

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Кожарова Светлана Юрьевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 11.11.2025 09:07:07

Уникальный программный ключ:

43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108031227e81add207cbee4149f2098d7a

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П.А.СТОЛЫПИНА»
(ФГБОУ ВО Омский ГАУ)**

Университетский колледж агробизнеса

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям

**по ПМ 02 КОНТРОЛЬ ПРОЦЕССА РАЗВИТИЯ
РАСТЕНИЙ В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИИ**

ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО

СПЕЦИАЛЬНОСТИ 35.02.05 АГРОНОМИЯ

Ведущий преподаватель
(руководитель) дисциплины

Е.М. Капранова

Омск 2025

Введение

Методические указания по ПМ.02 Контроль процесса развития растений в течение вегетации для выполнения практических работ созданы в помощь обучающимся, для работы на занятиях, подготовки к практическим работам.

Приступая к выполнению практической работы, следует внимательно прочитать задание и ответить на вопросы или решить задачу для закрепления теоретического материала.

Наличие положительной оценки по практическим работам необходимо для получения дифференцированного зачета по дисциплине и допуска к экзамену квалификационному.

Тема 1: «Визуальная диагностика питания сельскохозяйственных культур»

Цель работы: изучить основные методы агрохимического анализа.

МЕТОДЫ РАСТИТЕЛЬНОЙ (ВИЗУАЛЬНОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ) ДИАГНОСТИКИ

Для контроля за питанием растений в течение вегетации используют метод растительной диагностики, т. е. определение обеспеченности культур питательными элементами по их состоянию (внешнему виду, темпам роста и развития) и химическому составу.

ВИЗУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА

Визуальная диагностика питания растений по внешнему виду всего растения или отдельных его органов основана на том, что недостаток или избыток какого-либо элемента в питательной среде приводит к нарушению процессов обмена веществ в растениях и, как следствие, к изменению их внешнего вида. В этом случае могут тормозиться рост всего растения или отдельных его частей, изменяться окраска листьев, происходят деформация отдельных органов и их отмирание. Недостаток или избыток каждого из элементов вызывает специфические изменения у растений, по которым можно определить причину плохого роста и развития культур. Однако часто изменения внешнего вида у растений могут быть вызваны болезнями, вредителями или неблагоприятными условиями погоды. Поэтому, прежде чем приступить к визуальной диагностике питания, необходимо выяснить, не повреждены ли растения вредителями, заморозками, засухой, переувлажнением, не поражены ли грибными, бактериальными и вирусными заболеваниями.

Внешние признаки нарушения питания могут проявляться в одних случаях на молодых листьях и органах, а в других — на старых. Это зависит, прежде всего, от причины изменения жизнедеятельности растений: недостатка или избытка элемента, а также от способности элемента питания к реутилизации.

При недостатке элементов, хорошо реутилизируемых в растениях (азот, фосфор, калий, магний), страдают, прежде всего, старые листья и органы нижних ярусов растений. При недостатке элементов, которые слабо реутилизируются в растениях (кальция, серы, железа, микроэлементов), признаки голодания сначала будут проявляться на молодых листьях, органах или точках роста.

Избыток разных элементов питания чаще сказывается, прежде всего, на старых органах с одновременным ухудшением роста.

Значение анализа. Для визуальной диагностики питания растений необходимо знать характерные внешние признаки угнетения растений от недостатка (или избытка) отдельных минеральных элементов.

Следует отметить, что определение недостатка элементов питания методом визуальной диагностики требует большого навыка и опыта, поскольку внешние признаки голодания или избыточного питания тем или иным элементом проявляются по-разному, в зависимости от вида и даже сорта растения. Признаки иногда достаточно четко не проявляются, и часто приходится встречаться с голоданием растения не одним, а сразу двумя и более элементами; голодание в отношении одного элемента может совпадать с избыточностью другого. Все это создает трудности диагностики питания визуальным методом.

Кроме того, недостаток какого-либо элемента питания начинает отрицательно сказываться на состоянии растения, как правило, значительно раньше появления признаков голодания, которые можно обнаружить визуально.

Хотя четкие внешние признаки голодания проявляются у растений в полевых условиях только при резком нарушении питания и нередко на более поздних стадиях роста и развития, визуальная диагностика позволяет в сочетании с другими методами (агрохимическим анализом почвы, биометрией и химической диагностикой растений) выявить причины угнетения сельскохозяйственных культур и внести возможные коррективы в их питание с помощью удобрений.

Принцип метода. Визуальная диагностика питания растений основана на том, что недостаток или избыток питательных веществ вызывает) различные, довольно специфичные для каждого элемента изменения внешнего вида растения вследствие (нарушения физиологических и биохимических процессов.

Ход работы: Проводят биометрию и составляют описание внешних признаков голодания растений, выращенных в вегетационных сосудах на питательных средах с недостатком отдельных элементов питания (причина голодания не указана, сосуды с растениями зашифрованы по номерной системе). Отмечают общее состояние растений, отклонения в росте и развитии, облиственное, окраске, размерах, форме листьев и по другим морфологическим признакам от растений, выращенных при внесении всех необходимых питательных веществ.

В журнале цветными карандашами делают рисунок растений и дают заключение о том, недостаток какого элемента питания вызвал голодание растений.

Правильность установления причины голодания опытных растений определяют путем сопоставления результатов наблюдений с описанием признаков недостатка основных элементов питания в учебнике и изображениями признаков минерального голодания и гербарными образцами. Результаты наблюдений записывают в журнал в таблицу 1 по приведенной форме.

Таблица:1

Растения	Средняя высота растений	Число стеблей, листьев на 1 растение	Длина, ширина листьев, см	Окраска, наличие хлороза листьев	Описание других морфологических признаков
Выращенные на полной смеси					
Голодающие					

Вопросы и задания:

1. Методы химической диагностики?
2. Внешние признаки голодания растений?
3. Значение анализа.

Тема 2: «Определение доз удобрений на планируемый уровень урожайности по нормативам»

Цель работы: изучить методы расчета норм и доз удобрений и влияние на урожайность.

Значение работы. Средние зональные дозы удобрений, рекомендуемые научными учреждениями на основе результатов полевых опытов в типичных для региона почвенно-климатических условиях и севооборотах, должны корректироваться с учетом актуального плодородия почвы конкретного поля, оцениваемого по* результатам агрохимического обследования на содержание в почве подвижных форм питательных веществ.

Принцип метода. Согласно принятой классификации почвы по основным агрохимическим показателям азотного режима и содержанию подвижных форм фосфора и калия подразделяют на 6 групп (классов), при этом третий класс характеризует среднюю обеспеченность почвы элементами питания для зерновых злаковых культур, четвертый класс — для пропашных, и пятый — для еще более требовательных к уровню минерального питания овощных культур. Если обеспеченность почвы поля элементами питания на один класс ниже средней для соответствующей культуры, то рекомендуемую зональную дозу удобрения обычно увеличивают в 1,25—1,3 раза, а если на два класса ниже — то в 1,5 раза. Если же фактическая обеспеченность почвы выше средней для культуры на один или два класса, то среднюю рекомендуемую дозу удобрения уменьшают соответственно в 1,25—1,3 или 1,5 раза. Поправочные коэффициенты к средним рекомендуемым дозам под отдельные сельскохозяйственные культуры могут уточняться научными учреждениями применительно к конкретным почвенно-климатическим зонам.

Ход работы. В справочно-нормативной литературе («Нормативы, регламентирующие дозы минеральных удобрений в интенсивном земледелии». — М.: ВПНО по агрохимобслуживанию сельского хозяйства. ЦИНАО, 1990 и др.), в зональных рекомендациях по технологии возделывания сельскохозяйственных культур или учебнике «Агрохимия» находят средние рекомендуемые дозы удобрений под одну из ведущих культур применительно к типу почвы поля и севообороту (предшественнику).

По материалам агрохимического обследования почв хозяйства (картограмме, паспорту поля) или результатам ранее выполненного студентом агрохимического анализа почвы определяют ее группу (класс) обеспеченности для взятой культуры элементами питания.

При отсутствии агрохимических показателей для оценки обеспеченности почвы азотом поправочный коэффициент к средним дозам этого элемента не вводят, а для почв с низким содержанием подвижного фосфора среднюю дозу азота корректируют по обеспеченности фосфором.

С использованием поправочных коэффициентов к средним зональным дозам удобрений в зависимости от класса почвы или руководствуясь общим описанным ранее принципом корректировки рассчитывают уточненную дозу каждого элемента питания (кг/га).

$$D_{\text{NPK}} = D_{\text{зNPK}} * C_{\text{NPK}}$$

где D_{NPK} — средняя рекомендуемая зональная доза, $D_{\text{зNPK}}$ кг/га д.в.; C_{NPK} — поправочные коэффициенты к средним зональным дозам N, P и K в долях от 1,0.

Откорректированные дозы удобрений (в кг/га д. в. пересчитывают на физическую массу конкретных азотных, фосфорных и калийных или сложных удобрений основного ассортимента с применением приведенных в приложении 12 коэффициентов пересчета или пользуясь формулой:

$$D_{\text{NPK, кг/га физической массы удобрения}} =$$

$$D_{\text{NPK}}^{\text{кг/га}} \text{ д.в. } 100 / \% \text{ д. в. в } * \text{N, P, K удобрения}$$

Пример выполнения работы. Исходные данные: согласно зональным рекомендациям для получения урожая зерна озимой пшеницы 3,0 т/га на серой лесной почве Нечерноземья (предшественник — занятый пар с внесением 20 т/га навоза) следует вносить N40 и P60K60 (кг/га). Серая лесная почва поля содержит 35 мг/кг легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой), 60 и 135 мг/кг соответственно подвижного фосфора и калия (по Кирсанову).

По обеспеченности азотом почва поля относится ко второму, фосфором — к третьему, а калием — к четвертому классам (см. табл. 16 и 17 учебника «Агрохимия» или табл. 38 настоящего практикума). Для озимой пшеницы (средний уровень обеспеченности зерновых злаков элементами питания характеризуют показатели почвы третьего класса) обеспеченность азотом на один класс ниже

средней, фосфором — средняя, а калием на один класс выше средней. Поэтому средняя рекомендуемая доза азота применительно к нашему конкретному полю должна быть увеличена в 1,25 раза фосфора — не корректироваться, а калия — может быть уменьшена в 1,25 раза. Тогда необходимая доза азота составит (40- 1,25) 50 кг/га, фосфора — 60, а калия (60 ■ 0,75) 45 кг/га д. в.

При использовании аммиачной селитры с содержанием азота 34,5 % ее нужно внести (60 ■ 2,90) 174 кг/га, двойного суперфосфата с содержанием P_2O_5 46 % (60 ■ 2,17) 130 кг/га, а хлорида калия с содержанием K_2O 60 % (40 • 1,76) 70 кг/га.

Показатель	Азотные	фосфорные	калийные
Предшественник:			
Пар чистый, зернобобовые	0,8	-	-
Многолетние бобовые травы	0,5		
Прочие	1,0		
Гранулометрический состав почвы:			
Глинистый	0,9	1,1	0,8
Тяжелосуглинистый	0,9	1,1	0,8
Среднесуглинистый	1,0	1,0	1,0
Супесчаный	1,0	1,0	1,2
песчаный	1,0	1,0	1,2
Степень эродированности почвы:			
Неэродированная	1,0	1,0	1,0
слабоэродированная	1,10	1,05	1,05
среднеэродированная	1,30	1,10	1,10
сильноэродированная	1,50	1,20	1,20

Вопросы и задания:

1. Как связана система удобрения в хозяйстве и севооборотах с зональными системами земледелия и технологиями возделывания культур?
2. Что понимают под системой удобрения в хозяйстве, в севообороте? Расскажите о годовых планах применения удобрений.
3. Какие основные принципы и какую последовательность необходимо соблюдать при разработке системы удобрения?
4. Как влияют почвенно-климатические и ландшафтные условия на эффективность удобрений, выбор их видов, форм, сроков и способов внесения?
5. Как увязать приемы технологии возделывания культур с применением удобрений?
6. Как учитывают особенности питания отдельных культур и характер севооборота при разработке системы удобрений?
7. В чем преимущество совместного применения органических и минеральных удобрений по сравнению с раздельной органической или минеральной системой удобрения в севообороте?
8. Расскажите о роли биологического азота в системе удобрения в севообороте.
9. Как связан уровень интенсификации производства с применением удобрений и других средств химизации?
10. Какие принципиальные подходы существуют для определения доз и соотношения элементов питания при разработке системы удобрения?
11. Какие методы определения доз удобрения вы знаете?

Тема 3: «Балансовые методы определения потребности и доз удобрений»

Цель работы: изучить методы расчета норм и доз удобрений и влияние на урожайность.

Значение работы. Расчетные методы, базирующиеся на сведениях элементарного баланса питательных веществ — сопоставлении размеров их хозяйственного выноса культурой с поступлением из почвы и удобрений, широко используют при прогнозировании потребности в удобрениях и изменений актуального плодородия почвы. При таком подходе к расчету доз удобрений на весь планируемый урожай для оценки возможных размеров выноса культурой элементов питания из почвы применяют коэффициенты использования их подвижных форм. Эти коэффициенты могут изменяться в широких пределах (например, для фосфора — от 2 до 20 % и более, для калия — от 10 до 55 %) в зависимости от культуры и содержания подвижных форм питательных веществ в почве. Если же расчет доз удобрений производить на планируемую прибавку урожая, то расход питательных веществ на формирование дополнительной продукции покрывается только за счет удобрений.

Принцип метода. Расчет доз удобрений на планируемую прибавку урожая проводят с использованием данных агрохимической службы о размерах выноса основных элементов питания на единицу товарной продукции (с учетом побочной) при выращивании районированных сортов культур в различных административных областях или экономических районах с характерными почвенно-климатическими условиями. Точность расчета возрастает при использовании данных о выносе культурами элементов питания, полученных непосредственно в хозяйстве или в типичных почвенных условиях ближайшими опытными учреждениями.

Ход работы. Прежде всего следует правильно определить уровень урожайности культуры без применения удобрений. Это может быть средний за предшествующие 3—4 года урожай, получаемый в конкретных хозяйственных условиях. Если в хозяйстве проведена бонитировка почвы, то урожай культуры за счет почвенного плодородия ($У$, т/га) рассчитывают умножением балла пашни конкретного поля ($Б_{\text{п}}$) на цену балла пашни ($Б_{\text{ц}}$, т/га) планируемого вида сельскохозяйственной продукции: $У = Б_{\text{п}} \cdot Б_{\text{ц}}$.

Можно также ориентироваться на средние данные об урожае соответствующей культуры в контрольных (без удобрений) вариантах полевых опытов агрохимической службы или других опытных учреждений в зоне расположения хозяйства при однотипных почвах и системе земледелия.

Таким же ответственным должен быть и выбор размера планируемой прибавки урожая культуры, она должна быть реальной и обеспеченной природными и материальными ресурсами.

По справочно-нормативной литературе находят данные о выносе основных элементов питания на 1 т товарной продукции (с учетом побочной) взятой культуры применительно к условиям выращивания либо можно воспользоваться средними размерами выноса, приведенными в основном учебнике.

Необходимую дозу питательных веществ удобрений ($Д$ кг/га д. в.) на формирование запланированной прибавки урожая рассчитывают по следующей формуле:

$$Д(\text{NPK}) = (У_{\text{п}} - У_{\text{ф}}) \cdot В(\text{NPK}) \cdot 100 \cdot С(\text{NPK}) / К(\text{NPK})$$

При проведении расчета доз удобрений на планируемую прибавку урожая культуры, под которую (непосредственно или под предшественник) вносят органические удобрения, необходимо учесть их действие или последствие. Также следует учесть и возможное последствие внесенных под предшественник фосфорно-калийных удобрений $P(\text{NPK})$. Вычисление количества используемых культурой питательных веществ из органических удобрений O_{NPK} в последствии фосфора и калия минеральных удобрений проводят по соответствующим формулам, приведенным в работе 6.2.2.

В этом случае из общей потребности в элементах питания на формирование планируемой прибавки урожая сначала вычитают количество питательных веществ, используемых культурой из органических удобрений и внесенных под предшественник фосфорно-калийных удобрений:

$$Д_{\text{NPK}} = (У_{\text{п}} - К_{\text{ф}}) В_{\text{NPK}} - O_{\text{NPK}} - П_{\text{PK}}.$$

Затем с учетом коэффициентов использования рассчитывают необходимые дозы минеральных удобрений ($D_{\text{НРК}}$ кг/га д. в.) и вводят поправку на уровень актуального плодородия почвы (класс по содержанию подвижных форм питательных веществ). Расчет ведут по следующей формуле:

$$D_{\text{НРК}} = ((U_{\text{п}} - U_{\text{ф}}) B_{\text{НРК}} - O_{\text{НРК}} - P_{\text{РК}}) * 100 * C(\text{НРК}) / KI_{\text{НРК}}$$

При необходимости расчетную потребность в элементах питания из удобрений на прибавку урожая корректируют с использованием соответствующих поправочных коэффициентов на гранулометрический состав и степень эродированности почвы, а также на предшественник (см. табл. 62).

Рассчитанную дозу питательных веществ удобрений на планируемую прибавку урожая пересчитывают на физическую массу намечаемых к применению форм азотных, фосфорных, калийных или сложных удобрений (приложение 12).

На практическом занятии разбирают пример расчета доз удобрений на планируемую прибавку урожая ведущей культуры в зоне обслуживания учебного заведения, а домашнее индивидуальное задание по теме занятия выполняют по представляемым преподавателем исходным данным и сведениям о нормативе выноса питательных веществ на единицу планируемой товарной продукции (с учетом побочной) для определенного экономического района и природной зоны.

Ход работы:

Исходные данные: место расположения сельскохозяйственного предприятия — лесостепная зона Центрально-Черноземного экономического района, почва поля — чернозем обыкновенный среднесуглинистый слабоэродированный, по результатам агрохимического анализа на содержание подвижных форм питательных веществ почва относится по обеспеченности азотом и калием — к четвертому классу, а фосфором — ко второму классу. Предшественником сахарной свеклы является озимая пшеница, под которую внесено 30 т/га навоза и $T^{\wedge}P_{\text{ео}}$. Урожайность сахарной свеклы без удобрений на однотипной почве в контрольном варианте (без удобрений) полевых опытов агрохимической службы — 20 т/га. Планируемая прибавка урожая корней — 20 т/га. Согласно «Нормативам выноса элементов питания сельскохозяйственными культурами» (М.: ВПО по агрохимобслуживанию сельского хозяйства, ЦИНАО, 1991) вынос азота, фосфора (P_2O_5) и калия (K_2O) 1 т основной продукции с учетом побочной составляет для сахарной свеклы в лесостепной зоне Центрально-Черноземного района соответственно 4,48; 1,34 и 5,88 кг.

Прежде чем пересчитывать установленные дозы удобрений в кг/га д.в. на физическую массу конкретных форм удобрений, следует решить вопрос об оптимальных способах и сроках их внесения. Для нашего примера с сахарной свеклой целесообразно предусмотреть внесение 10—15 НРК в рядки при посеве в виде сложного удобрения с соотношением N : P : K, равным 1 : 1 : 1, а остальное количество запланированных питательных веществ в виде наиболее распространенных форм современного ассортимента (в том числе аммиачной селитры, двойного суперфосфата и хлорида калия) внести в основное удобрение; фосфор и калий осенью под вспашку, а азот в форме аммиачной селитры весной под припосевную обработку почвы.

Таблица коэффициентов стр. 267-268 5. М 30 Муравин Э.А. Практикум по агрохимии.- М.: КолосС, 2005. _ 384 с.: ил. — (Учебники и учебные пособия для студентов средних учебных заведений) ISBN 5-9532-0036-6

Вопросы и задания:

1. Доза удобрения?
2. Удобрения подсолнечника?
3. Удобрения яровой пшеницы?
4. Удобрения ячменя?
5. Удобрения овощных культур?

Тема 4: «Определение содержания органического вещества в почвогрунте»

Цель работы: изучить основные методы химического анализа органического вещества (гумуса) в почве.

Материалы и оборудование: Образцы почвы. Аналитические весы. Фотоэлектроколориметр. Пробирки со штативом. Водяная баня.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА (ГУМУСА) В ПОЧВЕ ПО МЕТОДУ ТЮРИНА. ГОСТ 26213—91

Значение анализа. Содержание гумуса в почве отражает общий уровень ее потенциального плодородия. Гумус — основной источник азота в почве, он определяет уровень азотного питания растений. От количества гумуса в почве зависят ее поглотительная способность, буферность, водный и питательный режимы.

Принцип метода. Метод основан на окислении гумуса почвы раствором бихромата калия в серной кислоте с последующим фотоколориметрическим определением трехвалентного хрома, количество которого эквивалентно содержанию гумуса. В качестве окислителя берут $K_2Cr_2O_7$, концентрация которого равна $0,067 \text{ моль/дм}^3$. Реакцию проводят в кислой среде. По количеству бихромата калия, пошедшего на окисление гумуса, определяют содержание органического вещества.

Данный метод не распространяется на определение гумуса в оглеенных горизонтах почв, а также в почвах с содержанием хлоридов более 0,6 % и гумуса более 15 %.

Ход анализа. Навеску почвы для анализа определяют исходя из предполагаемого содержания органического вещества. При содержании гумуса более 7 % навеска почвы должна составлять 0,05—0,10 г, при 4-7%—0,1-0,2, при 2-4 % — 0,25-0,35, меньше 2 % — 0,5—0,7 г. При подготовке почвы к анализу необходимо образец полностью размолоть, просеять через сито 0,25 мм и отобрать органические остатки.

Пробу воздушно-сухой почвы взвешивают с точностью до 0,001 г, используя тарированное часовое стекло. Навеску почвы количественно переносят в пробирку объемом 50 см^3 , в нее дозатором или из бюретки приливают 10 см^3 хромовой смеси (реактив 1). В пробирки с жидкостью помещают стеклянные палочки и содержимое перемешивают. Штатив с пробирками опускают в кипящую водяную баню и выдерживают в ней в течение 1 ч с момента закипания воды в бане. Пробирки помещают в баню таким образом, чтобы хромовая смесь находилась на 3 см ниже уровня воды в бане. Содержимое пробирок перемешивают стеклянными палочками через каждые 20 мин.

После часового нагревания штатив с пробирками вынимают из водяной бани и охлаждают под краном или в бане с холодной водой. После этого в пробирки с почвой приливают по 40 см^3 дистиллированной воды. Из пробирок вынимают стеклянные палочки и содержимое тщательно перемешивают барботацией воздуха, нагнетаемого резиновой грушей через стеклянную трубку. Затем пробирки оставляют стоять в покое для оседания почвенных частиц и полного осветления. Если после отстаивания раствор над почвой остается мутным, пробирки оставляют стоять до следующего дня.

Параллельно готовят 9 чистых пробирок для приготовления образцовой шкалы. В эти пробирки для приготовления шкалы сравнения приливают раствор восстановителя (реактив 2) и дистиллированную воду в объемах, указанных в таблице 1.

Таблица 1

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Объем воды, см^3	40	38	36	32	30	25	20	15	10
Объем раствора восстановителя, см^3	0	2	4	8	10	15	20	25	30
Масса органического углерода, соответствующая количеству восстановителя в растворе, мг	0	0,6	1,2	2,4	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0
Масса гумуса, соответствующая количеству восстановителя в растворе, мг	0	1,03	2,07	4,14	5,17	7,76	10,30	12,90	15,50

Примечание: 1 см³ израсходованного восстановителя соответствует 0,517 мг гумуса или 0,3 мг органического углерода.

Затем проводят фотоколориметрирование растворов шкалы

для сравнения и испытуемых растворов на ФЭК (в кювете толщиной просвечивающего слоя 1—2 см) при длине волны 590 нм с оранжево-красным светофильтром. Испытуемый раствор в кюветы ФЭК переносят осторожно, не взмучивая осадка на дне пробирки. Содержание гумуса в анализируемой почве находят по калибровочному графику. Калибровочный график строят, откладывая по оси абсцисс массу гумуса (мг), а по оси ординат — их оптическую плотность.

Вычисление результатов. Содержание гумуса (%) рассчитывают по формуле:

$$Г = М * К * 100 / т$$

где М —
мг; К —
пересчета

М-масса гумуса в анализируемой почве по градуировочному графику, поправка на концентрацию восстановителя; 100 — коэффициент в %; т — масса пробы почвы, мг.

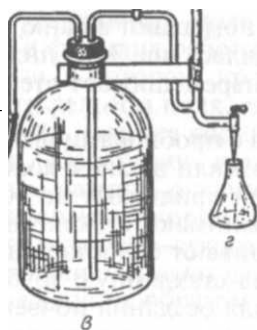


Рис. 22. Установка для хранения и титрования солью Мора:

а — бюретка; б — склянка (со щелочным раствором сульфата натрия); в — склянка с реактивом Мора;

Реактивы. 1. Хромовая смесь — 0,4 н. раствор $K_2Cr_2O_7$ в разбавленной (1 : 1) серной кислоте. Берут 40 г тонко измельченного в фарфоровой ступке кристаллического $K_2Cr_2O_7$, растворяют в 500—600 см³ дистиллированной воды (можно с подогреванием) и фильтруют через бумажный фильтр в мерную колбу емкостью 1 дм³. Раствор доводят до метки дистиллированной водой и переливают в большую колбу (емкостью 2,5—5 дм³) из термостойкого стекла. К этому раствору приливают (под тягой) небольшими порциями (примерно по 100 см³) 1 дм³ H_2SO_4 (пл. 1,84) при осторожном многократном перемешивании. Раствор накрывают воронкой или стеклом и оставляют стоять до следующего дня до полного охлаждения. Затем его переливают в бутылку или склянку с притертой пробкой. Хранят в темном месте.

2. Восстановитель — 39,2 г соли Мора (по ГОСТ 4208—7) х. ч. или ч. д. а. или 27,8 г $(NH_4)_2SO_4$ ■ $FeSO_4$ ■ $6H_2O$ х.ч. или ч. д. а., помещают в литровую колбу и заливают 0,5 М раствором серной кислоты, примерно на 2/3 объема колбы. Раствор взбалтывают до полного растворения соли.

3. Раствор серной кислоты концентрацией 0,5 моль/дм³ — 28 см³ серной кислоты (пл. 1 84) растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 дм³.

Тема 5: «Определение в почве азота нитратов»

Цель работы: изучить основные методы химического анализа органического вещества (гумуса) в почве.

Материалы и оборудование: Бутылки или колбы вместимостью 300 см³. Технохимические весы. Микробюретки. Бумажные фильтры. Воронки. Химические стаканы. Пробирки. Фотоэлектроколориметр.

Реактивы. 1. Экстракционный раствор подкисленного ацетата натрия (CH₃COONa) — 67 г ацетата натрия помещают в мерную колбу вместимостью 1 дм³, с помощью мерного цилиндра приливают 300 см³ концентрированной уксусной кислоты и доводят объем до метки дистиллированной водой. Полученный маточный раствор перемешивают и используют для приготовления экстракционного раствора. 100 см³ маточного раствора (непосредственно перед анализом) помещают в мерную колбу вместимостью 1 дм³, доводят объем до метки и тщательно перемешивают.

2. Дифениламин — в 1 дм³ концентрированной серной кислоты (пл. 1,84) растворяют 1 г дифениламина и 2 г хлорида натрия. Реактив хранят в темноте.

3. Стандартный раствор нитрата калия — 7,22 г KNO₃ помещают в мерную колбу вместимостью 1 дм³, доводят объем в колбе до метки дистиллированной водой и тщательно перемешивают. В приготовленном растворе массовая концентрация нитратного азота составляет 1 мг/см³.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ПОЧВЕ НИТРАТА АЗОТА

Значение анализа. При выращивании растений в защищенном грунте основная доля минерального азота приходится на нитраты, так как при высокой температуре, хорошей аэрации и нормальной влажности грунтовых смесей аммонийный азот быстро нитрифицируется. Содержание в грунтовых смесях нитратного азота позволяет оценить уровень азотного питания растений.

При средней (нормальной) обеспеченности грунтов нитратами подкормки овощных культур азотом проводят в средних рекомендуемых дозах. При содержании нитратного азота в повышенных и высоких количествах от проведения подкормок следует отказаться до снижения содержания нитратного азота до средней обеспеченности.

При высоких уровнях содержания нитратного азота в грунтовых смесях возможно повышение содержания нитратов в урожае.

Принцип метода. Заключается в извлечении нитратного азота из почвогрунта экстракционным раствором подкисленного ацетата натрия при соотношении 1 : 10 с дальнейшим определением нитратного азота колориметрическим методом. Нитратный азот образует с дифениламином, растворенным в концентрированной серной кислоте, соединение, окрашивающее раствор в синий цвет. Интенсивность окраски измеряют на фотоэлектроколориметре.

Ход анализа. В бутылку или коническую колбу вместимостью 300 см³ помещают 20 см³ тепличного грунта, добавляют 200 см³ раствора подкисленного ацетата натрия (реактив 1). Содержимое колбы взбалтывают в течение 2 мин и фильтруют в химический стакан через бумажный фильтр, отбрасывая первые мутные порции фильтрата. В пробирку с помощью микробюретки отбирают 1 см³ вытяжки. Затем медленно по стенке пробирки приливают из бюретки 15 см³ раствора дифениламина (реактив 2). После этого раствор в пробирке осторожно перемешивают стеклянной палочкой. Интенсивность образующейся синей окраски измеряют через 30 мин на ФЭК при желтом светофильтре при длине волны 566 нм. Содержание 1ЧОз~ определяют по градуировочно-му графику.

Для построения градуировочного графика из исходного образцового раствора (реактив 3) готовят растворы сравнения. Для этого в мерные колбочки на 100 см³ отбирают разные количества исходного раствора и доводят объем до метки. Из каждой колбочки образцового раствора отбирают в пробирку по 1 см³ раствора и осторожно вливают 15 см³ дифениламина (реактив 2). Жидкость в пробирках перемешивают стеклянной палочкой.

Таблица 1

Характеристика раствора	1	2	3	4	5	6
Объем исходного раствора KNO_3	0	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0
Концентрация N-NO_3 в растворе сравнения, мг/дм^3	0	6	12	18	24	30
Содержание N-NO_3 в грунтовой смеси, мг/дм^3	0	60	120	180	240	300
Оптическая плотность раствора (показания ФЭК)						

Растворы сравнения колориметрируют и определяют их оптическую плотность (табл. 1).

Определение результатов. Для построения калибровочной кривой по оси абсцисс откладывают содержание азота (мг/дм^3 грунтовой смеси), по оси ординат — показания ФЭК.

Вопросы и задания:

1. Условия влияющие на нитрификацию азота?
2. Основные этапы определения нитратного азота?
3. Основные этапы определения аммонийного азота?

Тема: 6 «Определение кислотности почвы»

Цель работы: изучить основные методы определения кислотности почвы.

Материалы и оборудование: Образцы почвы. рН-метр. Колбы или бутылки емкостью 250 см^3 .
Стеклянные стаканчики на 50 см^3 .

Реактивы. 1. 1 М раствор хлорида калия — 75 г KCl х. ч. или ч. д. а. растворяют в дистиллированной воде и доводят объем до 1 дм^3 в мерной колбе. Полученный раствор должен иметь рН 5,6—6,0. Если рН < 5,6, то требуемое значение рН устанавливают, добавляя к раствору 10%-ный KOH , а при рН > 6,0 — 10%-ный раствор HCl . Буферные растворы готовят по ГОСТ 10170—62 и ГОСТ 21071-62

Значение анализа. В нашей стране имеются различные типы почв, обладающие кислой, нейтральной или щелочной реакцией. Подзолистые и дерново-подзолистые, серые лесные почвы характеризуются повышенной кислотностью, которая оказывает негативное влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур, а также подавляет жизнедеятельность почвенных микроорганизмов. Такими же неблагоприятными свойствами характеризуются почвы, обладающие ярко выраженной щелочной реакцией.

Повышенное содержание в почвенном растворе ионов водорода (актуальная кислотность) оказывает на растения непосредственное влияние, воздействуя на ткани корней и на обменные реакции между растением и почвой.

Обменная кислотность обусловлена наличием в почвенном поглощающем комплексе катионов водорода и алюминия, вытесняемых в обмен на катионы нейтральной соли — KCl , она отрицательно влияет на физико-химические свойства почвы. Почвы, имеющие близкую к нейтральной, нейтральную и щелочную реакцию, не обладают обменной кислотностью. Поэтому для оценки реакции этих почв достаточно определить актуальную кислотность.

Кислые почвы характеризуются значительной обменной кислотностью, которая существенно влияет на их свойства. По величине обменной кислотности, выраженной в единицах рН, определяют степень кислотности почвы. При рН солевой вытяжки 4,5 почва сильнокислая, 4,6—5,0 — среднекислая, 5,1—5,5 — слабокислая, 5,6—6,0 — близкая к нейтральной, более 6,0 — нейтральная. Степень кислотности почвы определяет нуждаемость почвы в известковании и очередность его проведения в зависимости от состава культур севооборота.

По величине обменной кислотности с учетом гранулометрического состава можно установить ориентировочные дозы извести (см. табл. 25). Ориентировочную дозу извести можно установить по гранулометрическому составу почвы и величине pH солевой вытяжки. Для почв с содержанием гумуса 2—3 % рекомендованы дозы извести, представленные в таблице 25.

Почвы, pH	4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
Супесчаные и легкосуглинистые	4	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Средне и тяжелосуглинистые	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Принцип метода. Потенциометрический метод определения реакции почв (pH) заключается в измерении электродвижущей силы (ЭДС),

которая возникает при помещении в почвенную суспензию (водную или солевую) двух электродов — измерительного (стеклянного) и электрода сравнения (хлорсеребряного). Измерение можно проводить в широком интервале pH. Для определения актуальной кислотности используют водную вытяжку, обменной кислотности — солевую, получаемую при обработке почвы 1 М раствором KCl. Соотношение почвы к раствору 1 : 2,5, для органических почв 1:25.

Ход анализа. Навеску почвы 20 г помещают в колбу или бутылку емкостью 250 см³ и приливают 50 см³ дистиллированной воды — для определения pH водной вытяжки или 50 см³ 1 М KCl (реактив 1) — для определения pH солевой вытяжки. Почву перемешивают с раствором в течение 1 мин на магнитной мешалке или взбалтывают от руки и оставляют до следующего дня. В полученной суспензии определяют pH на pH-метре (см. рис. 6). Для этого после настройки прибора в стакан с суспензией погружают стеклянный электрод и электрод сравнения и измеряют pH.

Для настройки pH-метра используют буферные растворы с pH 4,01; 6,86 и 9,18.

Вопросы и задания:

1. Что такое водородный показатель?
2. Основные показатели кислотности?
3. Что такое буферность почвы?

Тема 7 : «Определение степени и характера засоления почв»

Цель работы: изучить основные методы определения и устранения засоленности почв.

Материалы и оборудование: Колбы или бутылки вместимостью 250—500 см³, мерные колбы на 200 см³, конические колбочки емкостью 200—250 см³, пипетки, воронки, плотные беззольные фильтры (синяя полоса), электроплитка или газовая горелка.

Реактивы. 1. Гипс — 3 г CaSO₄, х. ч. растворяют в 1 дм³ дистиллированной воды в течение 3—4 ч при частом помешивании и фильтруют через плотный фильтр. Берут 3—4 пробы фильтрата по 100 см³, осаждают кальций щелочной смесью (как описано ранее), а избыток ее оттитровывают 0,1 н. HCl. По разности между взятым количеством щелочной смеси и ее остатком находят содержание кальция (мг • экв) сначала в 100, а потом в 200 см³ раствора гипса.

2. Щелочная смесь — готовят отдельно точно 0,1 н. растворы K₂CO₃ и NaOH. Перед осаждением кальция соду и щелочь смешивают в соотношении объема 2 : 1 и из смешанного раствора берут для анализа необходимое количество.

3. Соляная кислота — 0,1 н. раствор HCl.

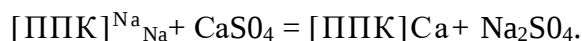
4. Метиловый оранжевый.

Значение анализа. Солонцовые почвы, солонцы (солонцовые горизонты) в сухом состоянии обладают очень высокой плотностью, а при увлажнении расплываются в бесструктурную вязкую массу. Это ухудшает водный и воздушный режимы почвы, затрудняют ее обработку и проникновение корней растений в нижележащие горизонты. Присутствие в поглощающем комплексе солонцов натрия делает эти почвы особенно неблагоприятными для

сельскохозяйственного использования, так как при этом возможно повышенное содержание в почвенном растворе соды, очень вредной для культурных растений.

Засоленные натрием почвы нуждаются в улучшении и химической мелиорации. О степени солонцеватости почв судят по содержанию поглощенного натрия.

Принцип метода. В основу метода положена обработка почвы титрованным раствором гипса, кальций которого вытесняет натрий из почвенного поглощающего комплекса в раствор:



Не израсходованный на вытеснение натрия кальций гипса осаждают титрованным раствором щелочной смеси карбоната натрия и гидроксида натрия ($2\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaOH}$), избыток последнего оттитровывают кислотой.

По разности между взятым объемом щелочной смеси и количеством кислоты, пошедшей на титрование ее избытка, устанавливают количество кальция, не израсходованного на вытеснение поглощенного натрия. Количество вытесненного натрия эквивалентно пошедшему на его вытеснение кальцию и определяется по разности между содержанием кальция в исходном растворе гипса и в растворе после установления равновесия с почвой.

Данный метод не пригоден для почв, содержащих гипс.

Ход анализа. Навеску почвы 10 г при содержании обменного натрия 10—20 % от емкости поглощения, 5 г — при более 20 %) отвешивают на техномических весах и помещают в колбу емкостью 250—500 см³. К ней приливают из бюретки или пипеткой 200 см³ титрованного раствора гипса (реактив 1), закрывают пробкой и оставляют на 2 сут, периодически взбалтывая ее содержимое. Затем суспензию фильтруют через плотный беззольный фильтр.

В мерную колбу на 200 см³ переносят пипеткой 100 см³ фильтрата, нагревают его до кипения и, не охлаждая, приливают к нему

75 см³ щелочной смеси (реактив 2), добавляя ее вначале отдельными каплями (во избежание разбрызгивания). В колбе появляется белый осадок карбоната кальция и магния.

Раствор с выпавшим осадком кипятят еще 2—3 мин, потом нагревают еще 15—20 мин (для лучшей коагуляции осадка) на электроплитке с небольшим нагревом. Закончив нагревание, раствор охлаждают. Охлажденный раствор доводят до метки дистиллированной водой, не содержащей CO₂, и быстро фильтруют. Необходимо, чтобы фильтрат был совершенно прозрачным.

Затем 100 см³ фильтрата пипеткой переносят в коническую колбочку и титруют 0,1 н. раствором HCl (реактив 3) в присутствии метилоранжа (реактив 4) до перехода окраски раствора от желтой к слабо-розовой.

Вычисление результатов. Содержание обменного натрия (мг • экв/100 г) определяют по формуле

$$X = [a - (b - 2v) - 2 \cdot 0,1] \cdot 100 / n - C$$

где а — содержание Са в 200 см³ титрованного раствора гипса, мг • экв; б — количество щелочной смеси, взятой для осаждения остатка Са и вытесненного Mg, см³; в — количество 0,1 н. HCl, пошедшей на титрование остатка щелочной смеси, удваивают, так как для титрования брали половину фильтрата, содержащего избыток щелочной смеси, см³; 2 — указывает на то, что разность (б - 2в) — количество щелочной смеси, пошедшей на осаждение избытка кальция, следует удвоить, так как на осаждение бралась половина раствора гипса; 0,1 — количество миллиграмм эквивалентов, соответствующее 1 см³ 0,1 н. раствора щелочи; 100 — коэффициент пересчета на 100 г почвы; С — общая щелочность, мг • экв/100 г почвы; n — навеска почвы для анализа, г.

Вопросы и задания:

1. Что такое засоление почв?
2. Способы устранения засоленности почв?
3. Расчет дозы внесения гипса?