этого элементарного участка производится с учетом преобладающей разновидности, а если они занимают одинаковую площадь в элементарном участке – из двух или более разновидностей.

При невозможности учесть все перечисленные выше факторы элементарный участок выделяется на основании почвенных разновидностей, т. е. в пределах их границ.

При наличии на местности хороших ориентиров, небольших размеров участков разбивку поля на элементарные участки проводить нетрудно. При больших размерах полей, отсутствии естественных ориентиров на местности разбивку производят, пользуясь вехами, эккером, мерной лентой и другими инструментами и приспособлениями. Поле при этом разбивают на более мелкие участки вплоть до элементарных.

Для этого по границе поля отмеряют рулеткой или двухметровым циркулем расстояние, равное длине элементарного участка в натуре, и устанавливают веху. Затем на таком же расстоянии от первой вехи ставят вторую и т. д., провешивая вдоль границы поля прямую линию АВ.

По обоим концам провешенной линии в точках А и В с помощью эккера и вех отбивают прямые углы и устанавливают вехи на линиях АД и ВС, идущих вдоль границ обследуемого поля перпендикулярно к линии АВ. Первые вехи на линиях АД и ВС от точек А и В ставят на расстоянии, равном половине ширины элементарного участка; последующие вехи устанавливают уже на расстоянии, равном ширине элементарного участка, от первых вех. Между противоположными веха-

ми, расположенными вдоль отрезков АД и ВС, проходят маршрутные линии, по которым должен идти студент, отбирающий образцы «ходом по оси» участка. Для этого он идет от первой вехи, стоящей на линии АД, ориентируясь на веху, поставленную на противоположной стороне поля.

Границы элементарных участков отмечают визуально, оглядываясь на вехи, которые стоят вдоль границ поля параллельно маршрутным линиям.

Чтобы установить расстояние между точками отбора индивидуальных проб при составлении одного смешанного образца, надо длину одного элементарного участка, выраженную в шагах отбирающего пробы, разделить на тридцать. Маршрутные линии на равном поле можно прокладывать параллельно любой его стороне, а на склонах – только поперек склона.

Если индивидуальные пробы отбирают по диагонали элементарных участков, то разбивку в натуре на элементарные участки ведут несколько иначе и вехи ставят по углам каждого элементарного участка. Расстояние между точками отбора индивидуальных проб тогда будет равно расстоянию в шагах по диагонали участка, деленному на двадцать.

Каждому элементарному участку присваивается идентификационный номер (прил. 10). Размеры элементарных участков устанавливаются с учетом площадей севооборотов, контурности земель и других конкретных условий в пределах от 3 до 15 га при среднем размере элементарного участка около 10 га.

Минимальная площадь элементарных участков устанавливается в зависимости от конкретных условий и зависит от контурности угодий.

На эродированных почвах каждый элементарный участок должен располагаться в пределах почвенного контура одной и той же степени эродированности.

На торфяных почвах при открытой осушительной сети элементарные участки располагаются между каналами.

6.2.5. Общие правила отбора смешанных почвенных образцов при агрохимическом и радиологическом обследовании

Отбор почвенных образцов производится студентами под обязательным наблюдением преподавателя. Смешанные почвенные образцы отбирают по элементарным участкам тростевым буром на глубину гумусового горизонта.

На не загрязненных радионуклидами почвах при одном агрохимическом обследовании должно быть 30–35 уколов общим весом 0,6 кг на минеральных и 0,2–0,3 кг на торфяных почвах.

При плотности загрязнения почв цезием-137 по данным предыдущего тура обследования 37 кБк/м^2 (1 Ки/км^2) и более или мощности дозы гамма-излучения более $0,20 \text{ мкЗв/ч}$ (20 мкР/ч) для отбора одного смешанного образца необходимо проводить не менее 60 уколов (объем пробы не менее 1 дм^3), что для минеральных почв составляет 1,3–1,4 кг, а для торфяных – 0,4–0,5. При этом спектрометрические измерения на содержание цезия-137 производят для каждого смешанного образца. При отборе смешанных образцов рекомендуется метод маршрутного хода по длинной диагонали элементарных участков. Он является самым производительным и достаточно точным.

На полях с выровненным рельефом или имеющих пологие склоны отбор смешанных почвенных образцов осуществляется по диагонали, осевой линии или змейкой с отклонением в стороны от осевой линии не более 10 м. На склоновых землях со средне- и сильносмытыми почвами (на склонах более $3\text{--}5^\circ$) отбор проб осуществляется маршрутным способом поперек склона.

Отбор смешанного почвенного образца производят, отступив от края элементарного участка не менее 10 м и не ближе 30 м от дорог, каналов, построек, мест складирования органических и минеральных удобрений (не ближе 10 м от края элементарного участка площадью 2–3 га, расположенного между каналами).

Точечные пробы отбираются через равные промежутки. При отборе образцов следует обращать внимание на то, чтобы в смешанный образец не попадала почва подпахотного горизонта.

При попадании в бур почвы подпахотного горизонта она удаляется. Необходимо следить, чтобы бур при каждом отборе равномерно наполнялся почвой. Точечные пробы тщательно просматриваются с тем, чтобы они не имели резких различий по окраске, не содержали примесей навоза, торфа, гранул удобрений, извести и других нехарактерных почве примесей. В случае попадания в бур примесей, отличающихся по окраске от почвы, точечные пробы отбираются повторно.

Следует исключить отбор точечных проб на участках, резко отличающихся по состоянию развития растений от общего массива, на мелких вымочках и понижениях, не характерных для общего рельефа участка.

На полях с пропашными культурами укол буром делается в гребень междурядной обработки, предварительно уплотненный ногой. Анало-

гично проводится уплотнение почвы и на неуплотненных вспаханных почвах.

При отборе смешанных образцов производится замер глубины пахотного горизонта в пяти точках равномерно по маршруту их отбора с помощью тростевого бура с насечками через 5 см. На свежевспаханных почвах перед замером глубины пахотного горизонта почва разравнивается и уплотняется. Глубина определяется по границе изменения цвета, сложения или структуры, которые характеризуют разделение пахотного и подпахотного горизонтов почвы. Величина пахотного горизонта определяется в сантиметрах и ее среднее значение записывается в этикетку (прил. 8) и ведомость агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства (прил. 3).

Запрещается производить отбор почвенных образцов другими способами.

При завершении отбора смешанного образца с элементарного участка почва перемешивается, очищается от растительных остатков и вместе с этикеткой помещается в полиэтиленовый пакет (на загрязненных радионуклидами почвах) или бумагу (при одном агрохимическом обследовании). Этикетка образца заворачивается в уголок бумаги или часть пакета без почвы для исключения контакта ее с почвой во избежание намокания и порчи.

Отобранному смешанному образцу присваивается номер элементарного участка. Нумерация должна быть сквозной в пределах угодий землепользования.

На этикетке отмечаются номер образца, район, землепользователь, дата отбора образца, фамилия почвоведом (прил. 5).

Отобранные образцы просушивают в крытых проветриваемых помещениях, предоставляемых землепользователями на время обследования почв.

6.3. Оформление полевых материалов

Во время работы в хозяйстве на рабочем экземпляре плано-картографической основы почвоведом-агрохимиком отмечаются границы элементарных участков, их номера, глубина пахотного горизонта, направление маршрутных ходов, заполняются соответствующие графы Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства (см. прил. 3).

Ежедневно после окончания работы в поле на чистой экземпляре плано-картографической основы переносятся уточненные границы

элементарных участков с порядковыми номерами, указываются их площадь, глубина пахотного горизонта и другие показатели.

Работа считается законченной, когда все требуемые графы Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства заполнены, площади элементарных участков сверены и уточнены по полям с данными землеустроительного плана, проведены контроль за качеством работ по обследованию и приемка документации, почвенные образцы переданы в аналитическую лабораторию ОПИСХ.

6.3.1. Заполнение ведомости агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий

Достоверность исходных данных, правильность их кодирования и внесения в Ведомость агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства (см. прил. 3) обеспечивается путем кодирования в точном соответствии с принятой системой кодов. Запись данных производится построчно в разрезе рабочих участков в порядке возрастания номеров элементарных участков. Записи следует делать черными или фиолетовыми чернилами.

Отделение целой части от дробной производится запятой. Список показателей в ведомости размещается в виде вертикальных колонок. Каждому показателю отведена отдельная графа. Указываются область, район и наименование сельхозпредприятия (заполнение вышеуказанных строк производится в ОПИСХ ее представителем).

В каждой графе, соответствующей определенному показателю Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства, указывается требуемое (допустимое) количество знаков или разрядность графы. Например, в графе 6 «Номер рабочего участка» в строке указано четыре нуля (0000), т. е. максимально допустимое количество рабочих участков в данном хозяйстве должно быть не более 9999. В случае меньшего количества рабочих участков на месте недостающих знаков нули можно не проставлять. Например, номер рабочего участка 25. В графе «Номер рабочего участка» в данном случае записывается 25.

Численное значение других показателей может состоять из целых, десятых, сотых и тысячных. Их заполнение осуществляется в соответствии с количеством нулей до и после запятой. Например, в графе «Отдаленность отбора образцов от загрязнителя» проставлено 00,000. Если отбор почвенных образцов проводится вдоль дороги на расстоя-

нии 25, 50 и 100 м, соответственно производится запись 0,025, 0,050 и 0,100.

При отборе образцов на тяжелые металлы на расстоянии от крупных промышленных центров от 5 до 10 км производится запись соответственно 5,000; 6,000; 7,000; 8,000; 9,000 или 10,000.

До запятой количество знаков может быть меньше или равно количеству нулей, но не более.

Графа А. «Номер строк». Записывается порядковый номер строки по возрастанию номеров (четыре знака). Необходимо, чтобы количество строк в журнале соответствовало количеству элементарных участков, определенных по хозяйству и указанных в строке «Количество элементарных участков». Запись в графе А производится представлением всех четырех разрядов, например 0001, ...0013, ...1129, ...0174.

Графа 1. «Номер производственного участка (бригады)». Отмечается принятый в хозяйстве номер производственного участка (бригады), за которым закреплены земельные угодья (два знака). В тех случаях, когда в сельскохозяйственных предприятиях существуют словесные названия производственных участков (бригад), по согласованию с руководством хозяйств при агрохимическом обследовании почв этим производственным участкам (бригадам) присваиваются цифровые номера, которые должны в дальнейшем использоваться во всех плановых и отчетных документах.

Графа 2. «Код типа земель». Проставляется код угодья, к которому относится элементарный участок. В каждой строке записывается в соответствии с экспозицией четырехзначный код сельскохозяйственных угодий: пашня – 1100, многолетние насаждения (сады, ягодники, хмельники и т. д.) – 1200, сенокосы естественные – 1440, сенокосы улучшенные – 1450, пастбища естественные – 1540, пастбища улучшенные – 1550.

Графа 3. «Номер севооборота». Проставляется номер севооборота. Данная графа имеет два знака. Например, в производственном участке (бригаде) имеется севооборот № 2. В этом случае запись «02» в графе 3 обозначает севооборот № 2. При отсутствии в хозяйстве устройства в графе 3 во всех случаях производится запись «00».

По внесевооборотным пахотным землям, сенокосам и пастбищам в графе 3 также производится запись «00».

Запись номеров севооборотов в графе 3 производится по принятой нумерации севооборотов в хозяйстве независимо от степени их освоения.

Графа 4. «Номер поля севооборота». Заполняется двумя знаками. При заполнении графы 4 следует учитывать следующие особенности: при наличии в хозяйстве севооборотов в графе 4 проставляются порядковые номера полей, принятые для данного севооборота; при отсутствии в хозяйстве севооборотов в графе 3 записываются нули (00), а в графе 4 проставляются номера полей, начиная с 01. В этом случае нумерация полей ведется в пределах производственного участка (бригады).

Графа 5. «Площадь поля севооборота, га». Проставляется площадь поля в гектарах в графе против каждого элементарного участка, относящегося к данному полю (три знака до запятой и один после). Например, площадь поля составляет 72,3 га. В графе 5 по всем элементарным участкам этого поля записывается 072,3. При отсутствии севооборотов в графе 5 по каждому элементарному участку записываются площади полей в соответствии с их нумерацией в графе 4.

Графа 6. «Номер рабочего участка». Проставляется номер рабочего участка (два знака). Рабочий участок – это участок поля, ограниченный естественными границами – дорогами, каналами, лесом, полосами кустарника, другими пахотными угодьями.

Поле севооборота может включать один или несколько рабочих участков. В отдельных случаях на обрабатываемом земельном массиве могут располагаться два и более полей севооборота, не разделенных естественными границами. В этой ситуации рабочий участок принимается в границах полей севооборотов.

Если на поле или части поля севооборота выращивается несколько культур, то культура не является признаком выделения самостоятельного участка.

Нумерация рабочих участков производится в пределах одного поля севооборота (поля при отсутствии севооборота). В тех случаях, когда в хозяйстве имеются севообороты и внесевооборотные пахотные земли, нумерация рабочих участков по внесевооборотным землям осуществляется в пределах севооборота, начиная с 01. Как правило, это будут массивы пахотных внесевооборотных земель, прилегающие к полям севооборота. Таким образом, внесевооборотные земли условно привязываются к севооборотам. В данном случае в графе 3 по внесевооборотным землям проставляются номера, к которым они отнесены, в графах 4, 5 проставляются нули, а в графе 6 внесевооборотные земли фиксируются через номера рабочих участков, начиная с 01.

Например, в производственном участке (бригаде) № 1 имеется се-

вооборот № 1, состоящий из семи полей. В подразделении имеется также три внесевооборотных участка, ограниченных естественными границами, т. е. три рабочих участка. В графе 1 по всем элементарным участкам записывается 01, в графе 3 – 01 (номер севооборота). В графе 4 поля севооборота нумеруются от 01 до 07, в графе 6 записываются номера рабочих участков в пределах полей, начиная с 01.

Номера рабочих участков сенокосов и пастбищ привязываются к производственным участкам (бригадам) и имеют сквозную нумерацию в пределах бригады, начиная с 01 (см. фрагмент заполнения Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства, прил. 3).

Графа 7. «Площадь рабочего участка, га». Проставляется площадь рабочего участка (три знака до запятой и один после) в строках каждого элементарного участка.

Графа 8. «Номер элементарного участка». Отмечается почвоведом-агрохимиком согласно нумерации элементарных участков при агрохимическом обследовании почв в данном хозяйстве (четыре знака). Например, элементарный участок № 13 в этой графе записывается так: 0013.

Нумерация элементарных участков по хозяйству ведется сквозная, независимо от вида обследуемых сельхозугодий. По окончании агрохимического обследования почв каждого конкретного хозяйства по графе 8 подсчитывается общее количество элементарных участков и проставляется в правой верхней части формы Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства в строке «Количество элементарных участков».

Графа 9. «Площадь элементарного участка, га». Определяется при агрохимическом обследовании почв. Проставляется в гектарах (два знака до запятой и один после). Например, площадь элементарного участка составляет 5,6 га. В данной графе записывается 05,6.

При записях следует строго следить, чтобы сумма площадей элементарных участков, располагающихся на одном поле севооборота, строго соответствовала общей площади поля. Сумма площадей (площадь) рабочих участков, входящих в одно поле севооборота, должна также строго соответствовать сумме площадей элементарных участков этого поля и площади поля.

По внесевооборотным пахотным землям, а также по сенокосам и пастбищам сумма площадей элементарных участков, входящих в со-

став одного рабочего участка, должна строго соответствовать площади рабочего участка.

Графа 10. «Код почвы». Проставляется по классификатору почв (см. прил. 1). Например, дерново-подзолистая почва на лессовидных суглинках, подстилаемых с глубины до 0,5 м песками, временно избыточно увлажняемая по классификатору почв называется следующим образом:

Тип почвы – дерново-подзолистая.....	3
Гранулометрический состав – легкосуглинистая.....	4
Почвообразующая порода – на лессовидных отложениях	4
Подстилающая порода – подстилаемая с глубины до 0,5 м песками.....	6
Степень увлажнения – временно избыточно увлажняемая	3
Полный код почвы в графе 10 Ведомости будет записан следующим образом: 34463.	

В том случае если по отдельным типам почв отсутствуют такие признаки, как почвообразующая и подстилающая породы или степень увлажнения, то на месте отведенных знаков по этим признакам проставляются нули. Например, низинная торфяно-болотная почва с мощностью торфа более 1 м записывается следующим образом: 59000. Если в элементарный участок включается не одна почвенная разновидность, то характеристика дается по преобладающей.

Графа 11. «Мощность гумусового горизонта, см». Записывается по результатам замера глубины гумусового горизонта в прикопках (два знака). Например, глубина гумусового горизонта 26 см записывается 26. По торфяно-болотным почвам в графе 11 проставляются нули (00).

Графа 12. «Мелиоративное состояние земель». Отмечается мелиоративное состояние по трем категориям:

Немелиорированные	1
Осушенные.....	2
Орошаемые.....	3

Графа 13. «Степень эродированности». Проставляется степень эродированности:

Неэродированные.....	1
Слабосмытые.....	2
Среднесмытые.....	3
Сильносмытые.....	4
Намытые.....	5

Для заполнения указанной графы пользуются картограммой эроди-

рованных почв или почвенной картой, на которой имеются контуры и проставлена степень эродированности.

Графа 14. «Степень завалуненности». Отмечается по градациям:

Завалуненность	Код	% покрытия территории
Незавалуненные	1	Менее 5
Слабозавалуненные	2	5–20
Среднезавалуненные	3	20–40
Сильнозавалуненные	4	40–70
Очень сильно завалуненные	5	Более 70

Сведения получают из картограммы эродированных почв.

Графы 15–26 и другие заполняются после выполнения агрохимических анализов смешанных образцов.

Контроль оформления документа осуществляется начальником отдела агрохимических исследований или руководителем группы почвоведов. При этом проверяются правильность заполнения данных (реквизитов) и разборчивость записи данных. В случае обнаружения ошибки в заполненном входном документе проверяющий должен внести исправления. Неправильное значение реквизита зачеркивается и вместо него чернилами вносится верное. Рядом – дата и подпись лица, внесшего исправление.

Проверенная и подписанная директором областной станции химизации Ведомость агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства используется для машинной обработки информации, ее хранения, формирования областного и республиканского банков данных агрохимического и радиологического обследования земель. Материалы радиологического обследования земель оформляются в соответствии с прил. 6.

6.4. Виды анализов и формирование объединенных почвенных образцов для аналитических исследований

Для определения агрохимических и радиологических показателей почв сельскохозяйственных земель предусмотрено выполнение анализов, характеризующих обеспеченность их макро- и микроэлементами, уровень загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами.

Все виды аналитических работ выполняются только с образцами, доведенными до воздушно-сухого состояния. Для проведения лабораторных работ образцы просеиваются через сито с ячейками диаметром 1–2 мм (согласно ГОСТ 29269-91).

Предусматривается выполнение следующих анализов: показатель кислотности почв рН в КСl; содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, обменных форм кальция, магния и серы; содержание подвижных форм микроэлементов – бора, меди, цинка, марганца, кобальта; содержание радионуклидов – цезия-137 и стронция-90; валовое содержание тяжелых металлов – свинца, кадмия, цинка, меди.

Показатели кислотности рН, содержания фосфора и калия определяются в каждом смешанном почвенном образце с элементарного участка.

Для определения содержания в почве гумуса, кальция, магния, серы, микроэлементов (меди, бора, цинка, марганца), тяжелых металлов (кадмия, свинца, цинка, меди) образцы формируются путем объединения смешанных образцов четырех элементарных участков общей площадью не более 50 га.

Требования объединения образцов указаны в подразделе 6.4 настоящего учебно-методического пособия. Не допускается объединение проб с участков, отличающихся по проведению известкования в год обследования.

Объединенные образцы готовятся в ОПИСХ, согласно Ведомости, из смешанных почвенных образцов после их размол и просеивания: перед объединением смешанные образцы просматриваются, затем от каждого смешанного образца отбирается усредненная проба весом не менее 150 г, составленная из кратного количества проб по 10–15 г, взятых дозатором.

Объединенным образцам присваивают соответствующие номера, используя Ведомость объединенных почвенных образцов для химических и радиологических анализов (см. прил. 7).

6.5. Хранение и анализ почвенных образцов

Доставленные с поля образцы почв просушиваются в затемненном и хорошо проветриваемом помещении. Сухие образцы вместе с этикетками помещаются в коробки или бумажные пакеты, на которых записывается номер образца, укладываются в ящики и вместе с экземпляром Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства доставляются в проектно-изыскательскую станцию химизации.

Смешанные почвенные образцы при одном агрохимическом обследовании сдаются в аналитический отдел областной проектно-изыскательской станции по химизации сельского хозяйства для вы-

полнения соответствующих анализов, при агрохимическом и радиологическом обследовании, кроме вышеуказанного отдела – в отдел радиологических исследований.

Агрохимические исследования почв проводятся по следующим методикам: кислотность почв – ГОСТ 26423-85; содержание подвижных форм фосфора и калия – ГОСТ 26207-91; содержание гумуса – ГОСТ 26213-91; содержание магния и кальция – ГОСТ 26487-85.

Результаты определения кальция и магния пересчитываются с грамм-эквивалентов вещества в миллиграммы на килограмм и переводятся в оксиды путем умножения значений магния на 1,67 и кальция на 1,40.

Определение минеральных форм азота (обменного аммония и нитратного азота) проводится по следующим методикам: ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом; ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО.

Определение содержания микроэлементов производится по следующим методикам: меди и цинка – по Пейве – Ринькису в модификации БелНИИПа (ОСТ 0147-88); бора – Бергеру – Труогу в модификации ЦИНАО (ОСТ 10150-88); марганца – по ГОСТ 26486-85; кобальта – по ОСТ 10150-88.

Определение степени подвижности фосфора определяется по Методическим указаниям по определению степени подвижности фосфора и калия (Москва: ЦИНАО, 1986).

Определение валового содержания и содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве проводится в соответствии с Методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (Москва: ЦИНАО, 1992).

Градации по агрохимическим показателям почвы приведены в прил. 4, 6, 12–21.

Определение показателей при радиологическом (цезия-137 и стронция-90) обследовании почв проводится по следующим методикам:

1. Активность радионуклидов в объемах образца. Методические рекомендации по выполнению измерений на сцинтилляционном гаммаспектрометре. Утверждены Центром метрологии ионизирующих излучений НПО «ВНИИФТРИ» Госстандарта России, 15.10.1993.

2. Методические указания по определению содержания стронция-90 и цезия-137 в почвах и растениях (сборник, ЦИНАО, Москва, 1985).

3. СТБ 1059-98 Радиационный контроль. Подготовка проб для определения стронция-90 радиохимическими методами, 1998.

4. Методические указания по определению содержания стронция-90 в пробах почвы. Утверждены Межведомственной комиссией по радиационному контролю природной среды при Госкомгидромете СССР, 17.03.1989.

5. Инструкция по наземному обследованию радиационной обстановки на загрязненной территории. Утверждена Межведомственной комиссией по радиационному контролю природной среды при Госкомгидромете СССР, 17.03.1989.

Помимо указанных методик определение цезия-137 и стронция-90 может выполняться по методикам, включенным в Перечень методик радиационного контроля, действующих на территории Республики Беларусь (Минск, 2008).

На достоверность определения цезия-137 влияют плотность сложения почвы, емкость, используемая при измерениях.

Если образец взят на пашне, то следует уплотнить почву в измерительном сосуде путем легкого постукивания наполненного сосуда о плотную поверхность. Если образец взят на луговых угодьях, то при набивке сосуда почву следует уплотнить с усилием 4–5 кг.

Для определения цезия-137 используются сосуды Маринелли объемом не менее 1,0 л. Почва перед определением удельной активности взвешивается. Данные заносятся в рабочий журнал и Ведомость объединенных почвенных образцов для химических и радиологических анализов (см. прил. 7).

Определение содержания стронция-90 в образцах проводится после определения содержания цезия-137.

Запас радионуклидов в пахотном слое почвы рассчитывается по формуле

$$\Pi = \frac{A_{\text{уд}} \cdot P \cdot h \cdot 10^8}{V},$$

где Π – запас радионуклидов в пахотном слое почвы, Ки/км²;

$A_{\text{уд}}$ – удельная активность почвы, Ки/кг;

P – вес воздушно-сухой почвы, помещенной в измерительный сосуд для определения цезия-137, кг;

h – мощность пахотного слоя, дм³;

10^8 – коэффициент пересчета на квадратные километры;

V – объем измерительного сосуда, дм³.

6.6. Методы определения агрохимических показателей почвы при агрохимическом обследовании

6.6.1. Определение подвижных форм фосфора и калия в почвах по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО

Метод основан на извлечении фосфора и калия из почв 0,2 М раствором HCl при соотношении почвы и раствора 1:5 для минеральных и 1:50 для торфяных почв с последующим определением фосфора в виде молибденовой сини на фотоэлектроколориметре и калия на пламенном фотометре.

Проведение анализа. При приготовлении вытяжки из минеральных почв пробу почвы массой 10 г взвешивают с погрешностью не более 0,1 г, пересыпают в бытовую банку, бутылку или другую технологическую емкость, заливают 50 см³ 0,2 М раствора HCl и перемешивают почву с раствором в течение одной минуты на мешалке или ротаторе. После отстаивания в течение 15 минут суспензию фильтруют. Экстракцию фосфора и калия из почвы проводят при температуре $(18 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

При приготовлении вытяжки из органических горизонтов торфяных почв пробы почвы массой 1 г пересыпают в емкости, установленные в десятипозиционные кассеты или в конические колбы. К пробам приливают дозатором или цилиндром по 50 см³ 0,2 М раствора HCl. Почву с раствором перемешивают на взбалтывателе в течение 15 минут и фильтруют суспензии через бумажные фильтры.

Для определения фосфора отбирают дозатором или пипеткой по 5 мл фильтрата в банки или мерные колбы. Затем приливают к пробам 95 мл реактива Б и перемешивают. Не ранее чем через 10 минут приступают к определению фосфора на фотоэлектроколориметре в кювете с толщиной просвечивающегося слоя 5–10 мм относительно раствора при длине волны 710 нм или используют красный светофильтр с максимумом пропускания в области 600–750 нм.

При определении фосфора допускается одновременное уменьшение объемов отбираемой вытяжки для окрашивания и окрашивающего реактива в два раза при условии, что погрешность дозирования объемов составляет не более 1 %.

Калий определяют на пламенном фотометре, непосредственно распывая вытяжки в пламя. Используют светофильтр, пропускающий аналитические линии калия 766 и 700 нм. Содержание фосфора и калия в анализируемых почвах находят по рабочей шкале образцовых

растворов непосредственно в миллиграммах P_2O_5 или K_2O на 1 кг почвы.

Реактивы и приготовление образцовых растворов для определения фосфора и калия. Для приготовления 0,2 М HCl концентрированную HCl смешивают с дистиллированной водой из расчета 16 cm^3 на 1000 cm^3 раствора. Для приготовления 2,5 М раствора H_2SO_4 концентрированную серную кислоту х. ч. или ч. д. а. смешивают с дистиллированной водой из расчета 140 cm^3 на 1000 cm^3 раствора.

Приготовление реактива А. 6 г молибденовокислого аммония х. ч. или ч. д. а., взвешенного с погрешностью не более 0,1 г, растворяют в 200 cm^3 дистиллированной воды; 0,15 г сурьмяновиннокислого калия ч., взвешенного с погрешностью не более 0,01 г, растворяют в 100 cm^3 дистиллированной воды. Оба раствора готовят при слабом нагревании. Охлажденные растворы приливают к 500 cm^3 H_2SO_4 с концентрацией 2,5 моль/ dm^3 . Раствор перемешивают и доводят объем дистиллированной водой до 1000 cm^3 . Реактив хранят в плотно закрытой склянке из темного стекла.

Приготовление реактива Б. 1 г аскорбиновой кислоты, взвешенный с погрешностью не более 0,01 г, растворяют в 170 cm^3 реактива А и доводят объем дистиллированной водой до 1000 cm^3 . Раствор готовят в день проведения анализа.

Приготовление исходного образцового раствора с концентрацией 1 мг P_2O_5 и 2 мг K_2O в 1 cm^3 . 0,918 г KH_2PO_4 х. ч. и 2,113 г KCl х. ч., взвешенных с погрешностью не более 0,001 г, растворяют в 0,2 М растворе HCl , доводя объем в мерной колбе до 1000 cm^3 . Полученный раствор тщательно перемешивают.

Приготовление рабочей шкалы образцовых растворов фосфата и калия. В мерные колбы вместимостью 500 cm^3 отбирают количества исходного раствора фосфата и калия, указанные в табл. 6.1, объем раствора доводят до 500 cm^3 0,2 М HCl и тщательно перемешивают.

Обработка результатов. По результатам фотометрирования растворов сравнения строят градуировочный график. По оси абсцисс откладывают концентрации P_2O_5 и K_2O в растворах сравнения в пересчете в миллиграммы на 1 кг почвы, а по оси ординат – соответствующие им показания фотоэлектроколориметра или пламенного фотометра.

Содержание P_2O_5 или K_2O в анализируемых почвах определяют непосредственно по градуировочному графику. За результат анализа принимают значение единичного определения фосфора и калия.

Т а б л и ц а 6.1. Приготовление растворов сравнения

Характеристика	Номер раствора							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем исходного образцового раствора, см ³	0	2,5	5,0	7,5	10,0	15,0	20,0	25,0
Концентрация P ₂ O ₅ : в растворах сравнения, мг/дм ³	0	5,0	10	15	20	30	40	50
в пересчете на почву, мг на 1 кг для минеральных горизонтов почв	0	25	50	75	100	150	200	250
для торфяных и органических горизонтов почв	0	250	500	750	1000	Не применяются		
Концентрация K ₂ O: в растворах сравнения, мг/дм ³	0	10	20	30	40	60	80	100
в пересчете на почву, мг на 1 кг для минеральных горизонтов почв	0	50	100	150	200	300	400	500
для торфяных и органических горизонтов почв	0	500	1000	1500	2000	Не применяются		

Если результат измерений выходит за пределы градуировочного графика, определение повторяют, предварительно разбавив фильтрат экстрагирующим раствором. Результат, найденный по графику, увеличивают во столько раз, во сколько был разбавлен фильтрат. Результаты анализа выражают в миллиграммах на 1 кг почвы и округляют до целого числа.

Градации по содержанию подвижных соединений фосфора и калия приведены в прил. 12, 13.

6.6.2. Определение рН (KCl) и обменного магния в почве

Принцип метода. Метод основан на извлечении обменных катионов из почвы раствором 1 М KCl при отношении почвы к раствору 1:2,5 с последующим измерением рН стеклянным электродом на рН-метре и магния методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии.

Получение вытяжки из почвы и измерение рН. Пробу почвы массой 30 г взвешивают с погрешностью не более 0,3 г и пересыпают в бытовую банку или химический стаканчик. К пробе дозатором или пипеткой приливают 75 см³ 1 М KCl и перемешивают почву с раствором в течение одной минуты на электромеханической мешалке. Затем

в полученной суспензии определяют рН на рН-метре. Для этого погружают в суспензию стеклянный электрод и солевой контакт электрода для сравнения и через 1,5 минуты измеряют рН.

Настройку рН-метра проводят по трем буферным растворам с рН, равным 4,01; 6,86 и 9,18. Допустимые расхождения при повторных определениях в одной лаборатории – 0,2 единицы рН. После измерения рН суспензию оставляют на 18–20 часов. На следующий день суспензию перемешивают на электромеханической мешалке и фильтруют. Полученную вытяжку используют для определения обменного магния фотоколориметрически или методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии.

Градации по степени кислотности (pH_{KCl}) почв приведены в прил. 19.

6.6.3. Определение обменных кальция и магния методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии

Принцип метода. Метод основан на извлечении обменных оснований из почв 1 М раствором КСl при отношении почвы к раствору 1:2,5 с последующим определением кальция и магния методом атомно-абсорбционной спектrophотометрии. Индексы обеспеченности почв магнием и кальцием приведены в прил. 14, 15.

Ход анализа. Отвешивают 30 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с отверстиями диаметром 2 мм, помещают в коническую колбу вместимостью 250 см³. К пробе добавляют 75 см³ 1 М КСl с рН 4,5–6,0 и перемешивают почву встряхивателем или электромеханической мешалкой. Суспензию оставляют до следующего дня, затем перемешивают на мешалке одну минуту и отфильтровывают.

Проведение анализа с использованием воздушно-пропан-бутанового пламени. В химические стаканы вместимостью 1000 см³ помещают пробы анализируемых вытяжек по 5 см³, приливают дозатором по 45 см³ рабочего раствора хлористого стронция, содержащего 2,22 мг/см³ стронция, и перемешивают. Приготовленные растворы вводят в пламя горелки атомно-абсорбционного спектrophотометра и измеряют оптическую плотность. Магний в этом случае определяют при повороте наконечника горелки на 30° относительно луча света лампы с полым катодом.

Содержание кальция и магния в анализируемых растворах находят по калибровочному графику непосредственно в миллиграммах на 100 г почвы, вычитая из полученных данных результат холостого

определения, проведенного через все стадии анализа, кроме взятия навески почвы.

Приготовление шкалы образцовых растворов и построение калибровочного графика при определении кальция и магния. В мерные колбы вместимостью 100 см³ помещают объемы запасных стандартных растворов кальция и магния, указанные в табл. 6.2, и доводят объемы до меток 1 М раствором КСl. В день проведения анализов из образцовых растворов шкалы отбирают пробы по 5 см³, помещают их в химические стаканы вместимостью 100 см³, приливают дозатором по 45 см³ рабочего раствора хлористого стронция, содержащего 2,22 мг/см³ стронция, и перемешивают.

Таблица 6.2. Приготовление шкалы образцовых растворов для определения содержания кальция и магния в почве

Номер колбы	Объемы запасных стандартных растворов, см ³		Содержание в почве, мг/кг	
	Ca	Mg	Ca	Mg
1	0	0	0	0
2	5	5	250	61,7
3	10	10	500	123,5
4	20	20	1000	247,0
5	30	30	1500	370,3
6	40	40	2000	493,8
7	50	50	2500	617,3

Полученные растворы вводят в пламя горелки атомно-абсорбционного спектрофотометра и измеряют оптическую плотность. При определении магния оптическую плотность измеряют при повороте наконечника горелки на 30° относительно луча света лампы с полым катодом.

Строят калибровочный график, откладывая на оси абсцисс содержание кальция или магния (мг/кг почвы), указанные в табл. 6.2, а на оси ординат – значение оптической плотности.

Реактивы: 1. *Калий хлористый, 1 М раствор:* 75 г КСl, х. ч. или ч. д. а., растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1000 см³ в мерной колбе. Полученный раствор должен иметь рН 5,6–6,0. Если рН меньше 5,6, то требуемое значение рН устанавливают добавлением к раствору 10%-ного КОН, а при рН, большем 6, – 10%-ного раствора НСl.

2. *Запасной стандартный раствор магния:* 0,829 г оксида магния, предварительно доведенного до постоянной массы прокаливанием в

муфеле при 500 °С, растворяют в 12,5 см³ 25%-ного раствора HCl и разбавляют примерно до 600 см³ дистиллированной водой. В полученной смеси растворяют 75 г KCl и доводят объем раствора до 1 дм³ дистиллированной водой. Приготовленный раствор содержит 0,5 мг/см³ магния.

3. *Запасной стандартный раствор кальция*: 4,994 г углекислого кальция, предварительно высушенного при температуре 110 °С, растворяют в 20 см³ 25%-ного раствора KCl и разбавляют примерно до 600 см³ дистиллированной водой. В полученной смеси растворяют 75 г KCl и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1000 см³. Приготовленный раствор содержит 2 мг/л кальция.

4. *Соляная кислота, 2%-ный раствор*: 634,8 см³ концентрированной HCl разбавляют дистиллированной водой до 1 дм³.

5. *Запасной раствор хлористого стронция*: 60,81 г хлористого стронция (SrCl₂ · 6 H₂O) растворяют в 601 см³ дистиллированной воды, приливают 164 см³ концентрированной HCl и доводят дистиллированной водой до 1 дм³. Приготовленный раствор содержит 20 мг/см³ стронция, хранится в склянке из химически устойчивого стекла.

6. *Рабочий раствор хлористого стронция*: смешивают 500 см³ запасного раствора хлористого стронция с 4000 см³ дистиллированной воды. Приготовленный раствор содержит 2,22 мг/см³ стронция.

6.6.4. Модифицированное определение гумуса в почвах по методу Тюрина с фотоколориметрическим окончанием в модификации ЦИНАО

Принцип метода. Метод основан на окислении гумуса почвы раствором калия двуххромовокислого в серной кислоте при нагревании в кипящей водяной бане и последующем определении образовавшегося при этом трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию гумуса, на фотоэлектроколориметре. Градации по содержанию гумуса в почвах приведены в прил. 16.

Проведение анализа. Пробу почвы, пропущенную через плетеное проволочное сито с размером ячеек 0,25 мм, массой от 0,05 до 0,4 г, помещают в пробирку емкостью 50 см³. Размер пробы определяют исходя из предполагаемого содержания гумуса в почве, ориентируясь по окраске. Для почв с содержанием гумуса 10–15 % берут навески около 0,05 г, 7–10 % – 0,1 г, 4–7 % – 0,2 г, 2–4 % – 0,3 г и 1–2 % – 0,4 г. Пробирки с пробами устанавливают в штативы, приливают в пробирки

по 10 см³ хромовой смеси, опускают в пробирки стеклянные палочки и перемешивают ими содержимое пробирок. Одновременно в 10 пустых пробирок приливают по 10 см³ хромовой смеси для приготовления рабочей шкалы образцовых растворов. Штативы с пробирками, в том числе и с пробирками для шкалы, погружают в кипящую водяную баню на один час. Время учитывают с момента закипания воды после погружения в нее пробирок. Глубина погружения пробирок должна быть такой, чтобы уровень хромовой смеси в пробирках был не менее чем на 3 см ниже уровня воды в бане. Во время выдерживания пробирок в бане их содержимое два раза перемешивают стеклянными палочками. По истечении часа штативы с пробирками вынимают из горячей бани и погружают в водяную баню с холодной водой. После охлаждения в пробирки с анализируемыми пробами дозируют по 40 см³ дистиллированной воды, вынимают стеклянные палочки и тщательно перемешивают суспензии барботацией воздуха, нагнетаемого в раствор резиновой грушей через стеклянную трубку. Затем пробирки оставляют в вертикальном положении до следующего дня для оседания почвенных частиц и полного осветления раствора. Если через сутки растворы остаются мутными, их колориметрируют после двухсуточного отстаивания.

Для приготовления рабочей шкалы образцовых растворов на следующий день после нагревания на водяной бане в пробирки с чистой хромовой смесью приливают соль Мора и дистиллированную воду в количествах, указанных в табл. 6.3.

Т а б л и ц а 6.3. Приготовление рабочей шкалы

Характеристика	Номер пробирки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем соли Мора, см ³	0	1	3	5	7	9	11	13	15
Объем дистиллированной воды, см ³	40	39	37	35	33	31	29	27	25

Испытуемые растворы и растворы шкалы колориметрируют при длине волны около 590 нм. Допускается использовать оранжевый или красный светофильтр. Применяют фотоэлектроколориметр с проточной кюветой с толщиной просвечивающего слоя не менее 1 см. Раствор в кювету фотоэлектроколориметра переносят осторожно, не взмучивая на дне пробирки почву.

Содержание гумуса, соответствующее образцовым растворам рабочей шкалы, рассчитывают по формуле

$$X = \frac{a \cdot H \cdot 0,003 \cdot 1,724 \cdot 100}{B} = \frac{a \cdot H \cdot 0,52}{B},$$

где X – содержание гумуса в почве, соответствующее содержанию углерода в образцовом растворе рабочей шкалы, %;

a – объем соли Мора в данной пробирке образцовой шкалы, см³;

H – нормальность соли Мора, мг-экв/см³;

B – навески почвы, г;

0,003 – коэффициент для перевода миллиграмм-эквивалентов в граммы углерода;

1,724 – коэффициент для пересчета углерода на гумус;

100 – коэффициент перевода в проценты.

Допустимые отклонения от среднего при повторных определениях в одной лаборатории при содержании гумуса до 5–20 % и свыше составляют 5–10 %.

Приготовление реактивов. Хромовая смесь. 40 г тонкоизмельченного в фарфоровой ступке кристаллического $K_2Cr_2O_7$, взвешенного с погрешностью не более 0,1 г, растворяют в 600 см³ дистиллированной воды в мерной колбе вместимостью 1 дм³, объем раствора доводят до метки дистиллированной водой, перемешивают и переливают в колбу вместимостью 3 дм³ из термостойкого стекла. К полученному раствору приливают (под тягой) небольшими порциями (примерно по 100 см³) 1 дм³ концентрированной H_2SO_4 при осторожном помешивании. Колбу с раствором накрывают стеклянной воронкой, оставляют стоять для полного охлаждения до следующего дня, а затем переливают в склянку с притертой пробкой. Хранить раствор допускается неограниченно долго.

0,2 н. раствор соли Мора. 80 г соли $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$, взвешенной с погрешностью не более 0,1 г, растворяют в 700 см³ 0,5 М раствора серной кислоты. Раствор фильтруют через двойной складчатый фильтр в мерную колбу вместимостью 1 дм³, доводят объем раствора до 1 дм³ дистиллированной водой и хорошо перемешивают. Раствор хранят в бутылке из темного стекла, к которой с помощью сифона присоединяют бюретку. Для защиты раствора от кислорода воздуха используют склянку Тищенко со щелочным раствором пирогаллола.

Нормальность раствора соли Мора проверяют каждые три дня по 0,1 н. раствору перманганата калия, приготовленному из фиксаля.

Щелочной раствор пирогаллола. 12 г пирогаллола растворяют в 50 см³ дистиллированной воды, 180 г гидрата окиси калия растворяют в 390 см³ дистиллированной воды. Оба раствора смешивают.

Полученный щелочной раствор пирогаллала используют для предохранения растворов соли Мора от кислорода воздуха.

6.7. Оформление материалов агрохимического и радиологического обследования и отчетность

По мере выполнения аналитических работ по каждому хозяйству заполняются графы Ведомости агрохимического и радиологического обследования почв хозяйства в соответствии с требованиями кодировки. Ведомости подписываются исполнителями, группируются по хозяйствам и районам.

В ОПИСХ полученные материалы агрохимического и радиологического обследования земель сравниваются с данными обследования прошлого тура с целью оценки достоверности полученных результатов. При значительных отклонениях отдельных показателей между турами обследования на уровне элементарного участка и хозяйства принимается решение о проведении работ по оценке достоверности полученных результатов. С этой целью проводится выборочный повторный отбор почвенных образцов, а также оценка качества выполнения аналитических работ. Особое внимание следует обращать на показатели, характеризующиеся относительной стабильностью между турами обследования (обеспеченность почв подвижным фосфором, обменным магнием, микроэлементами, загрязнение радионуклидами). При увеличении количества элементарных участков с высоким содержанием элементов и переизвесткованными почвами следует установить причины увеличения площади указанных земель.

Ведомости и картограммы результатов радиологического обследования земель (прил. 11) утверждаются руководителем организации, выполнявшей работы по обследованию сельскохозяйственных земель, и в двух экземплярах направляются на согласование в Институт почвоведения и агрохимии, а затем – в Министерство сельского хозяйства и продовольствия и Центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды.

После обработки материалов и их анализа утвержденные выходные документы по агрохимическим и радиологическим характеристикам почв сельскохозяйственных земель и гранулометрического состава почв передаются в хозяйства.

В каждой области в ОПИСХ формируется областная электронная база данных результатов обследования.

После обработки и утверждения материалов обследования по хозяйствам и району в целом они передаются в Институт почвоведения и агрохимии для формирования республиканской электронной базы данных агрохимических и радиологических показателей почв сельскохозяйственных земель.

На основании материалов полевых изысканий и результатов аналитических исследований в ОПИСХ составляются схемы паспортизуемых участков, совмещенные с картограммами кислотности. Для этого на чистовой экземпляр плано-картографической основы переносятся схема размещения элементарных участков, границы полей севооборотов, границы рабочих участков на сенокосах, пастбищах и пашне, их номера и площади. После этого на каждом элементарном участке указываются показатели рН, дозы извести, необходимые для известкования. Затем элементарные участки раскрашиваются по группам кислотности. Схема паспортизуемых участков, совмещенная с картограммой кислотности, составляется в двух экземплярах. Один экземпляр передается в хозяйство, другой – в районный агрохимический отдел ОПИСХ.

Областная проектно-изыскательская станция по химизации сельского хозяйства передает в хозяйство следующие материалы:

1. Обобщенные материалы по агрохимическим характеристикам почв по видам сельскохозяйственных земель и гранулометрическому составу (средневзвешенное значение агрохимических и радиологических показателей и распределение почв по группам обеспеченности согласно установленным градациям на уровне хозяйства и рабочих участков).

2. Агрохимические паспорта полей.

3. Пояснительная записка.

4. Картограмма кислотности со схемой паспортизуемых участков и нанесенной схемой элементарных участков.

5. Картограмма плотности загрязнения почв цезием-137 и стронцием-90.

Пояснительная записка составляется на основе результатов полевых и аналитических исследований и включает уровень плодородия почв по всем определяемым показателям. Дается оценка изменения плодородия почв между последними турами обследования. Приводятся основные тенденции в изменении плодородия почв и краткие рекомендации по его поддержанию и повышению.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Кодирование почвенных разновидностей

Типы почв	Степень увлажнения, мощность торфяной залежи	Гранулометрический состав	Подстиление	Почвообразующая порода
1. Дерновые и дерново-карбонатные	1. Автоморфные	1. Глинистые	1. Однородное строение	1. На моренных отложениях
2. Бурые лесные	2. Контактно-оглеенные и оглеенные внизу	2. Тяжелосуглинистые	2. Легкими средними суглинками и связными супесями с глубины до 0,5 м	2. На озерно-ледниковых отложениях
3. Дерново-подзолистые	3. Временно избыточно увлажняемые	3. Среднесуглинистые	3. Связными породами с глубины 0,5–1,0 м	3. На водно-ледниковых отложениях
4. Аллювиальные (пойменные, дерновые)	4. Глееватые	4. Легкосуглинистые	4. Связными породами с глубины до 1 м с прослойкой песка	4. На лессовидных отложениях
5. Торфяно-болотные низинные	5. Глеевые	5. Связносупесчаные	5. Связными породами глубже 1,0 м	5. На лессах
6. Торфяно-болотные переходные	6. Торфянисто-глеевые (торф до 0,3 м)	6. Рыхлосупесчаные	6. Рыхлыми породами (супеси, пески) с глубины до 0,5 м	6. На древнеаллювиальных отложениях
7. Торфяно-болотные верховые	7. Торфяно-глеевые (торф 0,3–0,5 м)	7. Связнопесчаные	7. Рыхлыми породами с глубины 0,5–1,0 м	7. На аллювиальных отложениях
8. Аллювиальные (пойменные, торфяно-болотные)	8. Торфяные среднемощные (торф 0,5–1,0 м)	8. Рыхлопесчаные	8. Рыхлыми породами с ортзандовой прослойкой с глубины до 1,0 м	8. На золowych и деллювиальных отложениях
9. Дегроторфяные	9. Торфяные среднемощные и мощные (торф более 1,0 м)	9. Иловатые	9. Рыхлыми породами глубже 1,0 м	9. На органогенных отложениях
	10. Торфяно-минеральные, минеральные остаточноторфяные, минеральные постторфяные	10. Торфяные (кроме торфяно-минеральных)	10. Глинами и тяжелыми суглинками с глубины до 0,5 м	10. Рекультивированные (минеральные и торфяно-болотные)

Средние значения плотности сложения минеральных и торфяно-болотных почв

Почвы	Плотность сложения, г/см ³
Дерново-подзолистые:	
суглинистые	1,30
супесчаные	1,45
песчаные	1,60
Торфяно-болотные:	
торфяно-глеевые, глееватые и торфяные	0,40
дегроторфяные	0,70

**Ведомость агрохимического и радиологического обследования
почв хозяйства _____
района _____ области _____**

Год обследования /0000/. Тур обследования /00/. Код сельхозпредприятия /0000000/														
Номер строка	Номер произ- вод- ственно- го участ- ка (брига- ды)	Код типа земель	Номер севооб- орота	Поле севооборота		Рабочий участок		Элементарный участок		Код почвы	Мощ- ность гуму- сового гори- зонта, см	Мелио- ратив- ное состоя- ние земель	Сте- пень эроди- рован- ности	Степень завалуне- нности
				№	Пло- щадь, га	№	Пло- щадь, га	№	Пло- щадь, га					
A	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0000	00	0000	00	00	000,0	00	000,0	0000	00,0	00000	00	0	0	0

Окончание прил. 3

Цикл обследования /0/. Год обследования /00/											
рН в КС1	Содержание в почве подвижных форм									Радионуклиды	
	мг/кг		Гумус, %	мг/кг						Ки/км ²	
	P ₂ O ₅	K ₂ O		MgO	CaO	Cu	Zn	B	Mn	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
0,00	0000	0000	00,00	0000	00000	00,00	00,00	00,00	000,0	00,0	0,00

Приложение 4

Градация почв по содержанию минеральных форм азота

Группы почв по содержанию минерального азота	Содержание минерального азота ($\text{NO}_3^- + \text{NH}_4^+$), мг/кг почвы
1. Очень низкое	Менее 15,0
2. Низкое	15,1–40,0
3. Среднее	40,1–70,0
4. Повышенное	70,1–100,0
5. Высокое	100,1–130,0
6. Очень высокое	Более 130,0

Приложение 5

Этикетка для смешанного почвенного образца естественных кормовых угодий, на которых радиологическое обследование ранее не проводилось, а также земель, вводимых в хозяйственное пользование или исключаемых

Область _____

Район _____

Хозяйство _____

Номер смешанного образца _____

Количество точечных проб _____

Результаты измерений МЭД на высоте 1 м
(среднее из трех измерений) _____

Дата отбора образца _____

Почвовед _____

(Ф. И. О.)

(подпись)

Приложение 6

Градация по степени загрязнения почв радионуклидами

Степень загрязнения	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Обозначение на картограммах
	Плотность загрязнения, Ки/км ²		
1	Менее 1,0	Менее 0,15	Не окрашивается
2	1,0–4,9	0,15–0,30	Голубой
3	5,0–9,9	0,31–0,50	Синий
4	10,0–14,9	0,51–1,00	Зеленый
5	15,0–29,9	1,01–2,00	Желтый
6	30,0–39,9	2,01–2,99	Оранжевый
7	40 и более	3,00 и более	Красный

ВЕДОМОСТЬ № _____
объединенных почвенных образцов для химических и радиологических анализов
по хозяйству _____ района _____ г.

№ п/п	Номер элементарного участка	Номер объединенного почвенного образца	Код угодья	Код почвы	Площадь элементарного участка, га	Плотность загрязнения по данным предыдущего тура обследо- вания, Ки/км ²		Химические анализы							Радиохимические анализы	
						¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Гумус	Ca	Mg	Cu	B	Zn	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Окончание прил. 7

№ п/п	Валовое содержание тяжелых металлов, мг/кг почвы					Подвижные формы, мг/кг почвы	
	Cd	Pb	Cu	Zn	Cr	Cd	Pb
1	17	18	19	20	21	22	23

Приложение 8

Этикетка для смешанного почвенного образца

Область _____
Район _____
Хозяйство _____
Номер смешанного образца _____
Ап _____ см _____
Культура _____
Дата отбора образца _____
Почвовед _____
(Ф. И. О.) (подпись)

Приложение 9

Инвентаризационный паспорт обследованного участка

№ _____
Область _____
Район _____
Хозяйство _____
Ближайший населенный пункт _____
(направление, расстояние, км)
Номер севооборота _____
Номер поля _____
Номера элементарных участков, на которые разбито поле _____
Площадь исследуемого участка _____
Название почвы _____
(по почвенной карте)
Мелиорирование (нужное подчеркнуть): да, нет, не нуждалось
Угодье _____
Культура _____
(на момент обследования)
Максимальная глубина вспашки после аварии _____
(с указанием года вспашки)
Агрохимические показатели: _____
Кислотность почвы: _____
Содержание подвижных форм:
фосфора _____ мг/100 г
калия _____ мг/100 г
Гумус _____ %
Ботанический состав травостоя _____
(для сенокосов и пастбищ)
Результаты МЭД на высоте 1 м (среднее из трех измерений) _____
Радиологическая характеристика участка: _____
Запас радионуклидов (Ки/км²): _____
Дата _____

Приложение 10

Перечень обследованных элементарных участков хозяйства

Область		
Район		
Хозяйство		
Наличие карт, количество листов		
Номер элементарного участка	Площадь	Примечание

Приложение 11

Ведомость результатов радиологического анализа по материалам обследования
(указываются тур обследования, год обследования, район, хозяйство, сельский совет, дата проведения измерений)

Населенный пункт	Номер элементарного участка	^{137}Cs , Ки/км ²	^{90}Sr , Ки/км ²	Объем измерительного сосуда	Вес воздушно-сухой почвы, взятой для определения ^{137}Cs
------------------	-----------------------------	--	---------------------------------------	-----------------------------	--

Руководитель лаборатории _____
(Ф. И. О.) (подпись) (дата)

Начальник ЦРКМ Госкомгидромета _____
(Ф. И. О.) (подпись) (дата)

Приложение 12

Градации по содержанию фосфора в почвах республики

Группы по содержанию фосфора	Содержание P_2O_5 , мг/кг почвы (по методу Кирсанова)		Концентрация P_2O_5 в 0,01 М вытяжке CaCl_2 , мг/л
	Минеральные	Торфяно-болотные	
1. Очень низкое	Менее 60	Менее 200	Менее 0,10
2. Низкое	61–100	201–300	
3. Среднее	101–150	301–500	0,10–0,20
4. Повышенное	151–250	501–800	0,21–0,60
5. Высокое	251–400	801–1200	0,61–2,00
6. Очень высокое	Более 400	Более 1200	Более 2,00

Градация по содержанию калия в почвах республики

Группы по содержанию калия	Содержание K_2O , мг/кг почвы (по методу Кирсанова)	
	Минеральные	Торфяно-болотные
1. Очень низкое	Менее 80	Менее 200
2. Низкое	81–140	201–400
3. Среднее	141–200	401–600
4. Повышенное	201–300	601–1000
5. Высокое	301–400	1001–1300
6. Очень высокое	Более 400	Более 1300

Примечание. Содержание подвижного K_2O считается избыточным, если оно превышает 4,5 % от емкости катионного обмена на супесчаных и песчаных почвах и 5 % – на суглинистых почвах.

Градация по содержанию магния в почвах республики

Группы по содержанию магния	Содержание MgO , мг/кг почвы	
	Минеральные	Торфяно-болотные
1. Очень низкое	Менее 60	Менее 200
2. Низкое	61–90	201–300
3. Среднее	91–150	301–450
4. Повышенное	151–300	451–900
5. Высокое	301–450	901–1500
6. Очень высокое	Более 450	Более 1500

Градация по содержанию кальция в почвах республики

Группы по содержанию кальция	Содержание CaO , мг/кг почвы	
	Минеральные	Торфяно-болотные
1. Очень низкое	Менее 400	Менее 1200
2. Низкое	401–800	1201–2400
3. Среднее	801–1200	2401–3600
4. Повышенное	1201–1600	3601–4800
5. Высокое	1601–2000	4801–6000
6. Очень высокое	Более 2000	Более 6000

Градация по содержанию гумуса в почвах

Группы по содержанию гумуса	Содержание гумуса, %
1. Очень низкое	Менее 1,0
2. Низкое	1,01–1,50
3. Среднее	1,51–2,00
4. Повышенное	2,01–2,50
5. Высокое	2,51–3,00
6. Очень высокое	Более 3,00

**Градация почв по содержанию подвижных форм микроэлементов,
мг/кг сухой почвы**

Элемент	Вытяжка для определения подвижных форм	Группы по обеспеченности			
		1	2	3	4
		низкая	средняя	высокая	избыточная (слабая степень загрязнения)
Cu	1,0 М НС1	<1,5	1,6–3,0	3,1–5,0	≥5,0
		<5,0	5,1–9,0	9,1–12,0	>12,0
Zn	1,0 М НС1	<3,0	3,1–5,0	5,1–10,0	≥10,0
		<10,0	10,1–15,0	15,1–30,0	>30,0
В	Н ₂ O	<0,3	0,31–0,7	0,71–1,0	≥1,0
		<1,0	1,1–2,0	2,1–3,0	>3,0
Mn	1,0 М КС1	<2,0	2,0–6,0	6,1–10,0	>10,0

Примечания: 1. В числителе – минеральные почвы, в знаменателе – торфяно-болотные. 2. Марганец определяется только в минеральных почвах.

Градация по содержанию серы в почвах республики

Группы по содержанию серы	Содержание S, мг/кг почвы	
	Минеральные	Торфяно-болотные
1. Низкое	Менее 6,0	Менее 20,0
2. Среднее	6,1–12,0	20,1–40,0
3. Высокое	12,1–18,0	40,1–60,0
4. Очень высокое	Более 18,0	Более 60,0

Градации по степени кислотности рН (в KCl) почв

Степень кислотности	рН (в KCl)	
	Минеральные почвы	Торфяные почвы
1. Сильнокислые	Менее 4,50	Менее 4,00
2. Среднекислые	4,51–5,00	4,01–4,50
3. Кислые	5,01–5,50	4,51–5,00
4. Слабокислые	5,51–6,00	5,01–5,50
5. Близкие к нейтральным	6,01–6,50	5,51–6,00
6. Нейтральные	6,51–7,00	6,01–6,50
7. Слабощелочные	Более 7,00	Более 6,50

Интервалы оптимальной реакции (рН в KCl) для обеспечения высокой продуктивности севооборотов на дерново-подзолистых почвах

Дерново-подзолистые почвы	По типам севооборотов	
	со льном, картофелем, люпином, овсом, озимой рожью	зерно-травяно-пропашные с кукурузой, сахарной свеклой, люцерной, овощными культурами
Суглинистые	5,5–6,0	6,1–6,7
Супесчаные	5,5–5,8	5,6–6,2
Песчаные	5,3–5,5	5,5–5,8

Интервалы оптимальных параметров агрохимических свойств почв республики

Земли	Почвы	Оптимальные параметры			
		рН	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	Гумус, %
Пахотные	Глинистые и тяжелосуглинистые	6,2–6,8	300–350	250–300	2,8–3,2
	Средне- и легкосуглинистые	6,0–6,7	300–350	200–300	2,6–3,0
	Связносупесчаные	5,8–6,5	250–300	190–250	2,4–2,8
	Рыхлосупесчаные	5,5–6,2	200–250	170–230	2,2–2,6
	Песчаные	5,5–5,8	150–230	120–200	2,0–2,4
Пахотные и луговые	Торфяные	5,0–5,3	600–1000	400–800	–
Луговые	Минеральные	5,8–6,2	120–200	150–200	3,5–4,0

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Агрохимия. Практикум: учеб. пособие для студентов высш. учеб. завед. по агроном. спец. / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, С. П. Кукреша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2010. – 368 с.
2. Агрохимия: учебник / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Минск: ИВЦ Минфина, 2013. – 704 с.
3. Агрохимия и система применения удобрений: учеб.-метод. пособие / С. Ф. Шекунова [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша. – Горки: БГСХА, 2016. – 258 с.
4. Крупномасштабное агрохимическое и радиологическое обследование почв сельскохозяйственных земель Беларуси: метод. указания / И. М. Богдевич [и др.]; под ред. И. М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 48 с.
5. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2007. – 16 с.
6. Методические указания к проведению учебной практики по агрохимии для студентов агрономических специальностей / А. К. Золотарь [и др.]. – Гродно: ГТАУ, 2011. – 53 с.
7. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур: справочник / В. В. Церлинг. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 235 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ПОЛЕВЫЕ ОПЫТЫ С УДОБРЕНИЯМИ.....	7
1.1. Виды полевых опытов с удобрениями и методические требования к их проведению.....	7
1.2. Составление схемы опыта.....	12
1.3. Программа и техника закладки полевого опыта.....	14
1.3.1. Выбор участка для полевого опыта.....	14
1.3.2. Составление плана полевого опыта.....	15
1.3.3. Расчет доз удобрений.....	18
1.3.4. Разбивка участка в натуре.....	19
1.3.5. Посев на опытном участке.....	24
1.3.6. Наблюдения и уход за опытными участками.....	24
1.3.7. Обработка результатов опыта.....	38
2. ВЕГЕТАЦИОННЫЕ ОПЫТЫ.....	40
2.1. Вегетационные опыты с почвенной культурой.....	40
3. ДИАГНОСТИКА МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ.....	43
3.1. Значение и виды диагностики питания растений.....	43
3.2. Методы растительной диагностики.....	45
3.2.1. Визуальная диагностика.....	45
3.3. Химическая диагностика.....	63
3.3.1. Отбор растительных проб для анализа.....	65
3.3.2. Методы химической диагностики.....	70
3.4. Почвенно-растительная диагностика азотного питания зерновых культур.....	72
3.4.1. Ионметрический экспресс-метод определения нитратного азота.....	75
3.4.2. Определение аммонийного азота методом индофеноловой зелени.....	80
3.4.3. Определение усвояемого азота.....	82
3.5. Растительная диагностика азотного питания зерновых культур.....	86
3.6. Переносные лаборатории для диагностики питания растений.....	88
3.6.1. Определение нитратов.....	89
3.6.2. Определение фосфатов.....	89
3.6.3. Определение калия.....	90
3.6.4. Лаборатория функциональной диагностики растений.....	91
3.6.5. N-Тестер.....	93
4. УЧЕТ, ХРАНЕНИЕ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ.....	99
4.1. Значение и состав органических удобрений.....	99
4.2. Хранение навоза.....	105
4.3. Приготовление компостов.....	107
4.4. Дозы и сроки применения органических удобрений.....	107
4.5. Оценка качества работ по складированию органических удобрений.....	111
4.6. Технология и требования к качеству внесения органических удобрений.....	112
5. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И ВНЕСЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ.....	119
5.1. Технология внесения удобрений.....	124
6. АГРОХИМИЧЕСКОЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ.....	129
6.1. Подготовка к полевым исследованиям.....	130
6.2. Проведение агрохимического и радиологического обследования почв.....	131

6.2.1. Цель и задачи агрохимического и радиологического обследования почв.....	131
6.2.2. Рабочее снаряжение почвовед-агрохимика.....	132
6.2.3. Изучение и подготовка исходных материалов.....	133
6.2.4. Рекогносцировочный объезд хозяйства и выделение элементарных участков.....	134
6.2.5. Общие правила отбора смешанных почвенных образцов при агрохимическом и радиологическом обследовании.....	137
6.3. Оформление полевых материалов.....	139
6.3.1. Заполнение ведомости агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных угодий.....	140
6.4. Виды анализов и формирование объединенных почвенных образцов для аналитических исследований.....	145
6.5. Хранение и анализ почвенных образцов.....	146
6.6. Методы определения агрохимических показателей почвы при агрохимическом обследовании.....	149
6.6.1. Определение подвижных форм фосфора и калия в почвах по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО.....	149
6.6.2. Определение рН (КС1) и обменного магния в почве.....	151
6.6.3. Определение обменных кальция и магния методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии.....	152
6.6.4. Модифицированное определение гумуса в почвах по методу Тюрина с фотоколориметрическим окончанием в модификации ЦИНАО.....	154
6.7. Оформление материалов агрохимического и радиологического обследования и отчетность.....	157
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	159
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	169

Учебное издание

Вильдфлуш Игорь Робертович
Мишура Ольга Игоревна
Батыршаев Эдуард Муратбиевич и др.

АГРОХИМИЯ

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА

Учебно-методическое пособие

Редактор *Е. В. Ширалиева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *Н. П. Лаходанова*

Подписано в печать 18.12.2018. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 7,82.
Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.