

ФГОУ ВПО
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО АГРОХИМИИ ДЛЯ АГРОНОМИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Издание второе, переработанное и дополненное

Допущено Министерством сельского хозяйства
Российской Федерации
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по агрономическим специальностям

Ставрополь
«АГРУС»
2010

УДК 63:54
ББК 40.4я7
Л12

Авторский коллектив:

*А. Н. Есаулко, В. В. Агеев, А. И. Подколзин, Ю. И. Гречишкина,
О. Ю. Лобанкова, Л. С. Горбатко, В. И. Радченко, М. С. Сигида,
С. А. Коростылёв, Е. В. Голосной, Н. В. Николенко*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В. С. Цховребов;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В. Г. Гребенников

Лабораторный практикум по агрохимии для агрономи-
Л12 ческих специальностей : учебное пособие / А. Н. Есаулко,
В. В. Агеев, А. И. Подколзин и др. – Изд. 3-е, перераб.
и доп. – Ставрополь : АГРУС, 2010. – 276 с.

ISBN 5-9596-0148-6

Настоящее учебное пособие разработано для самостоятельной работы студентов агрономических специальностей, выполняющих лабораторный практикум по агрохимии в соответствии с Государственным образовательным стандартом второго поколения и программами бакалавриата.

Изложены основные регионально приемлемые методы агрохимических анализов почв, растений, удобрений и мелиорантов. Приведены методические рекомендации по организации и проведению тестирования, деловых игр, выполнению курсовых и дипломных работ.

Пособие предлагается студентам, слушателям курсов повышения квалификации, широкому кругу специалистов сельского хозяйства. Настоящее издание представляет собой стройную систему теоретических и практических методов, имеющих единую цель – активизировать самостоятельную работу студентов при проведении лабораторного практикума по агрохимии в соответствии с Государственным образовательным стандартом и программами бакалавриата и магистратуры.

УДК 63:54

ББК 40.4я7

ISBN 5-9596-0148-6

© Авторский коллектив, 2010

© АГРУС, 2010

Введение

Перед специалистами сельского хозяйства стоят ответственные задачи по повышению плодородия почв и продуктивности земледелия, по рациональному и экологически безопасному применению средств химизации при возделывании сельскохозяйственных культур по современным технологиям. Поэтому агрономические кадры среднего звена – непосредственные организаторы производства – должны четко представлять возможности и владеть методами агрохимического анализа, чтобы творчески внедрять достижения современной науки в области химизации в земледелие.

В настоящем издании представлена стройная система теоретических и практических методов, имеющих единую цель – активизировать самостоятельную работу студентов при выполнении лабораторного практикума по агрохимии. Оно знакомит будущих специалистов с принципами и особенностями визуальных наблюдений, инструментальных методов анализа.

В связи с новыми возможностями лаборатории агрохимического анализа, предоставляемыми Инновационным образовательным проектом, расширена тематика лабораторных работ, более полно представлен раздел «Диагностика питания растений».

Настоящее учебное пособие рекомендуется для широкого использования не только при подготовке студентов по специальностям Агрономия 110201.65, Агрономия – Бакалавр сельского хозяйства 110200.62, Агрономия – Магистр сельского хозяйства 110200.68, Защита растений 110203.65, Природопользование 020802.65, Садово-парковое и ландшафтное строительство 250203.65, но и в качестве практического руководства по проведению агрохимических анализов в подразделениях агрохимслужбы.

ТЕХНИКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Сотрудники лаборатории кафедры агрохимии и студенты, выполняющие на кафедре лабораторный-практический по агрохимии, имеют дело с электронагревательными приборами, химической посудой, реактивами, огнеопасными и сильнодействующими веществами.

Многие из названных предметов при неумелом, неосторожном или небрежном обращении могут вызывать пожар, отравление, порезы рук стеклом, ожоги горячими предметами, кислотами, щелочами и другими реактивами с возможными тяжелыми последствиями как для работающего, так и для окружающих.

Знать опасности, встречать их и не быть захваченным врасплох является важнейшей задачей каждого работающего в лаборатории.

В этих целях устанавливаются следующие обязательные правила.

Противопожарные меры

Причинами возникновения пожара могут быть неисправности: электропроводки, нагревательных приборов, газовых шлангов, кранов подвода газа, несоблюдение мер предосторожности, неумелое обращение с огнеопасными веществами. При выполнении работ по нагреванию и работ с огнеопасными веществами запрещается:

- использовать неисправные электроприборы и приборы, не соответствующие напряжению сети;
- использование нагревательных приборов на рабочих местах без подкладки толстого листа асбеста или другого теплоизоляционного материала;
- оставлять включенными без присмотра электрические и газовые приборы.
- при работе с огнеопасными веществами (серный эфир, спирт, бензин и др.) пользоваться горящими горелками всех видов.

Все операции, связанные с нагреванием, следует производить на водяной или другой бане с потушенной горелкой.

В случае если будет нечаянно разбита бутылка или другой сосуд с огнеопасными веществами, прежде чем собирать осколки или разлитую жидкость, ее нужно, прежде всего, засыпать песком. Осколки стекла и песок, пропитанный жидкостью, собирают при помощи фанеры (или деревянной лопаты). Запрещается применять железную лопату, веник или щетку.

При возникновении пожара следует очень быстро удалить из помещения все горючие жидкости, кроме того, надо предусмотреть, чтобы находящиеся вблизи стальные баллоны не взорвались от разогрева. Для огнетушения надо использовать все имеющиеся под рукой средства (CO_2 из стальных баллонов, огнетушители, листовой асбест, влажные тряпки) и одновременно вызвать пожарную команду.

Меры предосторожности при работе с вредными и ядовитыми веществами, кислотами, щелочами и при обращении со стеклом

В лаборатории приходится иметь дело с кислотами, щелочами, солями, содержащими ртуть, свинец, и другими веществами, вредно действующими на организм человека при их вдыхании, а также при попадании на кожу или внутрь.

В целях предупреждения несчастных случаев необходимо знать:

1. Работы, связанные с выпариванием, удалением аммиака, сжиганием испытываемых веществ (озоление и др.), должны проводиться только в вытяжном шкафу при хорошо действующей тяге.
2. Наполнение пипеток ядовитыми или едкими жидкостями ни в коем случае нельзя производить ртом. Следует применять грушу или бюретку.
3. При работе со щелочами, а также с ядовитыми веществами (сулема и др.) недопустимо брать куски или порошок голыми, незащищенными руками, необходимо пользоваться щипцами, пинцетом или совочком.
4. При смешивании жидкостей, взаимодействие которых вызывает сильное разогревание, необходимо соблюдать осторожность, так как раствор может закипеть и разбрызгаться. На-

- пример, при разведении концентрированной серной кислоты следует приливать кислоту в воду (а не наоборот) небольшими порциями постоянно помешивая, избегая чрезмерного нагревания.
5. При определении запаха вещества нельзя подносить к носу сосуд с веществом – его следует держать на расстоянии, направляя к носу небольшое количество паров вещества легким движением руки.
 6. Запрещается выливать ядовитые вещества в раковину без предварительного обезвреживания. Нельзя также выливать концентрированные растворы щелочей, хромовую смесь, а также дурно пахнущие вещества, без предварительного сильного разбавления.
 7. Запрещается при работе держать или встряхивать колбы и другие склянки с кислотами и щелочами выше или на уровне глаз.
 8. Чтобы предохранить руки от порезов, надо осторожно обращаться со стеклянными приборами и посудой. При закрытии колб пробками не следует применять больших усилий. При сборке приборов нужно пользоваться стеклянными трубками с оплавленными концами.
 9. Работать в агрохимических лабораториях нужно в халатах, так как попавшие реактивы могут загрязнить платье или разрушить ткань.

Общие требования при пользовании газовыми горелками

До работы в помещении, где установлены газовые приборы, необходимо открыть форточки и проветрить помещение, проверить наличие накидных ключей у кранов. При неисправности газового оборудования или запахе газа звонить в аварийно-диспетчерскую газовую службу.

При наличии запаха газа в помещении категорически запрещается:

- а) включать и выключать электроосвещение, вентиляторы и прочие электроприборы;
- б) пользоваться открытым огнем;
- в) разжигать горелки.

Необходимо постоянно проветривать помещение.

Для зажигания горелок следует:

- 1) открыть кран на вводе газопровода на ответвлении к вытяжному шкафу (к лабораторному столу);
- 2) зажечь спичку, поднести ее к горелке, медленно открывая газовый кран горелки поджечь газ;
- 3) отрегулировать горение газа, пока пламя не станет синевато-фиолетовым.

Необходимо постоянно поддерживать устойчивое горение газа, не допуская копоти, отрыва или проскока пламени.

При проскоке пламени внутрь горелки следует закрыть газовый кран, когда остынет – снова зажечь ее как указано выше.

Если пламя шумит и слегка отрывается от устья горелки, нужно убавить подачу первичного воздуха.

Для остановки работы горелок необходимо:

1. Закрыть газовый кран у горелки.
2. Закрыть регулятор воздуха.

При остановке работы всех газовых приборов закрываются краны на ответвлениях газопроводов к вытяжным шкафам (лабораторным столам).

При аварии (взрыве, пожаре, отравлении, сильной утечке газа и др.) необходимо срочно закрыть кран на вводе газопровода, поставить в известность руководство учреждения и немедленно вызвать аварийную службу. Помещение проветрить.

При появлении признаков отравления (головокружение, головная боль, тошнота) пострадавших выводят на воздух, дают нюхать нашатырный спирт, при ухудшении состояния здоровья – вызывают скорую помощь.

Первая помощь при несчастных случаях

1. При механическом ранении небольшие раны дезинфицируют небольшим количеством раствора йода и закрывают бинтом. Большие раны не промывают, а только забинтовывают стерильной марлей, ватой и бинтом, после чего прибегают к срочной медицинской помощи.
2. При ожогах на пораженное место накладывают кусок марли с висмутовой мазью и ежедневно обновляют повязку. Если появились волдыри, следует прибегнуть к медпомощи, приставшие остатки вещества удалять нельзя.

3. При попадании концентрированной кислоты на кожу рук или лица необходимо промыть пораженный участок кожи сначала водой, а затем слабым раствором пищевой соды. Концентрированную щелочь, попавшую на кожу, смывают вначале слабым раствором уксусной кислоты, а затем водой, накладывается повязка с мазью от ожогов.
4. При попадании кислот, щелочей через ротовую полость необходимо тотчас же вызвать рвоту – лучше всего механически или принимая внутрь мыльную пену или горчичную воду. После чего пострадавшему дают активированный уголь, молоко, в крайнем случае – в большом количестве воду.
5. При отравлении газами (CO , H_2S), парами растворителя пострадавшего выводят на свежий воздух. Нельзя допускать, чтобы человек заснул, для этого его лицо опрыскивают холодной водой, при остановке дыхания применяют искусственное дыхание.

В лаборатории на видном месте должна находиться аптечка для оказания первой помощи пострадавшим.

ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В химической лаборатории используют специальную посуду, отличающуюся химической стойкостью или термоустойчивостью. Ее изготавливают из обычного или термостойкого стекла, фарфора и других огнеупорных материалов.

Стеклоянная посуда. По специфичности использования стеклянную посуду можно разделить на три группы: общего назначения, специальную и мерную. Посуду общего назначения (пробирки, стаканы, плоскодонные колбы, колбы Бунзена, бутылки, склянки, тройники) применяют для разных целей, а специальную посуду – для одной цели. Мерная посуда предназначена для отмеривания точных объемов жидкости и газов.

Пробирки – это узкие цилиндрические с закругленным дном сосуды разной величины и диаметра, сделанные из обычного или термостойкого стекла. Они бывают простые, градуированные и центрифужные. Пробирки применяют для первого ознакомления с веществом при определении его отношения к воде, проведении

качественных реакций, колориметрических наблюдений и т. д. В пробирку вносят такое количество реактивов, чтобы общий объем не превышал половины объема пробирки. Реактивы перемешивают стеклянной палочкой или слегка постукивают пальцем по нижней части пробирки.

Чтобы быстро взять определенный объем отстоявшейся жидкости, не взмучивая осадка, в производственных условиях пользуются мерной пробиркой с боковым отверстием. Ее берут в правую руку, указательным пальцем плотно закрывают верхнее отверстие, погружают пробирку в раствор на 3–5 мм глубже бокового отверстия и слегка отодвигают палец, чтобы раствор поступал в боковое отверстие. Затем верхнее отверстие зажимают и вынимают пробирку из раствора.

Химические стаканы изготавливают из обычного и термостойкого стекла емкостью от 50 до 1000 мл. Их используют для фильтрования, осаждения, растворения и т. д.

Колбы бывают плоскодонные и круглодонные, различной емкости – от 50 до 1000 мл. Плоскодонные, в свою очередь, делятся на обычные и конические (Эрленмейера).

При титровании, фильтровании и прочих работах пользуются колбами Эрленмейера. Круглодонные колбы с отростком (Вюрца) используют при перегонке жидкостей, а с удлиненным горлом (Кьельдаля) – при сжигании вещества концентрированными кислотами. Во время работы эти колбы держат в специальных штативах с небольшим углублением. Коническую колбу с отростком (Бунзена) используют при фильтровании с разрежением.

Из обычной плоскодонной колбы можно собрать *промывалку*. Для этого к ней подбирают резиновую пробку, в которой просверливают два отверстия. В одно отверстие вставляют изогнутую под тупым углом стеклянную трубку так, чтобы она выходила из пробки на 2–3 см. В другое отверстие вставляют изогнутую под острым углом стеклянную трубку, доходящую почти до дна колбы, к наружному концу которой при помощи резиновой трубки присоединяют небольшую стеклянную трубочку с оттянутым концом.

В колбу наливают дистиллированную воду или какой-либо раствор и плотно закрывают пробкой. Тупой конец трубки берут в рот и вдвывают воздух в колбу. Из другой трубки льется струя жидкости.

Промывалка – необходимое приспособление в лаборатории. Она служит для промывания осадков дистиллированной водой, смывания осадков с фильтров, стенок сосудов и т. д.

Воронки изготовляют разных диаметров, от 3 до 27 см, из обычного стекла. Они служат для фильтрования и переливания жидкостей. Лучшими считаются воронки, у которых конус с горизонтальной плоскостью образует угол 60° , так как фильтрование в них проходит значительно быстрее. Для ускорения фильтрования используют воронки с шарообразным расширением, заполненным гигроскопической или стеклянной ватой.

Эксикатор применяют для охлаждения бюксов, стаканчиков, тиглей, а также для сохранения веществ в обезвоженном состоянии. Это толстостенный стеклянный сосуд, имеющий пришлифованную крышку. В коническую часть его помещают поглотитель (прокаленный хлористый кальций, фосфорный ангидрид, серную кислоту). На фарфоровом вкладыше, вставленном в эксикатор, размещают тигли, чашечки и др. При открывании и закрывании эксикатора крышку не поднимают, а сдвигают в сторону. Для того чтобы закрыть его герметически, крышку и бортик смазывают вазелином. При переносе эксикатора крышку придерживают рукой, иначе она может соскользнуть и разбиться. Раскаленные тигли сначала охлаждают на листе асбеста 1–2 минуты и только потом помещают их в эксикатор, оставив щель для выхода горячего воздуха; через 2–3 минуты его плотно закрывают. Перед установкой в эксикатор тигли закрывают крышками.

Мерные цилиндры, мензурки – это стеклянные толстостенные сосуды различной емкости; на наружной стенке их нанесены деления, соответствующие объему жидкости в миллилитрах. Цилиндры имеют цилиндрическую форму, мензурки – коническую.

Пипетки служат для точного отмеривания жидкости. Они бывают простые и градуированные. Простые пипетки (Мора) рассчитаны на определенный объем, указанный на их расширенной части. Круговая черта в верхней части пипетки служит меткой, до которой набирают жидкость. На наружной стенке градуированных пипеток нанесены деления через 0,1, 0,01 или 0,02 мл. Пипеткой можно отмерить любой объем в пределах ее емкости. Чтобы наполнить пипетку, ее нижний конец опускают в жидкость, а через верхний засасывают жидкость на 2–3 см выше метки и быстро закрывают верхнее отверстие указательным пальцем. Засасывают жидкость отрывистым сосательным движением языка и губ, не вдыхая воздух из пипетки, причем во время наполнения кончик ее должен находиться в жидкости. Наполненную пипетку приподнимают так, чтобы метка была

на уровне глаз. Ослабляя нажим указательного пальца, дают жидкости стечь до метки и снова прижимают палец. Пипетку с раствором вводят в нужный сосуд, прислоняя ее нижний конец к стенке сосуда, затем отпускают палец и дают стечь жидкости. Выдувать жидкость из пипетки нельзя. При наполнении пипеток растворами ядовитых веществ, крепкими кислотами и щелочами пользуются резиновой грушей. Пипетки хранят в специальном штативе.

Бюретки применяют для точного измерения объема жидкости при титровании. На внешней стенке бюретки нанесены деления, соответствующие миллилитрам и их долям. Бюретки бывают с притертыми кранами и без них. Суженный конец бюретки без крана соединяют при помощи мягкой резиновой трубки с небольшой стеклянной трубкой с оттянутым концом. На резиновую трубку надевают зажим Мора или же внутрь ее закладывают стеклянную бусинку. Бюретку при титровании устанавливают в штатив в вертикальном положении.

Мерные колбы представляют собой обычные плоскодонные колбы с длинным узким горлышком с круговой меткой, до которой следует наливать жидкость. На колбе указывается ее емкость в миллилитрах при определенной температуре. Мерные колбы служат для растворения навески вещества в определенном объеме или для разбавления растворов до определенного объема и т. д.

Для заполнения мерной колбы раствором его сначала наливают на 0,1–1 см ниже метки, а затем осторожно, по каплям, доливают до метки. При растворении твердых веществ растворитель заливают до половины объема. Встряхивая колбу, растворяют содержимое, после чего растворитель доливают до метки. При перемешивании раствора колбу держат пальцами за горлышко, придерживая пробку указательным пальцем.

Капельницы применяют для отмеривания жидкостей по каплям. Устройство их различно, но наиболее распространены капельницы, состоящие из стеклянной колбочки с маленькой пипеткой, на конец которой надет резиновый баллончик. При отсутствии готовой капельницы ее можно собрать в лаборатории. Для изготовления капельницы берут стеклянную трубку с оттянутым концом, на другой конец надевают эластичную резиновую трубку длиной 3–5 см, верхний конец которой закрывают кусочком стеклянной палочки. Пипетку со склянкой соединяют резиновой пробкой. Склянку берут емкостью не более 50 мл.

Фарфоровую посуду можно прокаливать в муфельной печи, нагревать на открытом пламени, она прочнее стеклянной.

В *стаканах* и *кружках* растворяют, перемешивают или нагревают жидкость до температуры 300 °С.

Выпарительную чашку применяют для выпаривания и упаривания жидкостей. Ее внутренняя поверхность покрыта глазурью. Чашки нумеруют простым карандашом на верхней неглазурованной кромке.

Тигли используют для прокаливания различных веществ, сжигания органических соединений при определении зольности и т. д.

Ступки с пестиками служат для измельчения различных веществ. Их изготавливают разных размеров.

Воронки Бюхнера предназначены для фильтрования с разрежением. У фарфоровых воронок, в отличие от стеклянных, имеется перегородка с отверстиями, на которую перед фильтрованием укладывают два кружка фильтровальной бумаги. Чтобы фильтровальная бумага плотно прилегала к сетчатой перегородке, ее смачивают фильтруемой жидкостью.

Подготовка посуды к анализу

Мытье и сушка химической посуды. Нередко причиной неточных анализов бывает плохо вымытая посуда.

Мыть посуду следует сразу же после анализа, удалив из нее содержимое. Спиртовые растворы и растворы, содержащие соединения серебра и прочих ценных веществ, собирают в отдельные банки. Крепкие кислоты и щелочи сливают в банки, затем выливают в ямы. Чтобы не было разбрызгивания жидкостей, кислоты и щелочи сливают в разные банки или разбавляют водой.

При выборе способа мытья посуды следует учитывать, каким веществом она была загрязнена. Если посуда загрязнена растворимыми в воде веществами, то ее моют теплой водой; если есть осадок или к стенкам пристали частицы вещества, то их удаляют волосяным ершом или щетками. Пользоваться ершом надо осторожно, чтобы не продавить дно или стенку. Для мытья посуды применять песок не рекомендуется, так как он царапает стекло, и такая посуда при нагревании может лопнуть.

Загрязненную органическими веществами посуду моют 10–15 %-ным раствором соды, мыла, стиральных порошков. Моющую

жидкость заливают в сосуд на 1/4 объема, кладут кусочки фильтровальной бумаги и энергично встряхивают. Затем посуду ополаскивают 3–5 %-ным раствором соляной кислоты, тщательно моют водопроводной водой и 2–3 раза споласкивают дистиллированной.

Чтобы достичь особой чистоты, посуду пропаривают на приспособлении, состоящем из колбы-парообразователя, закрытой резиновой пробкой с двумя отверстиями, в одно из которых вставляют трубку для выхода пара, в другое – трубку для стока конденсированной воды. Колбу-парообразователь наполовину заливают водой, для равномерного кипения воды на дно ее кладут несколько кусочков пемзы или стеклянных капилляров. Посуду для пропаривания устанавливают так, чтобы струя пара омывала ее внутренние стенки. Пропаривание продолжают не менее часа и заканчивают после того, как на внутренних стенках перестанут задерживаться капли воды. Обработанную посуду снимают и сушат, не переворачивая.

Если посуда не отмывается указанными выше способами, применяют химические вещества (хромовую смесь, азотную кислоту, смесь соляной кислоты и перекиси водорода).

Чтобы приготовить хромовую смесь, на 5 весовых частей измельченного в фарфоровой ступке двуххромовокислого калия ($K_2Cr_2O_7$) берут около 100 весовых частей концентрированной серной кислоты. Смесь в фарфоровой чашке осторожно нагревают в водяной бане до полного растворения соли. Небольшое количество приготовленной хромовой смеси наливают в посуду и ополаскивают ее внутренние стенки. Смесь сливают в банку, где и хранят ее. Посуда быстрее и лучше отмывается, если пользоваться горячей (40–50 °C) хромовой смесью.

Пипетки, бюретки, трубки удобно мыть хромовой смесью в толстостенном цилиндре такой высоты, чтобы предметы были погружены в нем более чем на половину. Через некоторое время предметы вынимают, дают жидкости стечь и вновь опускают в цилиндр, но уже другим концом.

Раствором хромовой смеси можно пользоваться до тех пор, пока он не теряет своей окисляющей способности и не станет зеленым.

В качестве моющего средства можно применять раствор двуххромовокислого калия в концентрированной азотной кислоте (200 г $K_2Cr_2O_7$ растворяют в 1 л HNO_3) или смесь равных объемов концен-

трированной или разбавленной соляной кислоты и 5–6 %-ного раствора перекиси водорода. Последнюю смесь перед употреблением лучше немного подогреть. Эти растворы используют несколько раз.

Чисто вымытую химическую посуду надевают на кольца сушильной доски или помещают в ячейки сушильного решета и оставляют до тех пор, пока она не высохнет. Сушится посуда медленно, иногда в течение нескольких часов. Быстро высушить мелкую посуду можно в сушильном шкафу. Полки сушильного шкафа перед сушкой застилают чистой фильтровальной бумагой. Высушенную посуду ставят для охлаждения на стол, накрытый фильтровальной бумагой.

ПРАВИЛА РАБОТЫ НА ТЕХНИЧЕСКИХ И АНАЛИТИЧЕСКИХ ВЕСАХ

Весы – один из самых распространенных приборов. Кроме обычных технических и теххимических весов, предназначенных для грубых взвешиваний на воздухе, существуют весы для научных исследований следующих типов: аналитические, торсионные микроаналитические, а также весы, предназначенные для специальных целей – определения очень малых масс (ультрамикровесы), термогравиметрии, вакуумных работ и т. д.

Каждые весы имеют определенный набор гирь (разновес). Каждая гирька имеет свою массу (номинальную). Истинная же масса гирьки не равна ее номинальной массе, так как изготовление имеет свои допуски, которые выражаются в десятых, а иногда в сотых долях миллиграмма. Эти погрешности не отражаются на точности взвешивания, если для определенных работ были выбраны весы определенного класса точности. В разновесах к более грубым весам, чем аналитические, абсолютное отклонение массы гирь может быть более значительным. Величина отклонения номинальной массы от истинной характеризует точность разновеса. Метрологическую поверку и клеймение гирь проводят территориальные органы Государственного надзора.

Методы взвешивания

Ввиду того что все типы весов имеют общие устройства и узлы, методы взвешивания на них можно свести к трем: взвешивание по отклонению, нулевой метод и смешанный. Погрешность метода

взвешивания суммируется с погрешностями разновесов, что дает общую погрешность взвешивания.

Взвешивание по отклонению

В этом методе масса образца, помещенного на весы, вызывает перемещение подвижных частей весов (растяжение пружины, поворот коромысла и т. д.) или отклонение от начальной величины какого-нибудь другого параметра, например частоты электрических колебаний в весах с кварцевым резонатором. Эти перемещения или отклонения и подлежат измерению. Это самый простой метод.

Нулевой метод взвешивания

В этом методе перемещение подвижных частей весов или изменение параметра, вызванное массой исследуемого образца, устраняется введением внешнего воздействия, которое возвращает подвижные части в исходное («нулевое») положение. В этом случае мерой массы будет величина воздействия, требующегося для возвращения подвижных частей весов в нулевое положение. Нулевой метод сложен, но точен, так как не связан с размерами весов и величиной механических перемещений их деталей.

Смешанный метод

Является разновидностью взвешивания по отклонению. В этом методе, используемом только в коромысловых весах, большие отклонения подвижных деталей весов от нулевого положения компенсируются в основном внешним воздействием, а остающиеся малые измеряются по отклонению подвижных деталей. Такие весы являются самыми точными, так как на них взвешивание ведется как бы в два приема: вначале приблизительным подведением подвижных деталей весов к нулю, а затем окончательно и более точно по методу отклонения.

Весы для грубого взвешивания

Весы для грубого взвешивания имеют точность от 0,5 до 2 %. Если предельная нагрузка, то есть максимальная грузоподъемность по шкале, составляет, например, 1 кг или 50 кг, то 2 %-ная точность взвешивания максимальной массы будет соответственно ± 20 г и ± 1000 г.

Весы чашечные, рычажные, типа безменов и циферблатные являются весами для грубого взвешивания. У чашечных весов указатели в нерабочем состоянии должны находиться один против другого, то есть в положении равновесия, а у рычажных или циферблатных – указатель или стрелка должны находиться на нулевом делении.

Весы для грубого взвешивания применяют для взвешивания больших количеств сыпучих материалов или жидкостей, которые помещают не на саму чашку весов, а в какую-либо тарированную, то есть предварительно взвешенную или уравновешенную посуду (банку, коробку и т. д.). Эту посуду ставят на правую чашку весов и уравновешивают ее какими-либо предметами (дробь, гвозди и др.) на левой чашке весов, куда затем кладут гири требуемой массы. После того в тару насыпают или наливают взвешиваемое вещество до тех пор, пока весы не уравновесятся. Нельзя снимать излишки или досыпать недостающее количество материала пальцами, необходимо использовать шпатели, совочки, ложки. Жидкость при взвешивании вливают небольшими порциями, проявляя особую осторожность к концу взвешивания. Особой осторожности требует и взвешивание кислот и дымящихся жидкостей, которое необходимо проводить на весах, установленных под тягой.

Если нужно определить просто массу какого-либо предмета, то гири ставят на правую чашку. Иначе говоря, все операции по измерению массы следует проводить правой рукой на правой чашке весов.

Чашки весов и гири всегда должны быть чистыми и сухими.

Весы циферблатные и ВТК-500 не требуют разновеса, что позволяет проводить взвешивание быстрее, чем на чашечных весах.

Весы для точного взвешивания

Весы для точного взвешивания имеют точность от 10 до 1 мг. По конструкции они бывают двуплечие и одноплечие. По типам – ручные (аптечные), технoхимические и технические.

Технoхимические весы имеют грузоподъемность от 200 г до нескольких кг, чем выгодно отличаются от аптечных весов.

Весы для точного взвешивания имеют так называемое арретирное устройство, при помощи которого призмы коромысла и по-

душки отделяют в нерабочем положении, что предохраняет их от износа.

Правила работы с техническими весами

Технические весы устанавливаются стационарно в определенном месте лаборатории. При установке соблюдают правила, указанные в инструкции к весам. Основное внимание при установке обращают на их правильное положение по вертикали и при необходимости регулируют с помощью винтовых ножек. Контролирует правильность установки весов острие отвеса, которое должно совпадать с вершиной конуса, находящегося у подножки колонки. У некоторых типов весов вместо отвесов имеются жидкостные уровни (нивелиры) с пузырьком воздуха, который при правильной установке весов должен находиться строго в центре.

Равновесие устанавливают балансировочными винтами, расположенными на обоих концах коромысла. Правильная балансировка весов при общей исправности и чистоте весов приводит к отклонению стрелки по нижней шкале от нуля на одно и то же число делений вправо и влево. При взвешивании на технических весах применяют точный разновес, в котором, кроме граммовых гирь, имеются миллиграммовые гири в виде пластинок из алюминия или других металлов.

Аналитические весы являются измерительным прибором, имеющим точную конструкцию и обеспечивающим высокую точность показаний. Длительность эксплуатации весов в большой степени зависит от правильного их использования и тщательности ухода за ними. Поэтому необходимо перед распаковкой весов подробно ознакомиться с настоящей инструкцией. Выполнение помещенных в ней указаний является основным условием для правильного действия прибора.

Во время распаковки, установки и эксплуатации весов следует помнить о необходимости соблюдения большой осторожности. Особенную заботливость следует проявлять по отношению к призмам, качество которых имеет большое влияние на точность производимых взвешиваний. Чтобы предохранить их острия от излишнего изнашивания весы имеют устройство, изолирующее призмы от подушек.

Соприкосновение призм с подушками должно происходить только во время взвешивания. Следовательно, снятие или накла́дывание нагрузки, включение или выключение гирь, тарирование, изменение чувствительности, подвешивание серег или чашек и даже открывание и закрывание дверец должно производиться при выключенном коромысле.

Нельзя оставлять весы включенными после окончания взвешивания, а также ни в коем случае нельзя допустить того, чтобы, вследствие невнимательности пользующегося весами, коромысло или серьги спали с поддерживающих винтов.

Установка аналитических весов

Действие весов в большой степени зависит от места их установки. Содрогания и колебания, изменения температуры, а также сквозняки и продувание могут вызвать значительные изменения показаний, следствием чего получаются ошибочные показания измерения веса массы. Поэтому весы следует установить на прочном основании, лучше всего на плите, прикрепленной к стене при помощи кронштейнов, на возможно большем расстоянии от окна, двери и нагревательных приборов и при этом так, чтобы на них не падал непосредственно солнечный свет.

Помещение не должно подвергаться каким-либо содроганиям, а в особенности, колебаниям, вызываемым непрерывной работой машин.

Температура помещения не может иметь больших колебаний и должна составлять около $+20^{\circ}\text{C}$.

Подготовка весов к эксплуатации

После распаковки и очистки весов от пыли при помощи мягкой кисточки следует их приготовить к эксплуатации, соблюдая нижеуказанную очередность:

1. Установить весы по уровню, при помощи установочных винтовых ножек. После установки положение винтовых ножек зафиксировать контргайками.
2. Подключить весы к сети переменного тока.

Если напряжение тока в сети составляет 120 В, следует вынуть вилку переключателя напряжений, находящегося в задней камере весов, и воткнуть ее так, чтобы число на вилке, обозначающее соответствующее напряжение (120 В), сошлось с точкой, выполненной на патроне.

3. Поставить на место верхнюю крышку.
4. Проверить: все ли гири включены, то есть установлен ли на нуле барабан счетчика. Включение гирь осуществляется при помощи воротков.
5. Отрегулировать четкость изображения микрошкалы при помощи воротка, находящегося в задней камере весов. Регулировку четкости изображения следует, разумеется, выполнять при включенных весах.
6. Выполнить тарировку весов при помощи образцовых мер. Перед началом тарирования следует убедиться в том, что цифровой барабан, находящийся за матовым стеклом, установлен на нуле. Если во время тарирования расстояние нулевой черты изображения микрошкалы от черты матового стекла будет малое, то можно привести к совпадению этих черт путем поворачивания воротка.
7. Проверить, правильна ли весовая цена деления.

После констатирования того, что черта матового стекла совпадает с нулевой чертой изображения микрошкалы, следует положить на чашку для груза гирю весом 100 мг и проверить вызывает ли она соответствующее отклонение микрошкалы. Если результат будет отрицательный, следует отрегулировать чувствительность весов при помощи гайки регулятора чувствительности. Перемещение гайки вниз вызывает увеличение весовой цены деления, а вверх – уменьшение. После каждого перемещения гайки регулятора чувствительности следует производить тарировку весов.

Примечание. Гиря весом 100 мг, предназначенная для проверки весовой цены деления, находится в кассете с образцовыми гирями для тарирования и для отличия от них обозначена звездочкой.

Контрольные вопросы:

1. Назовите существующие типы весов.
2. Перечислите наиболее употребляемые методы взвешивания.
3. Каков принцип работы на технических весах?
4. Что обозначает термин «точность взвешивания»?
5. Каковы различия работы с техническими и аналитическими весами?
6. Какова последовательность подготовки весов к эксплуатации?

Занятие 1

МЕТОДЫ ОТБОРА РАСТИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ

Цель занятия:

- 1) ознакомление с техникой безопасности при работе в химической лаборатории;
- 2) ознакомление с правилами работы на технических и аналитических весах;
- 3) отбор средней пробы и взятие навесок растений для определения гигроскопической влаги и сухого вещества, отбор навески для определения сырой золы.

Подготовка растительных образцов к лабораторным исследованиям

При агрохимических исследованиях химическому анализу подвергают почву, удобрения, растения, корма, поливные и грунтовые воды. Естественно, при этом не анализируют всю массу материала, а берут лишь небольшое количество его, которое называется *образцом*, или *пробой*.

Количество материала, взятое одновременно из одного места, называется *разовой пробой*.

Количество материала, составленное из нескольких разовых проб, взятых из разных точек всего материала, называется *общей пробой*. Обычно она очень большая, поэтому после тщательного перемешивания из нее отбирают *среднюю пробу*. Для этого на листе фанеры или линолеума образцу придают форму квадрата и выравнивают материал по толщине слоя. Затем ложкой или лопаточкой берут материал по диагоналям квадрата. Если его отобрано недостаточно, остаток общей пробы снова перемешивают, разравнивают и повторно проводят отбор материала по диагоналям квадрата.

Если общая проба невелика, среднюю пробу не отбирают – в этом случае общая проба одновременно будет и средней пробой.

Как средние, так и разовые пробы (образцы), взятые непосредственно из массы исследуемого материала, называются *первоначальными*, или *исходными, образцами (пробами)*.

Из первоначальной пробы отбирают *лабораторную пробу*, предназначенную для лабораторных исследований. Если материал

первоначальной пробы сравнительно однороден, то перед отбором лабораторной пробы ограничиваются его перемешиванием. При меньшей однородности материала его сначала измельчают, а затем перемешивают. Если первоначальная проба очень громоздка, неоднородна и состоит из сравнительно малого количества крупных отдельностей (например, средняя первоначальная проба плодов бахчевых культур), из нее берут *среднюю лабораторную пробу* по специальной методике.

Для проведения отдельных анализов из лабораторной пробы отбирают небольшие части, которые называются *аналитическими пробами*.

Порядок отбора проб из разных материалов неодинаков.

Лабораторную пробу семян зерновых бобовых, зерновых и масличных культур отбирают из средней пробы массой 150–250 г. Чем крупнее семена, тем больше должна быть масса пробы. Отобранный образец подсушивают при 70–80 °С в термостате в течение 15–18 часов (оставляют на ночь). Затем пробу измельчают, не давая ей охладиться. Семена зерновых и зерновых бобовых размалывают в лабораторной или кофейной мельнице сначала до состояния грубого помола, а потом, отрегулировав мельницу на тонкий помол, повторяют измельчение. После грубого помола пробу можно уменьшить тем же способом, что и при отборе лабораторной пробы. После размала одного образца мельницу очищают щеткой и пропускают некоторую часть материала следующего образца, которую отбрасывают.

Если образец мал (например, при вегетационных опытах), во избежание потерь его весь растирают в фарфоровой ступке.

Крупные семена (подсолнечника, клещевины) очищают от оболочек и анализируют только ядро. По результатам взвешивания семян, ядер и лузги определяют процент оболочек. Если семян достаточно, то после подсушивания их можно пропустить через дисковую мельницу, отрегулированную так, чтобы оболочка обдиралась, а ядро оставалось целым. Лузгу отвеивают вентилятором. При малом количестве семян оболочку снимают вручную: сначала раздавливают ее пинцетом, а затем извлекают неповрежденное ядро. При измельчении семян и ядер масличных культур следует избегать выжимания из них масла. В мельнице ядра можно измельчать до состояния крупного помола. Лучше использовать для этого фарфоровую ступку, разбивая ядра короткими ударами пестика.

Вегетативные органы (листья, стебли) при подготовке к анализу отделяют друг от друга и помещают в марлевые мешки. Для ускорения подсушивания стебли разрезают на несколько частей. Мешки развешивают на проволоке в тени под навесом, в сарае на сквозняке. Если листья, стебли и другие органы не предполагают анализировать отдельно, растения высушивают до воздушно-сухого состояния целиком и только тогда помещают в марлевые мешки. После этого образцы грубо измельчают (на отрезки до 1 см) ножницами, сушат при температуре 70–80 °С в течение 15–18 часов и перемалывают на мельнице. По мере измельчения образец уменьшают до размера лабораторной пробы.

При анализе растительного материала возможны ошибки в результате окисления органических веществ, которое интенсивно протекает во время высушивания при температуре более 80 °С, особенно в измельченных образцах. Во избежание этого образцы, высушенные при 70–80 °С (они содержат 1–1,5 % влаги) в течение 15–18 часов и затем измельченные, помещают в банках в эксикатор. Перед анализом пробы высушивают в термостате при 100–105 °С в течение 1 часа, охлаждают и берут навески, помещая их в стеклянные бюксы. Анализируемый материал можно считать абсолютно сухим.

Часто анализируют свежесобранные растения. В этом случае необходимо сразу же прекратить деятельность ферментов: образцы кладут рыхлым тонким слоем на марлю, натянутую на кастрюлю с кипящей водой, закрывают несколькими слоями марли и держат 10 мин (до потери тургора). Сочный материал укладывают не на марлю, а в фарфоровую чашку. Ее ставят в кастрюлю, на дне которой находится немного воды, закрывают крышкой и выдерживают 10 мин. Затем образцы помещают в эмалированные или алюминиевые кюветы (лучше с мелкодырчатым дном) и сушат в термостате. В дальнейшем пробу обрабатывают так же, как и семена. Очень важно сушку проводить в вентилируемом термостате.

Первоначальные средние пробы плодов и овощей обрабатывают по-разному. У клубнекорнеплодов, томатов, огурцов, перца, яблок, груш, винограда, косточковых кожуру не отделяют. У баклажанов ее (окрашенный слой) удаляют. С плодов бахчевых снимают корковый слой (определяют его относительную массу) и исследуют только съедобную часть. Томаты, баклажаны и огурцы анализируют с семенами (за исключением специальных анализов). Из

бахчевых удаляют семена, из вишен и слив – косточки, из яблок и груш – не только семена, но и стенки семенных камер.

Если исходные средние пробы слишком велики, из них составляют меньшие лабораторные пробы. При этом от каждого плода берут такую долю, чтобы в ней сохранилось соотношение между отдельными участками плода. Клубнекорнеплоды, капусту, луковичные, томаты, бахчевые, перец, яблоки, груши сначала моют, просушивают, отбрасывают несъедобные части, а затем делят каждый плод на 4–8 долек и для анализа берут одну или две противоположные пары. Если плоды мелкие (ягоды), то ограничиваются удалением несъедобных частей, мытьем и просушкой их.

Отобранные образцы грубо измельчают (кроме ягод), перемешивают и уменьшают пробу до нужной для анализа массы.

Отбор средней аналитической пробы

Правильный результат всякого анализа обеспечивается соблюдением двух обязательных условий:

- тщательный отбор средней пробы анализируемого материала;
- точность и аккуратность работы.

Как правило, материал, подлежащий анализу, отличается (неоднократно) неоднородностью состава в различных своих частях. Чтобы учесть эту неоднородность, исходный образец берется небольшими порциями и обязательно во многих местах исследуемого материала. Только таким путем отобранная проба и ее анализ дадут объективную характеристику весьма большим массам разнообразных продуктов, почвы или удобрений. Если же отбор средней пробы произведен небрежно или неточным методом, то анализ не будет отвечать действительным свойствам этого вещества.

Виды средних проб:

- а) первоначальная (исходная, генеральная) средняя проба;
- б) лабораторная средняя проба;
- в) аналитическая средняя проба.

Первоначальная (исходная) и лабораторная средняя проба.

Величина первоначальной средней пробы устанавливается специальными правилами (руководством, стандартами) и зависит от особенностей анализируемого материала. Доставленный в лабораторию исходный образец (первоначальная проба) служит материалом для отбора средней лабораторной пробы.

Взятие пробы сыпучих тел. Первоначальная проба зерна, муки и прочих продуктов берется специальными приборами – пробоотборниками: а) если материал в мешках, то из каждого 2-го, 3-го, 10-го и т. д. мешка (в зависимости от величины партии), но не менее 5 % от общего количества; б) из трюмов, вагонов, автомашин и на складах отбирается специальными щупами, иногда снабженными термостатами, из разных слоев по толщине профиля в нескольких точках.

Смешанные исходные образцы и будут составлять первоначальную среднюю пробу, вес которой должен быть не менее 2 кг. Пробу равномерно распределяют на картоне или другом материале в виде квадрата и делят по диагонали на четыре части, две из которых (противоположные) отбрасывают, а две остальные соединяют, тщательно перемешивают и вновь раскладывают в форме квадрата. Таким путем деление производят до тех пор, пока вес средней лабораторной пробы не составит 200–300 г.

Взятие пробы корней и клубнеплодов. Проба составляется из корней или клубней различной крупности, взятых в таком соотношении, в каком они находятся в буре. Величина пробы около 8 кг. Корни и клубни осторожно обмываются и отбираются. Для составления средней лабораторной пробы каждый клубень или корень разрезается на 4 или большее число частей в зависимости от размера. В средний лабораторный образец берут по одной доле.

Взятие пробы сена и соломы. От каждых 15 тонн берутся выемки в 10 разных местах, тщательно перемешиваются, составляя исходный образец. Если обнаруживаются комья земли, навоза и др., то необходимо установить, является ли это случайной примесью или характерным явлением. В первом случае их отбрасывают, во втором – отдельно взвешивают и включают в несъедобную часть сена. Из разных мест первоначальной пробы одновременно берут около 100 г сена или соломы в стеклянную банку с притертой пробкой для определения влажности и среднюю пробу около 2 кг. Труха пересевается через сито 3 мм и выражается в процентах от веса средней пробы.

Взятие пробы удобрений. Первоначальная средняя проба удобрений отбирается небольшими порциями, тщательно перемешивается, и из нее диагональным делением (можно способом секторов) выделяется средняя лабораторная проба.

Подготовка средней лабораторной пробы к анализу заключается в измельчении и перемешивании материала.

Чтобы обеспечить равномерный отбор аналитической пробы:

а) свежий и консервированный материал измельчается ножницами, ручными терками и другими приспособлениями;

б) воздушно-сухой материал измельчается на специальных лабораторных мельницах и просеивается через сито 1 мм. Для некоторых анализов материал измельчают на механических терках и просеивают через сито 0,2 мм.

Размельченная средняя проба доводится до воздушно-сухого состояния путем расстила на фанере, пергаментной бумаге и пр. и сверху прикрывается фильтровальной бумагой (в помещении не должно быть поглощаемых веществ (NH_3 и др.)).

Аналитическая проба отбирается последовательным делением лабораторной пробы в количествах, достаточных для выполнения всех запланированных анализов, и хранится в стеклянных банках с притертой крышкой. Если материал анализируется в свежем или в консервированном состоянии, то в таком случае его расстилают тонким слоем в эмалированной ванночке (с низкими бортами) и путем последовательного деления отбирают аналитическую пробу. Всякая проба обязательно этикируется. Этикетка подписывается на таре и, если возможно, вкладывается внутрь тары.

Аналитическая средняя проба. Отбирается от средней лабораторной пробы после соответствующей подготовки путем последовательного деления. Количество ее зависит от методики исследований и должно быть остаточным для выполнения всех запланированных анализов.

Контрольные вопросы:

1. Что называют разовой пробой, общей пробой, средней пробой?
2. Что представляет собой лабораторная проба?
3. Как подготовить растительную пробу к анализу?
4. Как произвести отбор средней аналитической пробы?

Занятие 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СУХОГО ВЕЩЕСТВА И СЫРОЙ ЗОЛЫ

Цель занятия:

- 1) контроль знаний методики определения содержания сухого вещества и сырой золы;
- 2) определение содержания сухого вещества и сырой золы в растениях;
- 3) контроль знаний химического состава растений и правил отбора средней пробы.

1. Определение сырой золы

Для определения количества усвоенных растениями питательных элементов растительный материал минерализуют озолением (сжиганием) – сухим, мокрым и каталитическим способами.

Значение метода. Этот способ применяют, когда требуется проследить за содержанием суммы минеральных веществ в разные периоды роста и развития растений, за изменением количества золы в различных органах, а также при определении содержания отдельных элементов, хотя он и менее надежен по сравнению с мокрым озолением, вследствие возможных потерь фосфора, серы и калия и иногда неполного сжигания органических веществ. Тем не менее и в этом случае при тщательном выполнении сухое озоление позволяет получить удовлетворительные результаты при значительно меньших затратах времени.

Ход анализа. Сжигают материал в фарфоровых тиглях, лучше с крышками. Наиболее удобны низкие тигли № 3 и 4, имеющие верхний диаметр соответственно 34 и 43 мм, высоту 25 и 33 мм. Тигли тщательно моют, а если в них остались плотно прилипшие осадки от предыдущих сжиганий, выдерживают или даже кипятят в «царской водке» (смесь концентрированных азотной и соляной кислот) или в азотной кислоте под тягой.

Если тигли не пронумерованы, их нагревают до 70–80 °С и на доньшке или боковой поверхности с помощью остро отточенной деревянной палочки пишут номер насыщенным раствором хлорида железа или нитрата кобальта. Тигли подсушивают, а затем прокаливают в муфельной печи, постепенно повышая температуру до 500–525 °С, т. е. до темно-красного каления, и выдерживают при

этой температуре 30 минут. Затем тигли охлаждают в эксикаторе и взвешивают без крышек на аналитических весах. Прокаливание и взвешивание повторяют до установления постоянной массы.

Берут от 2 до 5 г растительного материала (листьев – 2 г, так как они содержат больше золы, стеблей – 5 г) и заполняют им тигель не более чем на 2/3 объема. Материал нужно крупно измельчить, чтобы в тигле он укладывался более рыхло (уплотнять его не следует). Мелкие семена (горчицы, рыжика, льна, проса и др.) можно озолять без измельчения.

При озолении в тиглях без крышек сжигание вначале проводят с большой осторожностью, нагрев муфеля усиливают постепенно.

В вегетативных органах злаковых культур, особенно в стеблях, содержится много диоксида (двуокиси) кремния, способствующего сильному спеканию золы, что препятствует сжиганию. В этом случае для разрыхления материала и ускорения озоления рекомендуется перед сжиганием смочить навеску в тигле 5 мл этилового спирта и поджечь. Когда пламя погаснет, тигли ставят в муфель и сжигают материал, как описано выше.

После сжигания тигли ставят в эксикатор и через 40–60 минут взвешивают на технических, а затем на аналитических весах.

При сухом озолении получается «сырая зола», так как она содержит небольшие примеси несгоревших веществ; кроме того, во время прокаливания образуются карбонаты вместо имеющих солей летучих кислот. В сырой золе в дальнейшем определяют фосфор, калий, серу и другие зольные элементы, но при этом всегда точно устанавливают ее массу. Одновременно со сжиганием растительного материала в нем определяют и содержание гигроскопической влаги.

Содержание сырой золы вычисляют в процентах.

2. Определение сухого вещества и гигроскопической влаги в анализируемом материале

Анализируемый материал, находящийся в соприкосновении с воздухом, поглощает некоторое количество воды, содержащейся в нем в виде пара. Эта поглощенная из воздуха вода называется гигроскопической влагой. При определении «сырого» протеина, крахмала и других веществ надо вычислить процентное содержание их в абсолютно сухом веществе. Для этого определяют содержание гигроскопической воды в измельченной средней пробе,

которое зависит от вида зерна, условий произрастания и других причин.

Ход анализа. Чистые бюксы необходимо предварительно просушить в сушильном шкафу, охладить в эксикаторе и взвесить. Из подготовленной пробы, после тщательного перемешивания, отвешивают в бюксы навески размолотого зерна по 5–10 г. Затем бюксы вместе со снятыми с них крышками помещают в сушильный шкаф, нагретый до 140 °С, а после загрузки шкафа температуру снижают до 130 °С. Бюксы выдерживают при температуре 130 °С (± 2 °С) в течение 40 минут, после чего закрывают их крышками, охлаждают 20–30 минут в эксикаторе над сухим хлористым кальцием и взвешивают.

Содержание воды рассчитывают по формуле

$$\% \text{ гигроскопической влаги} = \frac{(a_1 - a_2) \cdot 100}{a_1 - a},$$

где a – вес бюкса, г;

a_1 – вес бюкса с навеской до высушивания, г;

a_2 – вес бюкса с навеской после высушивания, г.

Процент сухого вещества вычисляют, вычитая из 100 полученный процент гигроскопической воды.

Пример расчета. В a г абсолютно сухого материала содержится b г золы, а в 100 г абсолютно сухого материала – x г. Отсюда

$$X = \frac{b \cdot 100}{a \cdot K},$$

где K – коэффициент пересчета массы воздушно-сухого материала на массу абсолютно сухого (см. определение содержания гигроскопической влаги).

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- тигли;
- муфельная печь;
- эксикатор;
- спирт 96 %-ный.

Контрольные вопросы:

1. От каких факторов зависит количество золы в растениях?
2. Какие элементы можно определить в золе, полученной данным путем?
3. Почему получаемая зола называется сырой?

Занятие 3

МОКРОЕ ОЗОЛЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОЙ ПРОБЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО АЗОТА В РАСТЕНИЯХ

Цель занятия:

- 1) контроль знаний методик «мокрого озоления» растительной пробы и определения в растениях общего азота;
- 2) контроль знаний устройства и работы фотоэлектроколориметра;
- 3) определение содержания (%) общего азота в растениях;
- 4) расчет выноса азота (кг/га) урожаем анализируемой культуры;
- 5) расчет содержания (%) и сбора (кг/га) белка урожаем культуры.

1. Мокрое озоление растительной навески

Значение анализа. Сельскохозяйственные культуры в процессе роста и формирования урожаев потребляют из почвы неодинаковое количество питательных веществ. Это связано с особенностями питания отдельных культур и видов растений.

Урожай культур и потребление ими питательных веществ зависит от эффективного плодородия почв, агротехники, климатических и многих других условий. Поэтому для правильного установления норм и сроков внесения удобрений очень важно как можно точнее определить содержание элементов питания и размеры их потребления в каждом конкретном случае.

Количество питательных веществ, усваиваемых растениями и накапливаемых в их тканях в определенные фазы, общее потребление их для создания урожая устанавливают путем определения содержания элементов питания в растениях с помощью химического анализа.

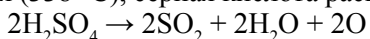
Принцип метода. Навеску вещества озолению подвергают концентрированной серной кислотой и перекисью водорода. В полученном растворе после озоления определяют азот и фосфор – колориметрически, а калий – пламенно-фотометрически.

Ход анализа. Для сжигания навеску анализируемого вещества (около 0,2 г) переносят в плоскодонную колбу емкостью 50 мл.

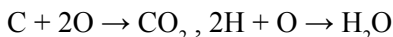
Приливают 1 мл перекиси водорода, затем через несколько минут, когда навеска намокнет, добавляют точно 2 мл серной кислоты (уд. вес 1,84) и перемешивают круговыми движениями, стараясь, чтобы смесь возможно меньше попадала на стенки колбы. При этом начинается бурная реакция, в результате которой навеска полностью растворяется, а содержимое колбы становится бесцветным или слабоокрашенным. Колбу ставят на заранее подогретую, закрытую асбестовой сеткой плитку и нагревают до побурения жидкости и выделения белых паров. Во избежание разбрызгивания в первый момент колбу держат наклонно. Затем ее снимают с плитки, немного охлаждают и добавляют 1–2 капли перекиси водорода (до обесцвечивания жидкости). Снова нагревают колбу на плитке. Если при выделении паров жидкость снова побуреет, то снова добавляют перекись водорода. Сжигание заканчивают только тогда, когда при интенсивном выделении белых паров жидкость остается бесцветной. Нагревание в конце сжигания должно быть сильным. В конце сжигания нельзя добавлять перекиси водорода, так как избыток ее при отсутствии органического вещества вызывает окисление аммиака и возможны потери азота.

После сжигания колбу охлаждают, разбавляют ее содержимое дистиллированной водой без аммиака, переносят жидкость в мерную колбу на 100 мл. Колбу, в которой проводили сжигание, несколько раз обмывают водой и сливают в ту же мерную колбу. Доливают водой до метки при температуре раствора 20 °С и перемешивают. Из этой колбы берут пробы для определения азота, фосфора и калия.

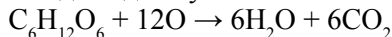
Реакции при сжигании. Растительное вещество озоляют при температуре 338 °С в серной кислоте с перекисью водорода. Химические процессы, протекающие при озолении органических веществ растения в серной кислоте, весьма разнообразны и сложны. В схематическом виде их можно представить следующим образом. При взаимодействии концентрированной серной кислоты с органическим веществом происходит отщепление воды и обугливание с выделением углерода, а также гидролиз белков на пептиды и аминокислоты. Одновременно, взаимодействуя с растительным веществом при температуре кипения (338 °С), серная кислота распадается:



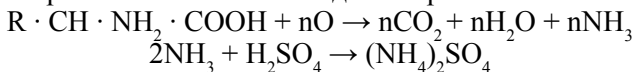
Выделившийся атомарный кислород окисляет углерод органических веществ до углекислоты, а водород до воды:



Аналогичным образом взаимодействует и перекись водорода: в присутствии растительного материала она распадается на воду и атомарный кислород $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}$, а последний окисляет органические соединения до воды и углекислоты:



Азотистые соединения (белки, аминокислоты и другие) окисляются атомарным кислородом, выделяющимся при разложении серной кислоты и перекиси водорода до углекислоты, воды и аммиака, который связывается свободной серной кислотой по схеме:



Выделяющийся в процессе озонения растительного вещества серноокислый газ, оксид углерода и вода улетучиваются.

Фосфор органического вещества превращается в ортофосфорную кислоту, а калий в хорошо растворимые серноокислые соли.

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- H_2O_2 30 %-ная;
- H_2SO_4 концентрированная;
- конические колбы на 50 мл;
- мерные колбы на 100 мл;
- бюретки;
- воронки.

Контрольные вопросы:

1. С какой целью озоняют исследуемый материал?
2. На чем основан принцип метода мокрого озонения?
3. Приведите классификацию химического состава растений?

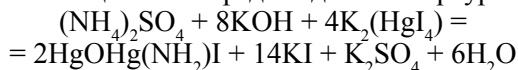
2. Определение азота в растениях

Азотистые вещества, содержащиеся в растениях, представлены преимущественно белком. Кроме того, азот входит в состав нуклеиновых кислот, хлорофилла, алкалоидов и фосфатидов. Количество небелкового азота в растениях обычно не превышает 10 % от общего содержания азотистых веществ.

Растительный белок представляет большую пищевую и кормовую ценность, поэтому определение белкового азота в растениях имеет большое значение. При агрохимических анализах растений чаще всего проводят определение общего азота с целью определе-

ния потребления азота урожаем культуры в течение вегетационного периода и определения качества продукции.

Принцип метода. При взаимодействии солей аммония с реактивом Несслера образуется комплексная соль желтого цвета. Интенсивность окраски раствора пропорциональна концентрации аммония и может быть измерена колориметрически. Реактив Несслера – щелочной раствор йодистой ртутнокалийевой соли – образует с аммонийными солями в сильнощелочной среде йодистый меркураммоний.



Ход анализа. 2 мл раствора переносят в мерную колбу емкостью 50 мл. Для нейтрализации избытка H_2SO_4 в эту колбу добавляют 2 мл 2,5 %-ного NaOH (KOH). Наливают в колбу дистиллированной воды до 45 мл, взбалтывают, добавляют 2 мл реактива Несслера, доливают водой до метки, перемешивают и проводят измерения.

Если раствор получается мутным, что бывает исключительно редко, то перед добавлением реактива Несслера нужно прилить 2 мл 50 %-ного раствора сегнетовой соли.

Одновременно готовят образцовые растворы для построения калибровочной кривой. Образцовый раствор сернокислого аммония, содержащий 0,005 мг NH_4 в 1 мл, готовят путем растворения химически чистой соли (в мерной колбе емкостью 1 л) в воде без аммиака. Для построения калибровочного графика приливают в мерные колбы емкостью 50 мл: 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 мл образцового раствора. Дальнейшая подготовка к измерениям такая же, как и испытуемых.

Сначала проводят исследование образцовых растворов и по полученным данным вычерчивают калибровочную кривую. Для чего на оси абсцисс откладывают значение концентрации азота (%), а на оси ординат – соответствующие отсчеты шкалы прибора (мА).

По точкам, полученным при пересечении показаний шкалы прибора и концентраций образцовых растворов, строят калибровочную кривую, по которой определяют концентрацию исследуемого раствора.

Результаты вычисляют по формуле

$$N = \frac{a \cdot b \cdot 100}{H \cdot C \cdot 1000} \cdot \frac{100}{100-y},$$

где N – содержание аммонийного азота, %;

a – концентрация азота по калибровочному графику, мг;

- b – количество раствора, в котором растворена зола, мл;
C – количество раствора, взятого в колбу для исследования, мл;
H – навеска вещества, взятая для озоления, г;
100 – для выражения в процентах;
1000 – для пересчета граммов в миллиграммы;
y – процент влаги в веществе.

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- сегнетова соль 50 %-ная;
- NaOH (KOH) 2,5 %-ный;
- реактив Несслера;
- образцовый раствор NH_4 ;
- мерные колбы на 50 мл;
- бюретки;
- миллиметровая бумага;
- спектрофотометр.

Контрольные вопросы:

1. Какова роль азота в питании растений?
2. Перечислите признаки азотного голодания.
3. В каких формах поступает в растения азот?

3. Спектрофотометр UNICO 1200/1201

Общие сведения. Приборы UNICO 1200/1201 являются однолучевыми спектрофотометрами (рис. 1), сконструированными для общих целей, и пригодными для нужд стандартной лаборатории. UNICO 1200/1201 предназначен для решения аналитических задач нефтехимии, клинической химии, биохимии и экологии, широко используется в пищевых лабораториях, лабораториях качества воды и в других сферах контроля качества и химического состава. При соблюдении условий эксплуатации спектрофотометр UNICO 1200/1201 является надёжным и удобным в использовании аналитическим оборудованием.

Принцип работы. Принцип действия спектрофотометра основан на сравнении светового потока Φ , прошедшего через исследуемое вещество (раствор) со световым потоком Φ_0 , прошедшим через растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение.

Диапазон длин волн светового потока: 325-1000 нм.



Рис. 1. Спектрофотометр UNICO 1200/1201

Спектрофотометр состоит из следующих основных частей:

Источник светового потока – галогеновая лампа. Монохроматор для выделения спектрального диапазона требуемых длин волн. Кюветное отделение для размещения проб и калибровочных растворов. Детектор для регистрации светового потока и преобразования его в электрический сигнал. Цифровой дисплей для вывода значений измеренной оптической плотности (% пропускания).

На рисунке 2 схематично показано взаимодействие между этими частями прибора:

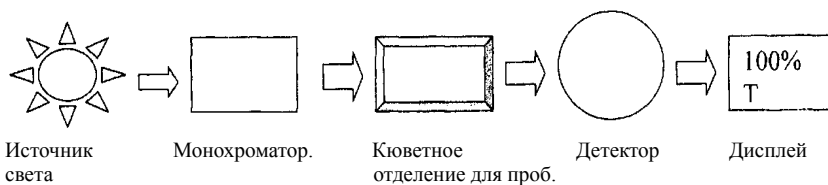


Рис. 2. Блок – схема спектрофотометра.

Свет от галогеновой лампы фокусируется на входной щели монохроматора, где зеркало направляет пучок света на решетку. Решетка, с помощью коллиматора создает в плоскости выходной щели монохроматора изображение входной щели, разложенное в спектр.

Выходная щель выделяет из спектра монохроматический пучок света, который через один из фильтров, устраняющих рассеянный свет после дифракционной решетки, направляется в отделение для проб. На выходе из отделения для проб пучок попадает на кремниевый фотодиод и преобразуется в электрический сигнал.

Световые потоки Φ_0 и Φ преобразуются фотоприемником в электрические сигналы U_0 , U и U_t (U_t – сигнал при неосвещенном приемнике), которые обрабатываются на микропроцессоре и выводятся на дисплей спектрофотометра, в формате коэффициента пропускания, оптической плотности или концентрации.

Коэффициент пропускания (Т%) исследуемого раствора определяется как отношение световых потоков (или сигналов):

$$T\% = \Phi/\Phi_0 \cdot 100\% = (U - U_0) / (U_0 - U_t) \cdot 100\%$$

Оптическая плотность (А):

$$A = \lg I/T = \lg ((U_0 - U_t)/(U - U_0))$$

Концентрация (С):

$$C = A \cdot F,$$

где F – коэффициент пересчёта оптической плотности в концентрацию.

4. Фотоэлектроколориметр КФК-2

Общие сведения. Прибор позволяет измерять коэффициенты светопропускания и оптической плотности растворов в отдельных участках диапазона длин волн 98–315 нм (1 нм – 10^{-9} м), выделяемых светофильтрами. Оптическую плотность растворов можно определить в диапазоне от 0 до 1,3, коэффициенты светопропускания в диапазоне 5–100 %.

Сущность измерения коэффициента светопропускания состоит в том, что сначала на пути светового потока ставят кювету с растворителем или контрольным раствором. Изменяя чувствительность прибора, выводят стрелку микроамперметра на 100, т. е. полный световой поток I_0 , условно принимая его равным 100 %. Затем в

световой поток вводят кювету с исследуемым раствором. Отсчет по шкале дает коэффициент светопропускания:

$$T = I_1 : I_0 \cdot 100.$$

По шкале D прибора можно отсчитать коэффициент оптической плотности.

Оптическая схема прибора представлена на рисунке 3. Световой поток с узким диапазоном длин волн проходит через кювету с раствором, где ослабляется I_p , а затем попадает или на регистрирующий фотоэлемент Ф-26, работающий в пределах 315–540 нм, или на фотодиод ФД-7К при измерении в пределах спектра 590–980 нм. Встроенная наклонная пластина 9 делит световой поток на две части, из которых $\approx 90\%$ направляется на фотоэлемент Ф-26, а $\approx 10\%$ – на ФД-7К. Для уравнивания фототоков при работе с различными цветными фильтрами перед фотодиодом установлен светофильтр 10.

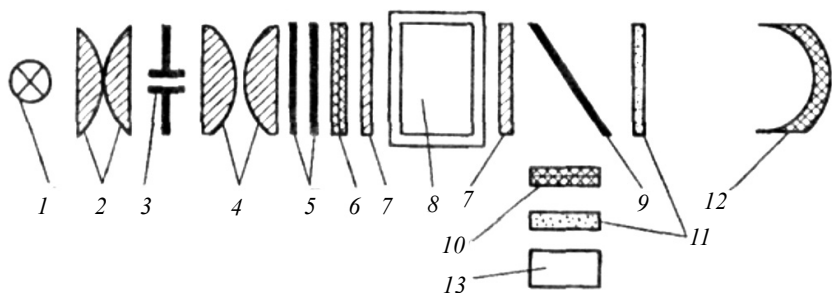


Рис. 3. Оптическая схема фотоэлектроколориметра КФК-2:

- 1 – лампа накаливания; 2 – конденсатор; 3 – диафрагма; 4 – объектив;
- 5 – теплозащитные фильтры; 6 – светофильтр фотоэлемента Ф-26;
- 7 – защитные стекла; 8 – кювета; 9 – делитель светового потока;
- 10 – светофильтр фотодиода ФД-7К; 11 – матовые стекла;
- 12 – фотоэлемент Ф-26; 13 – фотодиод ФД-7К

Фотоколориметр снабжен одиннадцатью цветными светофильтрами с шириной полосы пропускания 20–40 нм. Светофильтры находятся в гнездах диска, жестко связанного с переключателем длин волн λ (рис. 4). С помощью этой же ручки включают нужный фотоприемник.

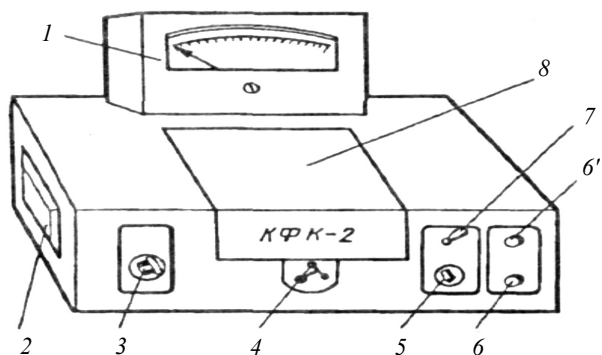


Рис. 4. Фотоэлектроколориметр КФК-2:

1 – микроамперметр; 2 – источник освещения; 3 – переключатель длин волн; 4 – смена кювет; 5 – чувствительность; 6 – ручка установки грубого отсчета; 6' – ручка установки точного отсчета; 7 – тумблер включения; 8 – кюветная камера

Порядок работы. Сначала необходимо убедиться, что ручка чувствительности 5 находится в положении минимальной чувствительности «1», а ручка 6 «Установка 100 грубо» – в крайнем левом положении, соответствующем минимальной чувствительности. В противном случае усилитель прибора и микроамперметр могут выйти из строя от перегрузки. Затем вилкой электрошнура и тумблером 7 прибор включают в электросеть. Ручкой 3 устанавливают необходимый светофильтр.

После 15-минутного прогрева прибора в световой пучок помещают кювету с растворителем или контрольным раствором. Контрольным должен быть раствор, не содержащий исследуемого вещества, или раствор, по отношению к которому проводят измерения.

Закрывают крышку кюветной камеры 8 и ручками 5 «Чувствительность», 6 «Установка 100 грубо» и 6' «Точно» устанавливают отсчет по шкале Г на 100 % светопропускания («О» оптической плотности). Затем поворотом ручки 4 в световой пучок вводят кювету с исследуемым раствором и снимают отсчет коэффициентов светопропускания Т в процентах или по шкале Д в единицах оптической плотности. Проводят 2–3 измерения и берут их среднее значение.

При работе нужно строго следить, чтобы наружные стенки кювет были чистыми и без капель жидкости.

После работы ставят ручку 5 в положение минимальной чувствительности «1», а ручку 6 – в крайнее левое положение, прибор выключают тумблером 7, отсоединяют от сети, кюветы вынимают, моют и вытирают насухо. Кюветную нишу прибора несколько раз протирают влажной тряпкой, а затем вытирают насухо, крышку закрывают.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение оптической плотности.
2. Сравните порядок работы на UNICO 1200/1201 и КФК-2.
3. Каков принцип работы спектрофотометра?

Занятие 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА В РАСТЕНИЯХ

Цель занятия:

- 1) контроль знаний методики определения содержания фосфора в растениях;
- 2) определение содержания (%) фосфора в растениях;
- 3) расчет выноса фосфора (кг/га) урожаем анализируемой культуры.

1. Определение содержания фосфора в растениях

Значение анализа. Фосфор является одним из наиболее дефицитных для растений элементом питания, потребность в котором проявляется с первых же дней роста и развития растения. Фосфор играет важную роль в жизни растений. Он входит в состав нуклеиновой кислоты, которая при соединении с белком дает нуклеопротеиды.

Значительное количество фосфорной кислоты находится в растении также в виде фитина, фосфатидов и других органических веществ. Агрохимический контроль осуществляется наблюдением за выносом фосфора из почвы урожаями различных сельскохозяйственных культур путем анализа на содержание этого вещества.

Кроме того, определение фосфора в кормах необходимо для расчета минерального питания животных.

Принцип метода. Метод определения фосфора основан на способности фосфорной кислоты давать голубое окрашивание с молибденовокислым аммонием в присутствии хлористого олова. Интенсивность окрашивания находится в прямой зависимости от содержания фосфора в растворе.

Ход анализа. 2 мл раствора переносят в мерную колбу емкостью 50 мл, для нейтрализации избытка серной кислоты приливают 2 мл 2,5 %-ного NaOH. Приливают дистиллированной воды примерно до 45 мл, добавляют 2 мл молибденовокислого аммония в серной кислоте, перемешивают и доливают водой до метки. Затем добавляют 3 капли хлористого олова и через 5 минут проводят измерения.

Одновременно готовят образцовые растворы для построения калибровочной кривой. В мерные колбы емкостью 50 мл приливают из бюретки 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 мл образцового раствора с концентрацией 0,005 мг P_2O_5 в 1 мл раствора. Затем приливают те же растворы, что и при приготовлении испытуемого раствора и проводят измерения. Расчет проводят по той же формуле, по которой рассчитывался азот:

$$P = \frac{a \cdot b \cdot 100}{H \cdot C \cdot 1000} \cdot \frac{100}{100 - y},$$

- где P — содержание фосфора, %;
- a — концентрация фосфора по калибровочному графику;
- b — количество раствора, в котором растворена зола, мл;
- C — количество раствора, взятого в колбу для исследования, мл;
- H — навеска вещества, г;
- 100 — для выражения в процентах;
- 1000 — для пересчета граммов в миллиграммы;
- 100 — для пересчета на абсолютно сухое вещество;
- y — процент влаги в веществе.

Форма записи:

Вариант опыта	№ колбы	Отсчет по спектрофотометру	Концентрация $P_2O_{5,2}$ % по графику	Концентрация $P_2O_{5,2}$ % в образце
1				
2				

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- NaOH (KOH) 2,5 %-ный;
- молибденовокислый аммоний;
- хлористое олово;
- образцовый раствор P_2O_5 (в 1 мл содержится 0,005 мг P_2O_5);
- мерные колбы на 50 мл;
- миллиметровая бумага;
- бюретки;
- спектрофотометр.

Контрольные вопросы:

1. Какова роль фосфора в питании растений?
2. В каких пределах колеблется содержание фосфора в растениях?
3. Назовите содержание и формы разных по доступности фосфорных соединений.

Занятие 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КАЛИЯ В РАСТЕНИЯХ

Цель занятия:

- 1) ознакомление с устройством и принципом работы пламенного фотометра (ПФА-378);
- 2) контроль знаний методики определения калия в растениях;
- 3) определение содержания (%) калия в растениях;
- 4) расчет вынос калия (кг/га) урожаем анализируемой культуры.

1. Пламенный фотометр ПФА-378: устройство и принцип работы

Принцип метода. Данный метод анализа основан на измерении интенсивности излучения элементов в пламени. Анализируемый раствор распыляют пульверизатором и образующийся туман вводят в пламя горелки прибора – пламенного фотометра. В пламени сначала происходит поглощение энергии атомами, а затем выделение энергии в виде лучей с определенной длиной волны. Так как

температура пламени невысока, то получающиеся спектры сравнительно просты: излучения состоят из немногих спектральных линий с характерной для каждого элемента длиной волны. Одну из этих линий выделяют интерференционным светофильтром, направляют ее на фотоэлемент и, измерив силу тока гальванометром, определяют интенсивность излучения. При соблюдении определенных условий она пропорциональна концентрации вещества в растворе.

Начало работы.

- Включить прибор (рис. 5).
- Открыть регулятор газа, повернув его на четверть против часовой стрелки.
- Открыть регулятор воздуха, его давление должно превысить 7 psi. Довести давление воздуха до 10 psi. Загорится красный газовый диод, и зуммер подаст сигнал, замолчав через 3 секунды. Автоматически произойдет возгорание и загорится желтый диод.



Рис. 5. Пламенный фотометр ПФА-378.

Повернуть регулятор газа так, чтобы получить ровное пламя с голубым кончиком приблизительно 8-10 мм высотой. Подождать около 20 минут для стабилизации пламени. Период в 20 минут может зависеть от состояния окружающей среды. Как только пламя стабилизируется, оно будет гореть до выключения, повторная стабилизация не нужна. В случае выключения питания подача газа автоматически прекратится. В этом случае повторить все вышеописанные процедуры.

Следующие надписи по очереди появляются на дисплее при начале работы:

Экран модели	* ПФА-378 * Пламенный Фотометр
Экран версии программного обеспечения	Версия х.х Month уууу
Экран начала работы	Проверка.... Пожалуйста, подождите....

Выбор функции.

Экран функции показывается после завершения процесса начала работы.

Экран функции	1. Чтение	2. Калибровка
	3. Просмотр	4. Печать

Активные клавиши: <1-4>

Выбор требуемой функции.

Использовать активные кнопки 1-4 для выбора требуемой функции. На дисплее появится соответствующая картинка.

Работа с функцией калибровки.

Перед использованием этой функции для создания кривой калибровки необходимо установить следующие параметры.

- а) Режим, где заданы величины концентрации и коэффициент растворения (1).
- б) Элементы для калибровки (2).
- в) Тип кривой (3).
- г) Количество стандартов (3.1 или 3.2).
- д) Численная концентрация стандартов (4).

После выбора функции появляется экран режима калибровки:
Экран режима калибровки

Выберите способ измерения		
1.GEN.	2.SERUM	3.URINE

*Активные клавиши: <1-3>
<ESC> для возврата к экрану функции*

1. Выбор требуемого режима калибровки.

Использовать активные кнопки <1-3> для выбора требуемого режима. Появится экран элементов калибровки.

Экран элементов калибровки

1. Na 2. K 3. Li 4. Ca <#, ENT>

Активные клавиши: <1 to 4>

<ESC> для возврата к экрану режима калибровки

2. Выбор элементов для калибровки.

Использовать активные кнопки <1-4> для выбора требуемых элементов для калибровки.

а) Отметка будет указывать на выбор.

Нажать <ENTER> для подтверждения выбора элемента. Появится экран опций выбора кривой.

Экран опций выбора кривой

* Кривая * 1. Сегментная 2. Квадратичная

Активные клавиши: <1, 2>

<ESC> для возврата к экрану элементов калибровки

3. Выбор требуемой опции кривой калибровки.

Использовать активные клавиши <1, 2> для выбора требуемой опции. Появляется экран ввода номера стандартов 3.1 или 3.2.

3.1. Нажать <1> для выбора сегментарной кривой калибровки. Отобразится экран номера стандартизации – 1.

Экран номера стандартизации – 1

Введите номера стандартов (min: 2 max:20): 2

Активные клавиши: <#> <ENTER>, <ESC>

<ESC> to CURVE FIT OPTION SCREEN

Нажать <ENTER> для подтверждения выбора или нажать <ESC> для отмены выбора или использовать цифровые клавиши <#> для выбора номеров стандартов. После установки номеров стандартов появляется экран концентрации стандартов.

3.2. Нажать <2> Для выбора квадратичной кривой калибровки. Появится экран номера стандартизации – 2.

Экран номера стандартизации – 2

Введите номера стандартов
(min: 3 max:20) : 3

*Активные клавиши: <#> <ENTER>, <ESC>
<ESC> для возврата к экрану опций кривой*

Нажать <ENTER> для подтверждения ввода или нажать <ESC> для отмены ввода или использовать цифровые клавиши <#> для установки номеров стандартов. После установки номеров стандартов появляется экран концентрации стандартов.

4. Ввод величины концентрации стандартов.

Экран концентрации стандартов

[STD-##] Na K
Li Ca

*Активные клавиши: <#>, <ENTER>, <ESC>
<ESC> для возврата к экранам номеров стандартов*

Использовать цифровые клавиши <#> для ввода величины концентрации стандартов. Нажать <ENTER> для подтверждения или нажать <ESC> для отмены ввода данных. Экран концентрации стандартов появляется много раз после операций 3.1 или 3.2 для подтверждения ввода концентраций для всех стандартов. После ввода величин концентраций для всех стандартов появляется экран подтверждения стандартов, где можно изменить введенные данные в случае необходимости.

Экран подтверждения стандартов.

Будете ли вы проверять введенные
Концентрации? <Да / Нет>

Активные клавиши: <YES>, <NO>

Опция <Да>. Вновь появляется экран концентраций стандартов.

Экран концентрации стандартов
xxxxx = Введенная концентрация

[STD-##] Na xxxxx K xxxxx Li xxxxx Ca xxxxx

*Активные клавиши: <#>, <ENTER>, <ESC>
<ESC> для возврата к экранам номеров стандартов*

Нажать <ENTER> для подтверждения ввода или нажать <ESC> для отмены ввода или использовать цифровые клавиши <#> для ввода концентраций стандартов.

Опция <Нет>. В случае выбора сегментной кривой появляется следующий экран ввода второго относительного стандарта, требуемого во время стандартизации:

Your Mid Range Ref?
Enter Std. No

Использовать цифровые клавиши <#> для ввода требуемых стандартов. Нажмите <ESC> для отмены ввода или нажать <ENTER> для подтверждения ввода – вы перейдете к пункту **5**.

В случае квадратичной кривой вы сразу перейдете к пункту **5**.

Итог: Во время пунктов 1-4 вы установили параметры, необходимые для создания кривой калибровки и перейдете к циклу измерения 5.

5. Цикл измерений при создании криволинейной калибровки.

Цикл измерений связан с измерениями интенсивности эмиссий чистых и стандартных растворов. Точность стандартов влияет на точность анализа проб.

Появляются экраны, соответствующие чистому измерению и операции чистки в порядке, необходимом для цикла измерений.

Процесс чистого измерения

Экран чистого измерения

Подача чистой пробы
<ENT>

*Активные клавиши: <ENTER>
<ESO для перехода к экрану меню проб*

Загрузить чистый раствор и нажать <ENTER>. Пока прибор измеряет интенсивность эмиссии чистого раствора для выбранных элементов, горит Экран ожидания.

Экран ожидания

EI = измеряемый элемент

Пожалуйста, подождите.....
ЧтениеEI

Измерение занимает приблизительно (5 сек/элемент + 7) секунд. После этого перейти к процедуре очистки. Процедура очистки важна для того, чтобы вымыть остатки последней пробы из распылителя и смесительной камеры, чтобы избежать загрязнения следующей пробы. Вслед за любым измерением интенсивности эмиссии отображается экран очистки.

Экран очистки

Подача дистиллированной воды
Очистка! <ENT>

Активные клавиши: <ENTER>

После завершения чистого измерения появляется экран загрузки стандартов для начала стандартного измерения и экран операции очистки в порядке, необходимом для цикла измерений.

Экран загрузки стандартов

Загрузить стандарт: #
раствор <ENT>

*Активные клавиши: <ENTER>, <ESC>
<ESC> для возврата к экрану подачи чистого раствора*

Загрузить стандартный раствор и нажать <ENTER>. Экран ожидания будет гореть во время измерения интенсивности раствора стандарта для выбранного элемента. Измерение занимает приблизительно (5сек/элемент + 7) секунд. Чистка должна проводиться так, как описано в экранах меню очистки, идущих за измерением интенсивности эмиссии. Вы вернетесь на экран загрузки стандартов для следующего измерения. Так будет продолжаться до конца измерений всех стандартов. Вслед за окончанием измерений всех стандартов появляется «экран сохранения кривой» для сохранения созданной кривой.

Экран сохранения кривой

Сохранить данную кривую?
<Да / Нет>

Активные клавиши: <Да> <Нет>

Опция <Нет>. Появляется экран проверки калибровки, где можно распечатать таблицу проверки калибровки для проверки кривой.

Экран проверки калибровки

Распечатать вашу таблицу
проверки калибровки?

Активные клавиши: <Да>, <Нет>

Опция <Нет> – переход на экран меню проб, прибор готов к анализу проб.

6. Процесс измерения пробы.

Вслед за выполнением стандартизации перейти в экран меню пробы.

Экран меню пробы

1. SAMPLES 2. RAPID 3. VIEW 4. PRINT 5. NORM 6. SAVE

Активные клавиши: <#> <ESC> для выхода

Нажать <2> для выбора продолжительного измерения пробы.
Отображается экран быстрой подачи проб.

Экран быстрой подачи проб

Подача пробы!! <ENT>

*Активные клавиши: <ENT>
<ESC> для возврата к крану меню проб*

Загрузить раствор пробы и нажмите <ENTER>. Пока прибор измеряет интенсивность эмиссии раствора пробы для выбранных элементов, горит Экран ожидания.

Измерение занимает приблизительно (5сек/элемент + 7) секунд.

Концентрация измеряемой пробы обновляется и показывается на экране быстрого просмотра.

Экран быстрого просмотра

uuu = единица; xxxx = концентрация

Conc uuu Na xxxx K xxxx Li xxxx Ca xxxx
--

<ESC> для возврата к крану меню проб

2. Определение калия в растениях

Значение анализа. Среди элементов минерального питания, потребляемых растениями в наибольших количествах, калию принадлежит одно из первых мест. Калий оказывает значительное влияние на процессы фотосинтеза и углеводного обмена в растениях. Кроме того, установлена определенная связь между обеспеченностью растений и обменом азотистых веществ.

Большая часть калия в растении находится в ионной форме, и лишь некоторое количество его связано в виде непрочных адсорбционных соединений с коллоидами плазмы клетки.

Определение содержания калия в растениях необходимо для учета потребления этого элемента урожаями различных сельскохозяйственных культур.

Принцип метода. Метод основан на измерении интенсивности излучения элементов в пламени. Измерения проводят с помощью пламенного фотометра, используя светофильтры, пропускающие аналитические линии 766,5 и 769,9 нм.

Ход анализа. Из исходной колбы (емкостью 100 мл) раствор переносят в стаканчик и вводят в пламя горелки. При большой концентрации раствор разбавляют. Затем записывают показания гальванометра. Одновременно готовят образцовые растворы.

В мерные колбы емкостью 250 мл набирают возрастающие количества образцового раствора: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 мл. Дистиллированной водой доводят до метки и перемешивают.

Содержание K_2O в образцовых растворах указано в таблице:

Номер колбы	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем стандартного раствора, мл	0	1	2	4	6	8	10	16
Содержание K_2O , мг/100 мл	0	0,30	0,61	1,22	1,82	2,43	3,04	4,86

Приготовленные образцовые растворы последовательно, начиная с меньшей концентрации, вводят в пламя горелки прибора. Для пересчета K_2O на калий, результат умножают на 0,829.

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- стандартный раствор: 4,393 г KH_2PO_4 (ГОСТ 4198–65, х. ч.) растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1 л. В 1 мл запасного стандартного раствора содержится 1,5196 мг K_2O . Это исходный раствор для приготовления шкалы образцовых растворов калия.
- пламенный фотометр ПФА-378.

Контрольные вопросы:

1. Объясните устройство и принцип работы пламенного фотометра ПФА-378.

2. Как визуально определить недостаток калия в растениях?
3. Какова роль калия в питании растений?

Занятие 6.

ДИАГНОСТИКА ПРИЗНАКОВ ГОЛОДАНИЯ РАСТЕНИЙ

Цель занятия: ознакомление с методами диагностики голодания растений.

Почвенная диагностика

Комплексная диагностика питания предусматривает регулярное выполнение агрохимического анализа почв, в том числе ежегодную (весеннюю или осеннюю) оценку обеспеченности их азотом, а также оперативную диагностику питания растений в течение вегетации. Почвенная диагностика способствует более полному выявлению возможностей того или иного типа почвы по обеспечению растений элементами питания. Оценку данных, полученных методами растительной диагностики, следует проводить с учетом истории поля, почвенных карт, агрохимических картограмм, результатов опытов и зональных рекомендаций по применению удобрений под конкретную культуру.

Почвенная диагностика – агрохимическое обследование почв на содержание доступных для растений элементов питания (N, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Mo, Cu и др.), гумуса, реакцию почвенного раствора (рН) и т. д.

Основным методом определения доз удобрений под запланированный урожай какой-либо сельскохозяйственной культуры служит проведение долговременных полевых опытов. По данным этих опытов разработана система деления почв на группы в зависимости от содержания в них питательных веществ, которые доступны для растений во всех почвенно-климатических зонах.

Обобщение данных полевых опытов позволило получить более точные значения коэффициентов использования питательных веществ почвы и удобрений.

Большое внимание уделяется вопросам прогнозирования эффективности удобрений.

Однако результатов почвенных анализов недостаточно для подготовки прогноза обеспеченности растений элементами минерального питания.

Более точные данные дает анализ растений, так как изменение оптимального содержания элементов питания в них по типам почв не превышает 5 %.

Растительная диагностика

Обеспеченность растений химическими элементами необходимо контролировать по их химическому составу с учетом биологических возможностей и особенностей сорта, темпов роста и продолжительности различных периодов вегетации.

В связи с возможностью накопления в вакуолях клеток корня значительного количества питательных элементов, находящихся в растении в избытке, диагностику питания растений следует проводить с учетом анализа химического состава не только листьев и черешков, но и корней. Одновременное исследование элементного состава листьев и корней позволяет сделать более обоснованное заключение об обеспеченности растений элементами питания.

Нормальной обеспеченностью растений элементами питания следует признать состояние определенного внутреннего насыщения, накопления в резервных зонах некоторого запаса химических элементов.

Для различных почвенно-климатических зон разработаны общие оптимальные параметры содержания NPK в зерновых культурах, рекомендованные в методических указаниях по оптимизации минерального питания зерновых с помощью методов растительной диагностики.

Растительная диагностика включает визуальную, химическую (тканевая и листовая) и функциональную, или физиологическую.

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

Визуальная диагностика

Для благоприятного протекания всех процессов жизнедеятельности сельскохозяйственных растений требуются элементы

минерального питания в различном соотношении. Часто недостаток или избыток того или иного элемента или целого их ряда имеет внешние признаки. Любые отклонения в содержании питательных элементов от оптимального уровня вызывают нарушения биохимических и физиологических процессов в растениях, вследствие чего изменяется окраска листьев, появляются некротические пятна, может произойти потеря тургора. Изменения внешнего вида растений бывают настолько характерны, что могут служить признаком для определения различных нарушений минерального питания.

Голодание растений часто наблюдается при краткосрочном сдвиге оптимального соотношения элементов; оно может иметь место даже на высоком питательном фоне при неблагоприятном сочетании внешних факторов роста – освещенности, влажности, температуры, аэрации.

В практике достаточно часто имеет место избыточное поступление в растение таких элементов, как аммонийный азот, хлор, марганец, и некоторых других.

Потребности различных сельскохозяйственных культур в питательных элементах неодинаковы. Так, на одном и том же поле рожь дает хороший урожай и не проявляет признаков калийного голодания, а картофель не может нормально развиваться.

Те растения, по внешнему виду которых легко определить недостаток или избыток какого-либо элемента минерального питания, называют *растениями-индикаторами*.

При избытке азота растениями-индикаторами могут служить огурцы и кабачки, при недостатке – капуста белокочанная и цветная, кукуруза, картофель, черная смородина, яблоня, слива. Азотное голодание замедляет рост, вызывает мелколистность и окрашивание листьев в бледно-зеленый, желто-зеленый или желтый цвета. Начинается хлороз с жилок и межжилковых тканей; в первую очередь поражаются старые листья, затем молодые.

О недостатке фосфора наиболее отчетливо сигнализируют такие растения, как томат, яблоня, крыжовник, брюква, турнепс. При этом наблюдаются ухудшение роста и появление мелких листьев. Цвет листьев становится темно-зеленым и голубым, появляются бурые и фиолетовые пятна, на месте которых впоследствии образуются некрозы. Фосфорное голодание чаще проявляется в холодную погоду сначала на старых листьях, потом на молодых.

При калийном голодании в значительной степени замедляется рост растений, желтеют, буреют и отмирают края нижних листьев. Наиболее заметен недостаток калия на капусте, картофеле, крыжовнике, свекле, люцерне, фасоли, красной смородине и яблоне. В первую очередь страдают старые листья, которые становятся куполообразными, волнистыми, с краевым подпалом.

Недостаток кальция обнаруживается на побегах и корнях, цветках и плодах. Старые листья желтеют и отмирают, а у верхних белеет кончик; наблюдается гниль плодов.

При магниевом голодании наблюдается характерная светло-зеленая или желтоватая окраска межжилковой ткани, в то время как сами жилки остаются интенсивно-зелеными. От недостатка магния в первую очередь страдают капустные, картофель, яблоня, крыжовник, черная смородина, виноград. Дефицит магния вызывает у проса оранжевую окраску листьев, а у черной смородины и хлопчатника – пурпурно-красную.

Отсутствие необходимого количества железа характеризуется бледно-зеленой или желтой окраской верхушечных листьев плодовых деревьев с четкой сеткой зеленых жилок, но нижние листья остаются без изменений. Отмечается ослабление роста растений.

Недостаток бора более всего заметен на брюкве, турнепсе, сахарной и кормовой свекле, подсолнечнике, цветной и кормовой капусте, бобовых, плодово-ягодных, томатах, сельдерее, льне, ржи. Характерные признаки борного голодания – хлороз и отмирание верхушечной точки роста, в результате чего растения приобретают кустовидную форму. Корнеплоды поражаются сухой гнилью и дуплистостью, лен – бактериозом, цветная капуста – коричневой гнилью, бобовые культуры желтеют, у табака наблюдается усыхание верхушки, а у подсолнечника отмирает точка роста.

Дефицит марганца характеризуется ярко выраженным хлорозом листьев, но жилки остаются зелеными. Признаки недостатка марганца из-за малой подвижности элемента наиболее проявляются на молодых листьях. Марганцевое голодание сказывается, прежде всего, на овсе, пшенице, картофеле, столовых и кормовых корнеплодах, кукурузе, капусте, бобовых, подсолнечнике, плодово-ягодных и citrusовых культурах, ряде овощных культур. Например, у овса наблюдается серая пятнистость листьев, у сахарной свеклы – пятнистая желтуха.

Недостаток меди в большей степени отражается на клевере, луговом просе, бобовых, овощных культурах, овсе, ячмене, пшенице, злаковых травах, конопле, льне, кормовых и столовых корнеплодах. Дефицит этого элемента обуславливает замедление роста, хлороз, потерю тургора и увядание, задержку цветения и гибель растений. У злаков недостаток меди вызывает усиление кущения и бледно-зеленую окраску, при сильном дефиците меди наблюдается побеление кончиков листьев («белая чума», или «болезнь обработки»), колос не развивается. У плодовых при отсутствии меди развивается суховершинность.

Признаки недостатка молибдена у бобовых растений весьма сходны с признаками азотного голодания. При сильном дефиците молибдена резко тормозится рост растений, они имеют бледно-зеленую окраску, происходят деформация и отмирание листьев, плохо развиваются или совсем не образуются клубеньки на корнях. Недостаток этого элемента особенно ярко проявляется на цветной капусте, бобовых и зеленных культурах, томатах, цитрусовых. У большей части культур развивается желтая пятнистость листьев, у огурца – хлороз края листовых пластинок.

К недостатку цинка очень чувствительны плодовые культуры, особенно цитрусовые, а также кукуруза, соя, фасоль, гречиха, свекла, хмель, картофель, клевер луговой. Дефицит цинка вызывает мелколистность и розеточность у яблони, персика, айвы, вишни, пятнистость листьев у цитрусовых; побеление или хлороз верхних листьев, укорачивание междоузлий у кукурузы, мелколистность и скручивание листовых пластинок и черешков у томатов.

Внешние признаки голодания появляются на растениях из-за нарушения их питания и обусловлены недостатком или токсичным избытком какого-либо элемента. Элементы по их подвижности внутри растения делятся на две группы: реутилизируемые и слабореутилизируемые.

При недостатке реутилизируемых элементов они перемещаются в молодые, формирующиеся, более активно поглощающие питательные вещества органы. К таким элементам относятся N, P, K и Mg. Поэтому их недостаток, прежде всего и ярче всего, отражается на состоянии развитых, закончивших рост листьев.

Недостаток всех остальных, нереутилизируемых или слабореутилизируемых элементов сказывается на самых молодых, растущих частях растений. При избытке все элементы накапливаются в

сформированных органах, и потому изменения их внешнего вида свидетельствуют об избытке, токсичности элемента.

Таким образом, прежде всего, следует установить, внешний вид каких частей растения нарушен. Затем уточняют, какого элемента не хватает по признакам, характерным для каждого элемента.

Прежде чем приступить к использованию показателей визуальной диагностики, необходимо убедиться, что растения не поражены болезнями или не повреждены вредителями, которые также изменяют внешний вид растений.

Угнетенное состояние растений может быть вызвано также засухой, кислотностью или щелочностью, засолением почвы, ухудшением дыхания корней из-за высокой плотности пахотного слоя, переувлажнением и т. д. Поэтому следует учитывать и погодные условия, агротехнику и мелиорацию почвы.

Рассмотрим признаки визуальной диагностики при остром недостатке или токсичном избытке разных элементов у основных сельскохозяйственных культур.

Недостаток азота. У всех растений – однолетних, двулетних, многолетних – при недостатке азота замедляется рост стеблей, ветвей и корней. Пожелтение листьев (прежде всего нижних) из-за распада хлорофилла сменяется побурением, и листья засыхают. Заболевание распространяется на листья следующего яруса.

Общие признаки для всех растений такие: одревеснение стеблей, острый угол расположения листа к стеблю, задержка роста, уменьшение цветков и их быстрый опад, малое число ненормально развитых и окрашенных плодов. Весь цикл вегетации и созревания ускорен.

Соцветия *злаков* укорочены из-за раннего отмирания меристемы: колосья и початки укорочены сверху, а метелки снизу. Плохая озерненность. Зерна шуплые. Растение небольшое, стебель тонкий, жесткий, листья узкие, прижатые к стеблю. Стебли снизу могут иметь пурпуровый оттенок.

Характерное пожелтение нижних листьев *кукурузы* начинается с верхнего кончика листа и продолжается вдоль главной жилки, причем края листа некоторое время остаются зелеными. Початки искривленные.

У *хлопчатника* при недостатке азота задерживаются рост, ветвление, образование плодоеlementов. Листья, начиная с нижних, желто-бурые, потом отмирают и опадают.

Лен имеет одревесневшие тонкие стебли с мелкими листьями, нижние листья желтые, затем становятся бурыми и отмирают.

У *картофеля* дефицит азота проявляется острее недостатков других элементов. Резко задерживается рост: нижние листья сначала светло-зеленые, затем желто-зеленые, края закручены внутрь (чашеобразный лист); клубни мелкие.

Для *капусты белокочанной* и *цветной* недостаток азота характерен розово-желтыми нижними листьями, медленным ростом растений.

Общий габитус растений *огурца* и *томата* – веретенообразный; стебли тонкие, жесткие; листья, начиная с нижних, желто-зеленые, желто-бурые; цветки мелкие, многие опадают. Плоды огурца светло-зеленые, искривленные, к концу заостренные, их кончик загнут. У томатов на обратной стороне желтых нижних листьев появляется антоциановая окраска. Рост задержан. Стебли постепенно краснеют.

Лук на недостаток азота реагирует рано. Растение медленно растет, листья мелкие, светло-зеленые, позднее буро-серые.

Редис при дефиците азота отличается мелкими желто-зелеными листьями и небольшим корнеплодом.

Из *плодовых* культур резче всех на недостаток азота реагирует персик. У него появляются признаки азотного голодания даже при задернении почвы и плохой ее обработке. У всех плодовых первые признаки недостатка азота проявляются в пожелтении листьев у основания побегов, в задержке прироста побегов. Листья расположены под острым углом к ветви. Листопад наступает рано. Резко изменяется число цветков и плодов. Побеги коричнево-красные. Плоды мелкие, ярко окрашены.

У *земляники* недостаток азота вызывает слабое образование усов, покраснение и раннее пожелтение листьев.

Избыток азота. Проявляется избыток этого элемента у всех растений на нижних листьях: при буро-зеленом их цвете края пластинок буреют, погибают к нижней стороне «обожженными» краями. Распад тканей листа от краев распространяется по всей пластинке, лист гибнет. Vegetация укорачивается.

Недостаток фосфора. Физиологическое проявление голодания начинается с нижних листьев. Листья зеленые с голубоватым оттенком (при достаточной обеспеченности азотом), но между жилками появляются бурые пятна, которые затем сливаются и листья

засыхают. Весь цикл онтогенеза замедляется. Рост надземных частей и корней ослабляется. Часто на стеблях, ветвях и снизу листьев появляется фиолетово-красная окраска. Края больных листьев при фосфорном голодании загибаются кверху.

Резко уменьшается образование и развитие репродуктивных органов. Цветки мелкие, опадающие, соцветия мелкие, плохо озерненные, обсемененные.

Початки у *кукурузы* с кривыми рядами зерен; сверху початок заострен, верхушка засыхает.

Хлопчатник карликового роста с темно-зелеными, бурыми нижними листьями. Коробочки мелкие, поздно созревают.

У *картофеля* ухудшается качество клубней, в мякоти образуются бурые пятна, которые при варке затвердевают.

У всех видов *капусты* вдоль жилок снизу старых листьев пурпуровая окраска. Рост задерживается.

При дефиците фосфора у *томата* сначала краснеют снизу старые листья, а позже – все растение. Плоды поздно развиваются, мелкие.

Недостаток фосфора у *бобовых* вызывает задержку роста (растения-карлики); покраснение стеблей. Цветение и плодоношение задержаны.

У *плодовых косточковых* культур плоды ненормально зеленые, иногда с ярким румянцем; у *цитрусовых* узкие мелкие листья с побуревшими концами, плоды с толстой бугристой коркой, мякоть мягкая, вздутая, кислая.

Недостаток калия. У всех растений появляется «краевой ожог» нижних листьев.

У *зерновых* культур листья морщинистые; стебли полегают. Приостановлен рост междоузлий, листья сближены. Развитие цветков и созревание зерна задержано.

Для *кукурузы* характерна окраска сформированных листьев: края желтые, затем буреют, отмирают; у жилки лист зеленый (при недостатке азота – наоборот). Початки мелкие, щуплые, плохо озерненные, с заостренной верхушкой. Растения неустойчивы к полеганию.

У *хлопчатника* нижние листья с «краевым ожогом» свернуты вниз, на них крапчатость, а затем появляются бурые пятна отмерших тканей, так называемая хлопковая ржавчина при калийном голодании, листья становятся красно-бурыми, отмирают преждев-

ременно, опадают. Коробочки недозревшие, мелкие, не раскрываются, волокно низкого качества. Высокое содержание кальция в почве обостряет калийное голодание, а натрия – смягчает его.

Картофель имеет узкие нижние листья, они плотно прилегают к стеблю, морщинистые, бронзово-зеленые с «краевым ожогом», свернуты вниз, края рваные. Рост замедляется, кусты мелкие. Столоны короткие, клубни мелкие.

У *овощных* культур нижние листья серовато-желтые с «краевым ожогом». Растения слабые, неустойчивые к болезням. Резко замедлен рост, снижается урожай. Ослаблен синтез крахмала и его передвижение в другие органы.

Капуста: становятся бронзовыми края старых листьев, а затем листья буреют целиком.

Огурец: края листьев бронзовые, плоды одутловатые к верхушке и узкие к ветви.

Томат: листья мелкоморщинистые, мелкие плоды с темными пятнами на кожуре и в мякоти, плоды некрепкие.

Лук: старые листья с кончиков серовато-желтые или соломенно-желтые, позже лист подсыхает.

Морковь: нижние листья бледно-серые, закрученные.

Свекла: слаборазвитый, сбежистый корнеплод.

У *бобовых* после известкования обостряется потребность в калии. При остром дефиците калия отношение $\text{Ca}:\text{K} = 8:1$ (норма $\text{Ca}:\text{K} < 4:1$). Края нижних листьев с «краевым ожогом», рваные. У сои семена плохого качества. У люцерны, клевера рост останавливается раньше, чем появятся признаки калийного голодания. У люцерны в этом случае в листьях 1–1,25 % калия, а она может содержать его до 4 %.

У *плодовых и ягодных* культур листья голубовато-зеленые.

Яблоня: «краевой ожог» старых листьев от серого к бурому и коричневому цвету; плоды деревянистые, кислые; листопад поздний.

Груша: листья с темно-коричневым оттенком, края черные.

Слива – индикатор на дефицит калия. У нее раньше, чем у других растений, проявляется «краевой ожог» нижних листьев.

Земляника: на листьях красная кайма, ягоды плохого качества, плохо хранятся, слабо окрашены.

Крыжовник: листья пурпурные.

Смородина черная: листья с красно-пурпурным оттенком.

Малина: листья свернуты вверх, цвет насаждений серый из-за опушенной нижней стороны листьев.

Виноград: листья с «краевым ожогом», сильно деформированы, гроздья с мелкими ягодами, к осени могут быть сморщенными, сухими.

Цитрусовые: рост задержан; листья мелкие с «краевым ожогом»; плоды мелкие с тонкой гладкой кожурой, на которой заметны темные пятна.

Избыток калия (при недостатке магния) вызывает образование на плодах горькой гнили. У цитрусовых – плоды крупные, бу- гристые с толстой кожурой.

Недостаток кальция. Он проявляется на верхних, молодых частях растений. Верхние листья белесые, нижние – зеленые. При остром дефиците кальция верхушки стеблей теряют тургор и сгибаются вниз вместе с верхними листьями и соцветиями из-за ослабления клеточных стенок молодых тканей, в состав которых входит кальций. Заболевшие ткани ослизняются и листья концами могут слипаться. Точки роста отмирают. Дефицит этого элемента обостряется на кислых почвах.

У молодого *хлопчатника* при остром дефиците кальция черешки листьев сгибаются вниз, листья «падают».

У *льна* на 5–10 см ниже верха стебель утончается, переламывается, поникшая верхушка отмирает. Такое влияние недостатка кальция на переламывание верха стеблей связано с тем, что из-за отсутствия его в этих частях не образуется необходимое количество пектата кальция в стенках клеток, обуславливающее прочность стебля, тогда как пектиновая кислота вызывает ослизнение тканей и даже склеивание соседних листьев.

Даже у *картофеля*, чувствительного к известкованию, верхние листья с трудом распускаются. Точка роста стебля отмирает. В клубнях, начиная от места их прикрепления, появляются участки отмершей ткани. Корни укорочены, часто со вздутиями.

Плоды *томата* в середине имеют темные пятна отмерших тканей.

Плодовые культуры могут характеризоваться значительными повреждениями: после образования пятен отмерших тканей на верхних листьях побег замедляет рост, верхушки его гибнут. Кончики корней отмирают. Косточковые болеют камедетечением (гом- мозом).

Яблоня при дефиците кальция содержит в листьях плодушек 0,02 % Ca, а в яблоках образуется «горькая ямчатость», когда отношение $(K+Mg) : Ca > 1$.

Недостаток магния. Поскольку магний входит в состав хлорофилла, то при недостатке этого элемента хлорофилл распадается, начиная с пластинок нижних листьев. Отток магния из старых листьев в молодые происходит по жилкам. Жилки долго остаются зелеными, а межжилковые участки листа обесцвечиваются.

У *злаковых* культур при параллельном жилковании нижние листья становятся полосатыми, а у других – выступают зеленые жилки в виде елочки на белесом фоне пластинки. Осветление листа начинается с краев и развивается к середине.

Просо сильно реагирует на недостаток магния и потому может служить индикатором на дефицит этого элемента.

У *хлопчатника* и *некоторых овощных* культур листья становятся багряными с зелеными жилками, поникают, затем отмирают.

При дефиците магния заболевают нижние листья *капусты цветной, огурца, кормового боба и люцерны*.

Картофель реагирует на недостаток магния заболеванием нижних листьев, которое начинается с черешка. Острее магниевое голодание проявляется на легких кислых почвах, при обильном калийном удобрении и обильных осадках.

У *плодовых* культур заболевшие листья у основания побегов опадают, остается только несколько верхних листьев. Деревья не подготовлены к перезимовке, образуют мало плодовых почек. На деревьях с большим урожаем дефицит магния обостряется из-за оттока этого элемента из листьев в семена, листья опадают. Бессемянные сорта цитрусовых поэтому страдают меньше.

Яблоня: на листьях вблизи плодов пятна желтые, затем буреют.

Груша и слива: листья темнеют, становятся почти черными.

У *ягодных* культур листья желтые, красные, пурпуровые. Листопад ранний, начинается с нижней части побега.

Земляника: образуются ненормально тонкие листья ярко-зеленой окраски; межжилковая пятнистость начинается с краев листьев.

Недостаток серы. Сера в растение может поступать как через корни, так и через листья за счет осаждения на листьях ее соединений в воздушной среде. Уменьшение использования каменного

угля в качестве топлива снизило количество этого элемента в воздухе, и потому усилилась потребность в нем растений. Хотя сера непосредственно не входит в состав хлорофилла, но при ее недостатке также обнаруживается появление хлороза: листья, начиная с молодых, становятся желтыми, иногда оранжевыми или с красноватым оттенком. Рост заторможен. Побеги, особенно у древесных растений, укорочены, твердые, тонкие и прямые.

У *бобовых* культур ухудшается развитие клубеньков и снижается интенсивность фиксации азота.

Плоды *цитрусовых* бледно окрашены, мякоть суховатая с желеобразным соком.

Недостаток бора. Заболевание, вызванное недостатком бора, развивается на верхних частях растений. Особенно сильно страдают точки роста почек стеблей и корней. При остром голодании они отмирают. Многократные возобновления и гибель побегов и листьев приводят к образованию густых мелких кустов с «розеточностью» листьев и «ведьминых метел» у древесных растений. На карбонатных и переизвесткованных почвах дефицит бора обостряется, у растений не образуются цветковые почки.

У *колосовых злаков* колосья ветвятся. Борное голодание в период закладки зачатков цветков проявляется в резком уменьшении числа цветков и увеличении их стерильности.

Початки *кукурузы* мелкие, искривленные со сплюснутыми зернами. На листьях появляются белые пятна, затем полосы, и лист засыхает.

У *подсолнечника* развиваются уродливые соцветия (не все цветки развиты). При остром борном голодании точка роста стебля отмирает, листья, начиная с верхних, бледно-зеленые, неправильной формы.

У *хлопчатника* верхняя почка опадает, растение сильно ветвится, цветковые почки хлоротичны, опадают.

Лен при недостатке бора до бутонизации образует редуцированные цветки, а при остром дефиците – верхушечная точка роста у него отмирает.

У *картофеля* сначала гибнут точки роста корней, потом верхушечная точка роста стебля, рост замедлен. Клубни мелкие с бурыми пятнами, при варке водянистые.

Капуста цветная имеет бурую рыхлую головку, у нее повреждены стебель и корни.

У *свеклы, моркови* развивается «гниль сердечка», захватывающая ткани корнеплода, в нем может образоваться дупло.

Верхние листья *люцерны* ярко-желтые, *клевера* – с розовым оттенком. Прекращен рост растений, образуются мелкие недолговечные побеги.

У *плодовых* культур верх побегов засыхает, побег оголяется, а у его основания образуется «розетка» новых листьев измененной формы. Плоды мелкие, уродливой формы, в мякоти и на кожице – опробковевшая ткань, кожица в трещинах.

Избыток бора. По-разному проявляется у различных растений. *Колос пшеницы* мелкий уродливый с сухим листом-«флагом».

Заболевание, вызванное избытком бора у *кукурузы*, на нижних листьях подобно признакам недостатка калия.

Картофель плохо прорастает, у него отмирают проростки; растения образуют слабую корневую систему, бело-желтые нижние листья. Резко снижается урожай.

Все *овощные* культуры на нижних листьях дают «краевой ожог», листья коробятся, затем засыхают.

Недостаток меди. Острее проявляется недостаток этого элемента на кислых, песчаных, торфяных почвах. Наиболее ярко дефицит меди заметен у пшеницы, ячменя, овса, подсолнечника, льна и у плодовых – яблони, сливы, груши и цитрусовых культур.

У *злаков* задержан рост, все растение светло-зеленое, особенно верхние части; верхние листья сухие, скрученные; затруднено колошение; колосья и метелки недоразвиты, со стерильными цветками. При остром дефиците меди колосья и метелки у злаков совсем не развиваются.

Для *подсолнечника* характерно нарушение образования соцветия – оно мелкое, искривленное. Верхние листья бледные.

У *льна* рост междоузлий сокращен, листья образуют розетку, цветки не формируются. Ослабленные стебли полегают.

Плодовые растения имеют листья уродливой формы.

Кончики растущих побегов *яблони* завядают и погибают – «увядание кончиков». Активны боковые почки, они образуют пучки новых побегов – «ведьмины метлы». Верхние листья побегов опадают рано, а остающиеся внизу листья как бы мятые.

Слива – индикатор на недостаток меди: молодые листья желтые, засыхают, опадают летом. Плодоношение слабое. Кора ствола растрескивается. Натёки камеди.

Цитрусовые при остром дефиците меди не плодоносят. При умеренном недостатке меди на плодах натеки смоловидной камеди, на коре плода глубокие трещины. Также образуются «ведьмины метлы».

Избыток меди. При избытке этого элемента характерно слабое развитие корней у растений.

У *цитрусовых* угнетен рост деревьев, листья хлоротичны.

Недостаток железа. Железо способствует образованию хлорофилла, поэтому при его недостатке появляется белесая, бледно-зеленая, желтая окраска прежде всего верхних листьев, в дальнейшем заболевание распространяется на другие ярусы растений. Жилки листьев сначала зеленые, потом также белеют.

Наиболее чувствительны к недостатку железа груша, яблоня, слива, персик, виноград, малина, цитрусовые; из полевых культур – картофель, овес, кукуруза, томат, бобовые (горох, люпин, люцерна и клевер).

Дефицит железа, кроме щелочных почв, где оно находится в связанном, неусвояемом состоянии, наблюдается при высоком содержании марганца, при внесении больших доз фосфора, извести, меди и цинка.

Из-за слабой подвижности железа внутри растения старые листья дольше остаются зелеными, тогда как молодые и особенно вновь образующиеся – желтые, белесые, хлоротичные.

Желтеют верхние молодые листья *полевых* и *овощных культур*. Соцветия развиваются мелкие, слабые. Хлоротичные ткани растений отмирают, и они гибнут.

У *плодовых* и *цитрусовых* деревьев усыхают концы ветвей и побегов.

Недостаток марганца. Рост замедляется, но верхушечные точки роста не отмирают, на вторых сверху листьях проявляется желтый межжилковый хлороз. Листья светло-зеленые, бело-зеленые, красные или серые («серая пятнистость», «белый вилт»).

Дефицит марганца обостряется на известкованных почвах.

У *картофеля* на обратной стороне пораженных листьев появляются некротичные точки.

У *свеклы столовой* листья темно-красные. Пораженные участки буреют и отмирают.

Плодовые культуры, кроме межжилкового хлороза, на листьях отличаются слабой облиственностью дерева, ранним листопадом, особенно верхних ярусов.

Избыток марганца. Наиболее часто проявляется на кислых, известкованных почвах (рН 4,1–4,3). Нижние листья чашеобразные с «обожженными» краями. Между жилками листа – крапчатость.

На обратной стороне листьев, жилках и черешках *картофеля* бурые точки.

Недостаток молибдена. Поскольку молибден связан с азотным обменом растений, то внешние признаки его недостатка сходны с признаками недостатка азота лишь с той разницей, что при азотном дефиците, прежде всего, болеют закончившие развитие листья, а при недостатке молибдена заболевают верхние молодые органы.

Бобовые при недостатке молибдена не реагируют на фосфорное удобрение.

Молибден менее доступен растениям на кислых почвах. Поэтому известкование повышает доступность посевам молибдена почвы.

Верхние листья люцерны, клевера, фасоли, гороха и других бобовых становятся светло-зелеными, бледно-желтыми; старые листья вялые, с закрученными краями окрашиваются в красно-коричневый цвет. Пораженные ткани затем отмирают.

На дефицит молибдена реагируют томат, капуста, особенно цветная. При этом у *капусты цветной* не развиваются листовые пластинки, особенно у вновь образующихся листьев: у самых молодых почти нет пластинки и остается лишь центральная жилка («хлыст»); соцветия (головки) плохо развиваются, а развившиеся буреют, и постепенно их ткани распадаются.

Недостаток цинка. Обнаруживается недостаток этого элемента главным образом на карбонатных, сильно известкованных почвах. Может усиливаться при внесении больших доз фосфора. Сильнее он проявляется весной.

Страдают, прежде всего, молодые органы растений.

У *кукурузы* вновь раскрывающиеся листья бело-желто-зеленые – «белые ростки». Затем развивается межжилковый хлороз на верхних и на средних листьях. Рост замедляется, междоузлия короткие. Початки мелкие, плохо развитые. Кукуруза очень чувствительна к цинковому голоданию.

Подсолнечник образует чахлые растения с хлоротичными, некритизированными концами листьев.

Хлопчатник имеет ярко выраженный хлороз пластинок верхних листьев с зелеными жилками. Обнаруживается хлороз при посевах на щелочных и карбонатных почвах, особенно при высоком содержании фосфора в них.

У *картофеля* на верхних, средних, а иногда и на нижних листьях появляется серовато-бурый, бронзовый оттенок. Доли листьев узкие, свернутые вовнутрь. Рост заторможен. Клубни мелкие.

Томаты, тыква, фасоль и другие культуры образуют мелкие, хлоротичные, пожелтевшие листья и мало плодов – они мелкие, рано созревают. Это заболевание особенно остро проявляется в защищенном грунте.

У *бобовых* культур появляется крапчатость листьев, заболевшие участки тканей отмирают. Особенно чувствительна к недостатку цинка фасоль, при остром голодании не образуются семена.

Плодовые и цитрусовые культуры весьма чувствительны к недостатку цинка: затормаживается рост побегов, на их верхних концах образуются розетки мелких, узких ивообразных листьев («розеточность»); остальная часть побега либо без листьев, либо они крапчатые. У основания пораженных ветвей появляются новые, недолговечные побеги с крапчатыми листьями. Многолетние ветви плохо ветвятся, поэтому крона становится редкой. Плоды уродливой формы и ненормальной окраски. У цитрусовых плоды толстокожие с сухой мякотью, преждевременно опадают. Листья белесые, крапчатые, с укороченными междоузлиями на ветвях. При остром голодании появляются узкие листья на прямостоячих побегах.

Плоды *лимона* мелкие, с заостренными концами, низкой товарности.

Земляника имеет хлоротичные листья с волнистыми краями, сильно замедляется рост и развитие дочерних побегов растений.

У *винограда*, наряду с хлоротичными листьями, ягоды в гроздьях мелкие, деформированные.

Следует обязательно учитывать способность многих питательных элементов, таких как азот, фосфор, калий, магний, к реутилизации, т. е. повторному использованию. Недостаток этих элементов в первую очередь проявляется на нижних, более старых листьях. Кальций, сера, хлор, бор и многие другие микроэлементы реутилизуются слабее, поэтому недостаток их проявляется сначала в точках роста и на молодых листьях.

При визуальной диагностике оценивают высоту и массу растений, их соответствие фазе развития, окраску листьев по ярусам и внутри яруса, длину междоузлий, упругость стебля, выполненность побега и т. д. По результатам оценки составляют заключение, указывающее все отклонения от нормы, и разрабатывают рекомендации, направленные на изменение технологии выращивания культуры. Визуальные наблюдения имеют значение и для обеспечения сбалансированного питания сельскохозяйственных культур на конкретном поле в последующие вегетационные фазы. Исправить несбалансированное питание можно лишь частично, поскольку проявление внешних признаков дефицита того или иного элемента минерального питания свидетельствует о том, что в метаболизме растений произошли достаточно глубокие изменения, последствия которых ликвидировать полностью уже невозможно.

В целях своевременного обнаружения недостатка элементов минерального питания применяют методы: химической диагностики, инъекции или опрыскивания.

Методы инъекции и опрыскивания позволяют быстро определить недостаток какого-либо элемента и наблюдать визуально. Путем опрыскивания листа или инъекции в стебель (железку листа) растению вводят предполагаемый недостающий элемент, а затем в течение нескольких дней наблюдают за растением. Часто признак дефицита исчезает не на тех листьях, где он выявлен, а на вновь образующихся.

Для ликвидации недостатка элемента питания применяют 0,5 %-ные растворы солей калия и кальция, 0,1 %-ные растворы мочевины, монофосфата натрия, сернокислого магния, 0,02–0,1 %-ные растворы солей микроэлементов.

Химическая диагностика

Тканевая диагностика. Предусматривает определение содержания неорганических соединений нитратов, фосфатов, сульфатов, калия, магния и т. д. в тканях или вытяжке из растений. Она обеспечивает быстрый контроль питания растений и осуществляется с помощью полевых портативных приборов: лаборатории переносной «Тканевая диагностика», которая предназначена для определения в тканях содержания элементов минерального питания в полевых и лабораторных условиях. Ее используют для экспресс определения содержания нитратов, фосфатов и калия в сырых рас-

тительных образцах по методу В. В. Церлинг, а также определения спелости зерна.

Концентрацию NPK в тканях растений по интенсивности цветных реакций растений можно установить также с помощью переносной экспресс-лаборатории – полевой сумки К. П. Магницкого.

Субмикрополевой метод диагностики питания растений

Что же надо делать, если обнаружены участки с угнетенными, ненормально развивающимися растениями? Если на растениях отсутствуют повреждения вредителями и поражение болезнями, то по визуальным признакам при помощи субмикрополевого метода устанавливают предварительный диагноз. Этот метод заключается в проведении внекорневой подкормки опрыскиванием или инъекцией слабым раствором, содержащим элемент, недостаток которого по данным визуальной диагностики стал причиной заболевания растений. Если под «подозрение» попали 2–3 элемента, то опрыскивание надо провести растворами, содержащими каждый из возможно недостающих элементов. Проверку каждого элемента надо проводить отдельно. Чтобы диагностика была правильной, раствор должен содержать только один элемент.

Если это высокорослое растение, то испытание можно провести на отдельных ветвях. Перед опрыскиванием испытываемые ветви отгораживают от необрабатываемой части растения (которая будет служить контролем) листом фанеры, картона или натянутым полотнищем. Если проверяется несколько элементов, обязательно следует пометить этикеткой обработанную часть растения, указав на ней, когда и каким элементом обработана эта часть растения.

Можно проводить испытание на отдельных листьях растения. Раствором, содержащим проверяемый элемент, смачивают нижнюю часть листа. Листья должны быть живые, не засыхающие, выбирают их из той части растения, где ярче всего проявилось заболевание. Обрабатывать надо не менее 10 листьев, если же обрабатывается все растение, можно ограничиться пятикратной повторностью. Обработку проводят утром или вечером, чтобы избежать быстрого высыхания раствора или ожога.

В стебли крупных растений (кукуруза, подсолнечник, клещевина, сорго) раствор можно вводить инъекцией. Для этого в стебле делают буравчиком отверстие до проводящих сосудов и вводят в него шприцем испытываемый раствор. Отверстие затем обязательно

замазывают садовым варом для предупреждения вытекания раствора и попадания инфекции.

В. В. Церлинг рекомендует для испытания применять растворы определенных солей и концентраций (табл. 1).

Реакция растения на обработку начинает проявляться через 3–4 дня, а более четко – через 1–2 недели. Если использованный для опрыскивания элемент был в дефиците, то растение меняет окраску, повышается тургор, усиливается рост. Если же этот элемент не требуется растению (его содержание в почве оптимально), то растение или не проявляет никакой реакции, или даже появляются признаки токсичности: состояние этой части растения может ухудшиться.

Т а б л и ц а 1

**Рекомендуемые для субмикроролевого метода диагностики
растворы химических элементов**

Элемент питания	Рекомендуемая соль		Концентрация, %
	название	формула	
Азот	мочевина	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	0,5
Фосфор	монофосфат натрия	NaH_2PO_4	0,5
Калий	хлористый калий	KCl	1,0
Кальций	хлористый кальций	CaCl_2	1,0
Магний	сульфат магния	MgSO_4	0,5
Железо	хлористое железо	FeCl_3	0,25 (по Fe)
Марганец	хлористый марганец	MnCl_2	0,05 (по Mn)
Бор	борная кислота	H_3BO_3	0,02 (по B)
Медь	сульфат меди	CuSO_4	0,05
Цинк	сульфат цинка	ZnSO_4	0,05
Молибден	молибденовокислый натрий	Na_2MoO_4	0,01

Уточнив диагноз, можно приступать к лечению. Для этого используют подкормки растений водорастворимыми солями недостающего элемента. Подкормки макроэлементами (азот, фосфор, калий) проводят принятыми способами. Микроэлементы эффективны в форме внекорневых подкормок.

Таким образом, субмикроролевой метод диагностики позволяет быстро уточнить диагноз заболевания, если оно обусловлено

недостатком того или иного элемента, и откорректировать физиологические процессы в растении опрыскиванием или инъекциями раствором недостающего элемента питания.

Химическая диагностика питания растений

Растительная химическая диагностика дополняет и уточняет диагноз, поставленный в ходе визуального осмотра растений. Этот метод предполагает проведение анализов по фазам вегетации индикаторных органов растений. Анализируют содержание в растениях элементов питания в отдельности и общее их количество. В соответствии с этим различают тканевую и листовую диагностику. Тканевая диагностика основана на анализе свежих проб растений на содержание в них химических элементов. В ходе листовой диагностики определяют общее содержание химических элементов после озоления листьев или других частей растения.

Листовая диагностика требует достаточно сложных и точных методов исследования и специального лабораторного оборудования.

Тканевая диагностика может быть проведена с использованием экспресс-методов анализа и поэтому сравнительно доступна.

Отбор проб для растительной диагностики

Отбор проб – очень важный и ответственный этап всей работы по диагностике питания. При отборе проб необходимо руководствоваться следующими правилами:

Во-первых – учитывать пестроту почвенного покрова.

Пестрота плодородия почв отражает состояние растительного покрова. В связи с этим рекомендуется с картой поля в руках обойти весь массив, отметить на карте участки, различающиеся по высоте и состоянию растений, выделив три группы: хорошо, средне- и слаборазвитых растений. Пробы растений, а желательно и почв, отбирают в пределах выявленных пятен.

Во-вторых – необходимо иметь в виду, что индикаторные органы для диагностики разных элементов различны.

При диагностике нитратов в растениях отбирают нижние ярусы стеблей, черешки, главные жилки нижних здоровых листьев. Обусловлен этот выбор тем, что нитраты из корней в верхние части растений передвигаются по сосудисто-проводящей системе, постепенно восстанавливаются и в самых верхних частях растения могут быть не обнаружены. При подозрении на избыток нитратов

индикаторными органами служат верхние части растений. Проводящие системы богаты также фосфатами, сульфатами и другими соединениями макроэлементов.

Для диагноза обеспеченности азотом, фосфором, калием и магнием индикаторами будут нижние листья. Все другие макро- и микроэлементы диагностируют в верхних молодых частях растения.

В. В. Церлинг уточняет, что можно анализировать и всю надземную часть, но четкость реакции растения будет снижена, поэтому так поступают только при анализе молодых растений. Совсем не подходит отбор всей надземной части для таких растений, как картофель, корнеплоды, плодовые и ягодные культуры, у которых очень четко выражена ярусность листьев по химическому составу.

В-третьих – необходимо правильно выбрать сроки проведения диагностического контроля.

Условия питания молодых растений определяют во многом величину будущего урожая. Поэтому начинать диагностику надо с молодых растений. Элементы структуры урожая формируются в разные фазы, и диагностику приурочивают к этим фазам. Причем, чем раньше обнаружен недостаток какого-либо элемента, тем раньше можно будет провести корректировку питания (подкормку), и тем меньше будут потери урожая. Исходя из этого лучше контролировать питание растений несколько раз за вегетацию. Иногда проводят такой анализ только один раз, чаще всего в середине сезона или при уборке урожая (последнее уже для ориентировки на урожай будущего года).

Для полевых культур рекомендуют следующие сроки отбора проб:

I срок: фаза кущения (образования трех листьев) – злаковые, бобовые, томаты, огурцы и другие однолетние и двулетние культуры; фаза «елочки» – лен.

II срок: выход в трубку – зерновые культуры; образование соцветий – картофель, конопля; фаза нарастания розетки (развертывание 6-го листа) – корнеплоды, капуста.

III срок: фаза цветения – у большинства растений; начало завязывания кочана – капуста.

IV срок: уборка урожая – все культуры. Этот отбор служит для учета выноса элементов питания и их влияния на урожай и его качество, а также для корректировки почвенного плодородия под будущий урожай.

Общим требованием отбора проб является единая система техники отбора, подготовки и хранения. Отбирать растительные пробы лучше в утренние часы, после схода росы. Отобранные в поле пробы помещают в полиэтиленовые пакеты, чтобы не было потерь влаги, снабдив этикеткой.

Анализ сока растений по методу Магницкого

Метод Магницкого разработан для картофеля, но может быть использован и для других культур, таких как свекла, капуста, томаты, табак, кукуруза, хлопчатник. Концентрация азота, фосфора, калия и магния в соке этих культур близка к концентрации сока картофеля.

Для получения сока обычно используют утолщенные участки листовых жилок, черешков, нижние части стеблей. Отобранные образцы надо обязательно очистить от пыли и грязи. Крупные толстые черешки (у капусты, свеклы) разрезают вдоль и используют для получения сока 1/2 или 1/4 часть черешка. Если черешки длинные, то используют нижнюю часть. Каждый черешок обрезают с краев так, чтобы остались кусочки длиной 2–4 см, кладут в ручной пресс, который поставляется вместе с полевой лабораторией Магницкого (рис. 6), и выжимают сок. Выжатый сок стекает в углубление пресса, откуда его сливают в выемки пластинок для проведения анализа. Если сок отжимается плохо, то необходимо перевернуть кусочек растительной ткани и снова сжать рычаги пресса.

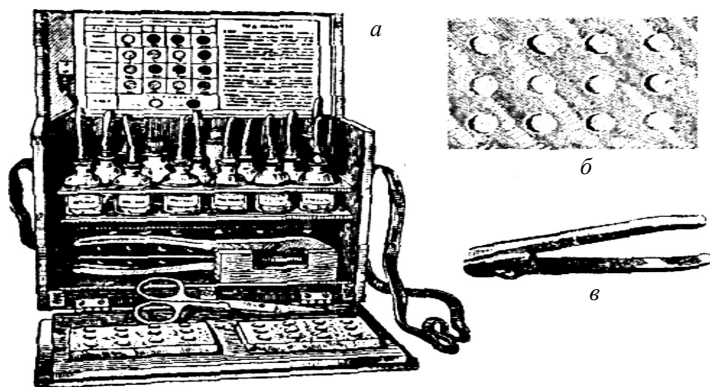


Рис. 6. Лаборатория Магницкого для анализа сока растений:

- а – общий вид прибора; б – пластинка для капельного анализа;
в – ручной пресс для отжима сока растений

Определение содержания нитратов, фосфора, калия и магния основано на их свойстве при добавлении определенных реактивов давать осадки, окраску которых сравнивают с цветной шкалой, приложенной к прибору, или со шкалой стандартных растворов, обрабатываемых одновременно с соком растений теми же реактивами. Если окраска реактивом исследуемого сока занимает промежуточное положение между окрасками двух рядом расположенных пятен или стандартных растворов, то результаты выражают средним баллом. Если окраска исследуемого сока интенсивнее окраски самого концентрированного стандартного раствора, то сок разбавляют водой (на 1 каплю сока добавляют 1 каплю дистиллированной воды), тщательно размешивают и используют для анализа этот разбавленный сок, а результаты удваивают. Оценку результатов выражают в мг элемента на 1 кг сока и в баллах, причем величина балла соответствует номеру стандартного раствора (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Оценка результатов анализа сока на содержание элементов питания при сравнении со шкалой стандартных растворов или бумажной шкалой цветных пятен

№ стандартного раствора	Балл	Оценка содержания элемента	Содержание элемента, мг/л сока			
			N-NO ₃	фосфор	калий	магний
1	1	очень низкое	100	16	600	40
2	2	низкое	250	40	1500	100
3	3	умеренное	500	80	3000	200
4	4	высокое	1000	160	6000	400

В полевых условиях используют шкалу цветных пятен и поэтому можно проводить анализ сразу двух проб с одного участка (делянки, дерева). Для этого сок первой пробы берут пипеткой из пресса и разносят по одной капле в первый ряд углубления пластинки. В четвертое углубление лучше поместить 1 каплю сока и разбавить ее в 2 раза. Сок второй пробы разносят по второму ряду пластинки. С четвертым углублением поступают так же, как и в 1 ряду: разбавляя сок в два раза. В третьем ряду два первых углубления заполняют соком из четвертого углубления 1 ряда, а два вто-

рых – разбавленным соком второй пробы из четвертого углубления второго ряда (рис. 7). Таким образом, на одной пластинке можно провести анализ двух проб на 5 элементов.

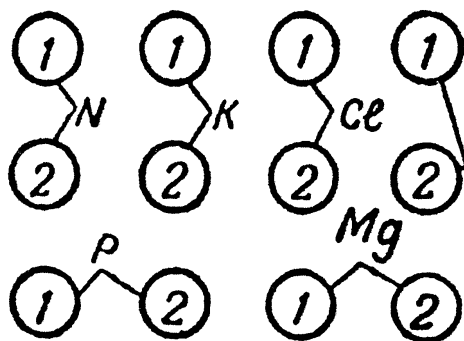


Рис. 7. Схема анализа сока двух проб на капельной пластинке при сравнении с бумажной цветной шкалой пятен (лаборатория Магницкого)

Бумажная шкала разработана для одинакового размера капель сока и реактива. Это требование надо строго соблюдать. После взятия каждой пробы пипетку и пластинку надо хорошо промыть водой, вытереть фильтровальной бумагой или чистой марлей. Ход анализов на определение нитратов, фосфора, калия, магния приведен на внутренней стороне крышки прибора.

Экспресс-анализ нитратов, фосфатов и калия в растениях по В. В. Церлинг

Для многих растений, в частности для хлебных злаков, некоторых трав, плодовых и ягодных культур, диагностика по анализу сока листьев, стеблей, черешков затруднена по причине недостаточной их сочности или отсутствия черешков. Иногда определению мешает интенсивно зеленая окраска сока. Для таких культур В. В. Церлинг предложила быстрый метод диагностики. Он заключается в проведении реакции на микросрезках растений. Для этих целей В. В. Церлинг разработала полевую лабораторию ОП-2, выпускаемую в виде портативного прибора (рис. 8). С помощью этого прибора можно установить содержание в растении нитратов, минеральных фосфатов и калия.

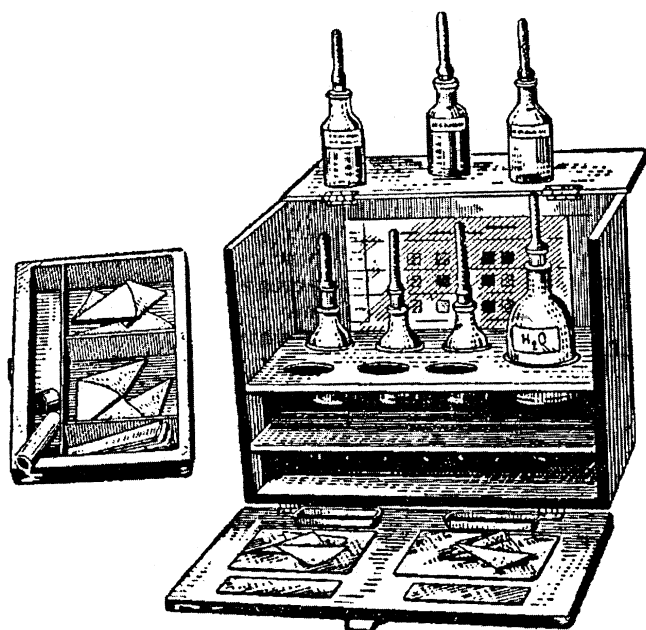


Рис. 8. Прибор ОП-2 (Церлинг) для экспресс-диагностики питания растений

Анализ проводят на срезах любых частей растения: стеблей, листьев, черешков, почек, бутонов, цветков, корней, корнеплодов, клубней и т. д. Но лучше всего выполнять этот анализ на молодых растениях, когда эффективность подкормок максимальна. Для получения срезов определенной толщины можно пользоваться ручным микротомом. Прибор содержит все необходимые реактивы в растворах, помещенных в капельницы, и оснащен запасными сухими реактивами. Сравнение ведут с цветными пятнами бумажной шкалы, помещенной на задней стенке прибора. При определении нитратов срезы кладут на стеклянную пластинку, фосфора и калия – на кусочки плотной фильтровальной бумаги (площадью около 2 см²).

Определение содержания нитратов

Азот определяют по реакции нитратов с раствором дифениламина в серной кислоте (табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Шкала потребности растений в азотных удобрениях

Содержание N-NO ₃ , % на сырое вещество	Балл	Характер окрашивания	Потребность в азотных удобрениях
0,0705±0,0094	6	срез и раствор быстро и интенсивно окрашиваются в сине-черный цвет. Окраска устойчивая	не нуждается, избыток нитратов большой
0,0221±0,0005	5	срез и раствор сразу окрашиваются в темно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время	не нуждается, избыток нитратов
0,0174±0,0007	4	срез и раствор окрашиваются в синий цвет. Окраска проявляется не сразу	слабо нуждается
0,0151±0,0061	3	срез и раствор окрашиваются в светло-синий цвет. Окраска исчезает через 2-3 минуты	средне нуждается
0,0067±0,0004	2	окрашиваются главным образом проводящие пучки в светло-голубой цвет. Окраска быстро исчезает	нуждается
0,0028±0,0006	1	следы голубой быстро исчезающей окраски	сильно нуждается
—	0	нет голубой окраски	очень сильно нуждается

На свежий срез, помещенный на пластинку, наносят 1 каплю 1 %-ного раствора дифениламина. Полученную окраску пятна среза сравнивают со шкалой и оценивают в баллах.

Определение фосфатов

На пятно выжатого на кусочек фильтра сока и на срез реактивы наносят последовательно по капле: молибденово-кислый аммоний, бензидин, уксуснокислый натрий. Полученную окраску сравнивают со шкалой и оценивают в баллах (табл. 4).

Шкала потребности растений в фосфорных удобрениях

Содержание P_2O_5 , % на сырое ве- щество	Балл	Характер окрашивания	Потребность в фосфорных удобрениях
0,0692±0,0050	5	отпечаток всего среза темно- синий, сосудистых пучков – иссиня-черный	не нуждается
0,0415±0,0044	4	отпечаток всего среза и сосу- дистых пучков – синий	не нуждается или слабо нуждается
0,0225±0,0024	3	отпечаток всего среза светло- синий, сосудистых пучков – синий	средне нуждается
0,0174±0,0014	2	отпечаток всего среза слабо- голубой, сосудистых пучков – несколько темнее	нуждается
0,0121±0,0007	1	отпечаток всего среза светло- серо-голубой, сосудистых пучков – серо-голубой	сильно нужда- ется
—	0	ткани и сосудистые пучки не окрашиваются в синий цвет	очень сильно нуждается

Определение калия

На пятно выжатого сока и на срез наносят по 1 капле дипикри-
ламината магния и соляной кислоты. Интенсивность полученной
оранжево-красной окраски, обусловленной дипикриламином ка-
лия, сравнивают с цветной шкалой и оценивают в баллах (табл. 5).

Для экспресс-анализа содержания нитратов в растениях в на-
стоящее время часто используют индикаторную бумагу. Одна из
них – «Индам» – предложена Молдавским НПО «Селекция». Диа-
гностику проводят в фазы кущения, выхода в трубку, колошения,
цветения. Анализируют определенную часть стебля: в фазы куще-
ния – узел кущения, выхода в трубку – второй стеблевой узел, ко-
лошения и цветения – последний перед колосом стеблевой узел.
При наличии нитратов в растении индикаторная бумага окраши-
вается в малиново-красный цвет. Для оценки интенсивности окра-
шивания прилагается шкала образцового раствора азотнокислого
калия, капли которого наносят на ряд индикаторной бумаги. Метод
не применим для анализа сока свеклы, моркови и других растений,
имеющих красную окраску сока.

Т а б л и ц а 5

Шкала потребности растений в калийных удобрениях

Содержание K_2O , % на сырое вещество	Балл	Характер окрашивания	Потребность в калийных удобрениях
$0,54 \pm 0,023$	5	красно-суриковое	не нуждается
$0,37 \pm 0,013$	4	красно-оранжевое	слабо нуждается
$0,33 \pm 0,018$	3	оранжевое	средне нуждается
$0,24 \pm 0,012$	2	жёлто-оранжевое	нуждается
$0,13 \pm 0,035$	1	соломенно-жёлтое	сильно нуждается
—	0	лимонно-жёлтое	очень сильно нуждается

Ставропольский индикатор нитратов «СТИНИТ» быстро и с достаточной точностью определяет содержание нитратов в плодово-овощной продукции. Каплю воды, жидкости, растительного сока наносят на поверхность индикатора. Через 1–2 минуты интенсивность окраски сравнивают со шкалой, представленной в таблице 6.

Т а б л и ц а 6

**Шкала определения содержания нитратов
в сельскохозяйственной продукции, мг/кг (л)**

Интенсивность окрашивания индикатора	Вода, жид- кость, соки	Огурцы, тома- ты, капуста, кабачки, бакла- жаны, перец, лук-перо, арбу- зы, дыни, вино- град	Картофель, мор- ковь, лук-репка, чеснок, редис, редька, зелень, яблоки, груши, сливы, персики, абрикосы	Зелёная мас- са гороха, сои, кукуру- зы, однолет- них трав
Бледно-розовая	50	45	40	35
Светло-розовая	100	90	80	70
Розовая	200	180	160	140
Светло- малиновая	500	450	400	350
Малиновая	1000	900	800	700

Этот индикатор позволяет определить уровень обеспеченности растений азотом в период вегетации. Определение содержания в растениях других химических элементов проводится в лаборатории.

Следует отметить, что метод определения обеспеченности элементами питания на срезах тканей наименее точен, чем в вытяжке из растений или в листьях.

Листовая диагностика. Основывается на общем анализе листьев целого растения или отдельных органов, который позволяет контролировать обеспеченность растений элементами минерального питания. Химический состав опытных растений сравнивают со справочными таблицами и определяют их обеспеченность питательными элементами с учетом состояния, роста и развития этих растений в данную фазу.

Для проведения диагностического контроля питания растений образцы их отбирают с типичных для данного поля участков, в определенные для каждой культуры фенофазы с целью получения результатов, сопоставимых с имеющимися.

Наиболее эффективен этот метод при наиболее раннем обнаружении недостатков в питании растений. Важно учитывать специфику потребности в питательных элементах различных сельскохозяйственных культур по периодам вегетации.

При работе с проростками, рассадой и молодыми растениями обеспеченность минеральными элементами устанавливают на основании анализа всей надземной части. У взрослых растений для определения нитратов берут нижнюю часть стебля или черешки нижних листьев. При вычислении суммарного выноса питательных веществ анализируют все органы растений.

У взрослых растений в первую очередь исследуют индикаторные органы, химический состав которых подвержен наибольшим изменениям в зависимости от условий питания. Параллельно проводят анализ корней и устанавливают соотношение содержания элементов минерального питания в листьях и корнях.

Для проведения химических анализов растений применяют общепринятые методики.

При определении нитратов экспресс-методами следует учитывать тот факт, что в корневой системе и листьях растений за время от взятия образца до анализа может происходить восстановление нитратов.

Особенно тщательно следует проводить контроль содержания нитратов в ранние фазы развития растений, а также в листовых и зеленых культурах. К концу вегетационного периода количество нитратов заметно снижается. Концентрация их значительно выше

в черешках и центральных жилках листьев растений, которые следует брать для анализа. В репродуктивных органах и меристематических тканях содержание нитратов минимальное.

Данные о содержании в растениях неорганических форм элементов питания, полученные экспресс-методом и методом тканевой диагностики, оценивают путем сравнения окрашенных пятен со шкалой. Пересчет баллов в мг/кг сырого вещества осуществляют по справочным таблицам. Результаты определения содержания неорганических форм и общего количества химических элементов сопоставляют с уровнями или градациями их содержания. Заключение об обеспеченности растений элементами питания делают на основе определения относительного содержания элементов минерального питания, а также общего их накопления листьями или всем растением путем сравнения со справочными уровнями или градациями. Полученные цифры сопоставляют с результатами почвенных анализов и аналитическими данными урожая.

Функциональная диагностика

Поглощение различных элементов питания не всегда является следствием их необходимости растению. Это основной факт, ограничивающий возможность применения химических методов диагностики по общему химическому составу и содержанию неорганических форм различных элементов. Кроме того, недостаток или избыток одних элементов может нарушить усвоение растениями других элементов питания. Например, дефицит фосфора приводит к накоплению нитратного азота, а бора – к его недостатку. Данные явления не связаны с азотным питанием. Поэтому необходимо дальнейшее совершенствование методов диагностики с обязательным учетом природы взаимодействия элементов питания между собой на всех этапах поступления в растения и участия в метаболизме.

Более полное изучение разнообразных функций элементов питания, их подвижности, форм участия в реакциях метаболизма, локализации в тех или иных органах позволит тщательнее учитывать взаимное влияние элементов при поступлении их в растение. Весьма перспективно объединение исследований по диагностике с изучением теоретических вопросов минерального питания.

До настоящего времени большинство исследователей в своих работах опираются на изучение лишь химического состава, в лучшем случае соотношения элементов в растении или питательной среде.

График зависимости между уровнем урожая и концентрацией в растениях элементов питания показывает, что при изменении содержания в среде изучаемого элемента наблюдается один максимум и два минимума продуктивности растений. Сложным изменениям при повышении в питательной среде концентрации испытуемого элемента подвержено содержание в растениях других элементов. Концентрация их в растительных тканях имеет три максимума. Одно и то же количество элементов в продуцируемой массе соответствует совершенно различным состояниям растений и несет часто противоположную информацию о необходимости внесения элементов в подкормку.

В настоящее время назрела необходимость в разработке методов функциональной диагностики, позволяющих оценить не содержание того или иного элемента, а потребность растения в нем. Обеспеченность элементами питания можно установить контролируя интенсивность физиолого-биохимических процессов. Например, уровень обеспеченности растений азотом и потребность в нем определяют по способности тканей к восстановлению нитратов в нитриты, т. е. по активности фермента нитратредуктазы. Метод определения фотохимической активности хлоропластов основан на измерении фотохимической активности суспензии хлоропластов средней пробы листьев диагностируемых растений без добавления элемента, а затем с элементами питания. В случае повышения фотохимической активности суспензии хлоропластов по сравнению с контролем (без добавления элементов) делается заключение о необходимости элемента, при снижении – об избытке и при активности, одинаковой с контролем, – о его оптимальной концентрации в питательной среде.

Функциональная диагностика в интенсивном земледелии позволяет достаточно оперативно оценить взаимодействие всех элементов и дать рекомендации по изменению технологии выращивания растений.

Занятие 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ САХАРОЗЫ В САХАРНОЙ СВЕКЛЕ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Цель занятия:

- 1) изучение устройства и принципа работы поляриметра;
- 2) контроль знаний методики определения сахарозы поляриметрическим методом;
- 3) определение содержания (%) сахарозы в корнеплодах сахарной свеклы.

Значение анализа. Оптический способ количественного определения тростникового сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ получил самое широкое применение при анализе сахарной свеклы. Метод отличается простотой, точностью, быстротой и весьма невысокой стоимостью. Он положен в основу при учете результатов селекции сахарной свеклы и оценке ее урожая в качестве сырья для сахарной промышленности, а также в процессе химического контроля заводского производства сахара. Метод может быть использован для растительной продукции с высоким содержанием сахара.

Поскольку предшественники свеклы в севообороте и различные удобрения оказывают заметное влияние на содержание в ней сахара, этот прием анализа обычно сопровождает все полевые опыты с данной культурой. С половины июля или начала августа и до уборки на свекловичных плантациях ежедекадно отбирают пробы для наблюдения за ходом роста. Одновременно устанавливают сахаристость корней. Уборку рекомендуется начинать с тех частей поля, где приросты веса корней приостановились.

Принцип метода. Основой поляриметрического анализа является свойство оптически активных веществ изменять угол вращения плоскости поляризации света. Это свойство обусловлено наличием в молекуле асимметричного атома углерода или других функциональных групп, обуславливающих пространственную асимметрию молекулы. Большинство углеводов, а также антибиотики, алкалоиды, эфирные масла и некоторые другие соединения оптически активны.

Электромагнитное излучение (свет) представляет собой бесконечный поток фотонов с хаотической ориентацией их плоскости колебания. Такой свет называют неполяризованным. При пропускании его через изотропные (оптически неактивные) вещества разнонаправленность колебаний волн остается неизменной. В то же время существуют некоторые вещества (оптически анизотропные), которые оказывают влияние на ориентацию плоскости колебания проходящего через них света.

Устройство прибора. Угол вращения поляризованного света измеряют в приборах, называемых поляриметрами (рис. 9). Поляриметры, предназначенные для определения сахарозы, называются сахариметрами. Они снабжены эмпирической шкалой, каждое деление которой соответствует 1 % сахарозы.

Сахарные растворы обладают способностью вращать плоскость поляризации проходящего через них поляризованного луча света. Угол вращения плоскости поляризации луча света раствором в слое определенной толщины зависит от концентрации раствора. На этой зависимости основана работа сахариметра.



Рис. 9. Поляриметр полуавтоматический

Поляриметры полуавтоматические POLAX-2L (далее – поляриметры) предназначены для измерения угла вращения плоскости поляризации жидких и твердых оптически активных веществ. Область применения поляриметров: пищевая, химическая, фармацевтическая и другие отрасли промышленности.

Работа поляриметров полуавтоматических POLAX-2L основана на визуальной установке скрещенного положения поляриза-

тора и анализатора при измерении угла вращения плоскости поляризации.

Конструктивно поляриметры выполнены в моноблочном настольном стационарном исполнении. Поляриметры состоят из следующих узлов (рис. 10,11): источник излучения (светодиод); интерференционный светофильтр с максимумом пропускания на длине волны 589 нм; поляризатор; фокусирующая оптическая система; измерительная камера с встроенным цифровым термостатом; анализатор, вращаемый шаговым электродвигателем; датчик положения анализатора; окуляр для наблюдения скрещенного положения поляризатора и анализатора; система электропитания.

При наблюдении в окуляр оператор с помощью кнопки «ROTATE» вращает анализатор по часовой или против часовой стрелки, добиваясь равенства яркостей полей сравнения.

Результаты измерений или значение температуры в измерительной камере выводятся на дисплей в цифровом виде.

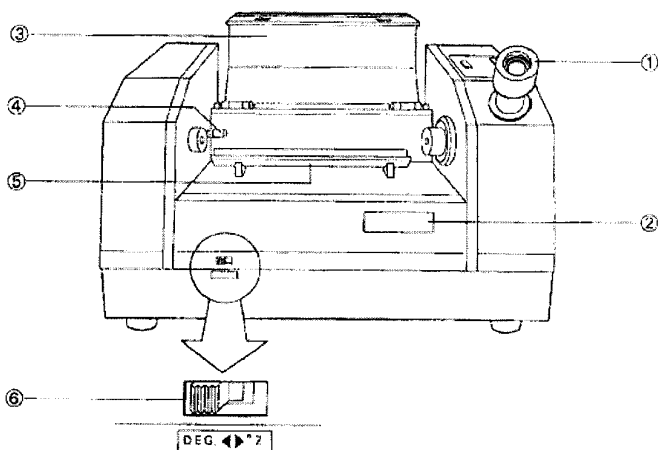


Рис. 10. Устройство поляриметра POLAX-2L (лицевая сторона)

- 1) Окуляр. Сравнение прозрачных полукруглых полей с помощью яркости наблюдается через окуляр. Когда прозрачные

- полукруги не в фокусе, поворачивают верхнее кольцо окуляра для получения четкого изображения.
- 2) Дисплей. На цифровом дисплее высвечивается значение измерения (угол вращения или значение по Международной сахарной шкале) или температура платформы для образца при измерении.
 - 3) Крышка пробозаборной камеры. Крышка позволяет защитить от нежелательного света пробозаборную камеру. Перед началом установки нуля или измерения образца необходимо удостовериться, что закрыта крышка пробозаборной камеры.
 - 4) Термосенсор – измеряет температуру платформы для образца.
 - 5) Платформа для образца. Для измерения образца или установки нуля на нее установить трубку с жидкостью.
 - 6) Переключатель выбора индикации. Индикация на дисплее может переключаться между двумя шкалами (угол вращения плоскости поляризации и Международная сахарная шкала).

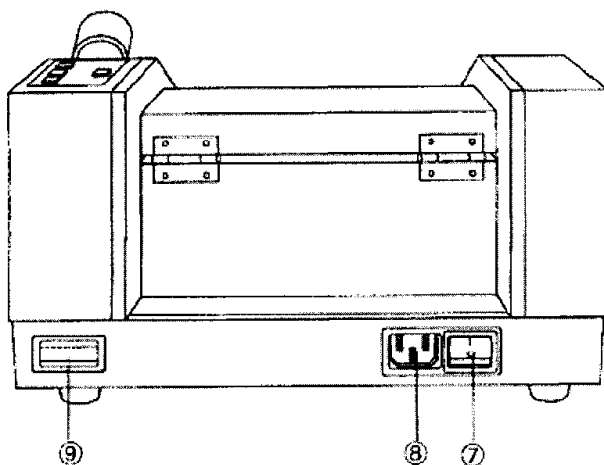


Рис. 11. Устройство поляриметра POLAX-2L (задняя сторона).

- 7) Включение поляриметра. Для включения POLAX-2L используется переключатель on/off.
- 8) Разъем для подключения силового кабеля. Предназначен для подключения силового кабеля, который поставляется в

комплекте с POLAX-2L. Перед тем, как подключать силовой кабель, следует удостовериться, что поляриметр выключен.

9) Лейбл. На лейбле отпечатан серийный номер.

Выполнение измерений

Внимание:

Следует избегать ударов стеклянной трубки, не подвергать ее сильной встряске.

При выключении напряжения или других выключениях на панели управления на 5 минут или более, поле прозрачных полукругов исчезнет из поля видимости окуляра, потому что свет выключается автоматически благодаря функции сохранения энергии. Нажать SHIFT/TEMP для включения света снова.

Перед началом измерения удостовериться, что переключатель индикации установлен в необходимое положение, угол вращения плоскости поляризации или по Международной сахарной шкале. При установке переключателя индикации в левое положение на дисплее будет отражаться угол вращения. При установке переключателя индикации в правое положение на дисплее будет отражаться концентрации сахара по Международной сахарной шкале. Заводскими установками переключатель индикации установлен в левое положение для отражения угла вращения.

1) Установить кювету, заполненную жидким образцом, в центральную часть платформы для образца.

2) Посмотреть на поле через окуляр. Поля прозрачных полукругов могут иметь разную яркость (когда поле правого полупрозрачного полукруга светлее – это правосторонне вращающийся образец).

Нажимать правую кнопку – поля полукругов будут меняться, как показано на рисунке 12.

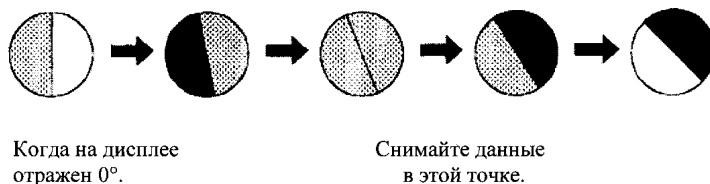


Рис. 12. Настройка яркости кругов световых полей при правовращающемся образце

Даже если поле правого полукруга светлее на первой стадии, оно становится темнее, а поле левого полукруга становится светлее, чем правая половина при долгом нажатии кнопки ROTATE. В середине процесса изменения яркости полей полукругов есть точка, где правое и левое поля выравниваются в яркости. Значение, появляющееся на дисплее в этой точке, показывает угол вращения образца (или значение концентрации сахара по Международной сахарной шкале).

Когда поле левого полупрозрачного полукруга светлее (левовращающийся образец) нажимать левую кнопку ROTATE, поля полукругов будут меняться, как показано на рисунке 13.

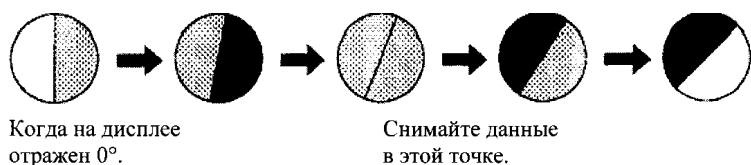


Рис. 13. Настройка яркости кругов световых полей при левовращающемся образце

Также как для правовращающего образца, существует точка, где правое и левое поля выравниваются по яркости – в середине процесса изменения яркости полей полукругов. Значение, появляющееся на дисплее в этой точке, показывает угол вращения образца (или значение концентрации сахара по Международной сахарной шкале).

Диапазон измерения POLAX-2L для Международной сахарной шкалы от $-130,0^{\circ}\text{Z}$ до $130,0^{\circ}\text{Z}$. Индикатор начинает мигать, когда значение измерения больше $130,0^{\circ}\text{Z}$ или ниже $-130,0^{\circ}\text{Z}$. Правильный диапазон измерения по Международной сахарной шкале между $-130,0^{\circ}\text{Z}$ и $130,0^{\circ}\text{Z}$.

Метод выравнивания правого и левого прозрачных полукругов по яркости. Нажимать кнопку SHIFT/TEMP и правую или левую кнопку ROTATE одновременно, пока правое и левое поле прозрачных полукругов станут соответствовать друг другу по яркости. Когда правое и левое поле полукругов станут почти соответствовать друг другу по яркости, моментально нажать правую и левую кнопки ROTATE попеременно и проверить точку, где светлая и

темная стороны смешиваются. В этот момент прочитайте измерение, отраженное на дисплее. Рекомендуется повторить вышеописанную процедуру 3-5 раз и найти среднее значение измерений.

Нажатие правой кнопки ROTATE затемняет поле правого полукруга, также как нажатие левой кнопки ROTATE затемняет поле левого полукруга.

Поле прозрачных полукругов поворачивается против часовой стрелки, если нажата правая кнопка ROTATE. С другой стороны, оно поворачивается по часовой стрелке, если нажата левая кнопка ROTATE.

Если существует небольшая разница в яркости между правым и левым полукругами когда кювета наполнена образцом и установлена на платформу для образца, угол вращения (или концентрации сахара по Международной сахарной шкале) примерно равен $0^{\circ}(Z)$. В этом случае, повторять нажатие правой или левой кнопки ROTATE, пока правое и левое поле полукругов не сравняются по яркости.

В том случае если сложно найти точку, где правое и левое поле полукругов сравняются по яркости из-за быстрого вращения поля, нажимать кнопку SHIFT/TEMP и правую или левую кнопку ROTATE одновременно, пока на дисплее не появится «0,00» или «0,0». После этого снова попробовать сравнить полукруги.

Закончив работу на поляриметре, длительно нажать кнопку SHIFT/TEMP и правую или левую кнопку ROTATE одновременно, пока на дисплее не появится «0,00» или «0,0» перед тем, как выключить POLAX-2L. Это поможет быстрее провести процедуру установки нуля при следующем включении.

Измерение температуры ($^{\circ}\text{C}$).

Для того, чтобы узнать температуру платформы для образца, держать кнопку SHIFT/TEMP нажатой в течение 2 или более секунд, и значение появится на дисплее (рис. 14) Если отпустить кнопку SHIFT/TEMP, на дисплее снова высветится последнее измеренное значение.

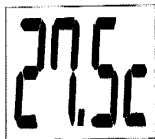


Рис. 14. Температура платформы образца

Если концентрация образца слишком высока, образец неравномерный или его недостаточно в емкости – тяжело просматривать яркость таких образцов и результат измерения может быть неточным. В этом случае, оставить образец в состоянии измерения на несколько минут, пока он не стабилизируется.

Если образец мутный, отфильтровать его перед измерением. Если это не помогло, результат измерения может быть неточным, потому что оптическая длина пути, пройденная излучением от источника, сквозь образец в кювете, очень большая.

Если количество доступного образца очень мало, использовать микро-кювету (дополнительно) для измерения небольшого количества образца объемом 1,0-1,5 мл.

Ход анализа. Для определения содержания сахарозы в сахарной свекле из первоначальной пробы корнеплодов отбирают лабораторную пробу. Каждый корнеплод разделяют на 4 части и полученные дольки измельчают на терке.

Из мякоти отбирают аналитическую пробу, а из нее берут в тарарованную фарфоровую чашку навеску 26 г. Навеску при помощи стеклянной палочки без потерь переносят в мерную колбу на 200 мл. Фарфоровую чашку и стеклянную палочку многократно обмывают в ту же колбу дистиллированной водой.

Приливают 7 см³ 10 %-ного раствора уксуснокислого свинца для осаждения белковых веществ, добавляют дистиллированную воду до 4/5 объема и помещают ее в водяную баню, предварительно нагретую до 80 °С, где держат при этой температуре 30 минут, взбалтывая содержимое каждые 5 минут. Затем колбу вынимают из бани, прибавляя несколько капель эфира, осаждают пену и доливают до метки горячую дистиллированную воду. Снова выдерживают в бане 15 минут. Охлаждают колбу до 20 °С, доливают до метки дистиллированную воду, содержимое тщательно перемешивают и фильтруют через плотный складчатый фильтр в сухой стакан или колбу. Первые мутные порции фильтрата отбрасывают. Полученным прозрачным раствором заполняют поляриметрическую трубку так, чтобы в ней не было пузырьков воздуха, и проводят измерения угла вращения.

Контрольные вопросы:

1. В каких пределах колеблется содержание сахарозы в сахарной свекле?
2. Каков принцип метода определения сахарозы?
3. Объясните принцип работы поляриметра.

Занятие 8

КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ «ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ». ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ УИРС

Вопросы к коллоквиуму:

1. Химический состав растений.
2. Основные теории питания растений.
3. Питание растений азотом.
4. Питание растений фосфором.
5. Питание растений калием.
6. Питание растений серой.
7. Питание растений кальцием.
8. Питание растений магнием.
9. Питание растений железом.
10. Роль воды в питании растений.
11. Внутренние и внешние условия питания растений.
12. Требования растений к свету, теплу, воде и другим внешним факторам в процессе питания.
13. Современные теории поглощения элементов питания растениями.
14. Современные представления о механизме поглощения питательных веществ и их усвоения растениями.
15. Вынос питательных веществ культурами.
16. Роль микроэлементов в питании растений (В, Мn, Мо, Сu и др.).
17. Периодичность поступления питательных веществ в растение.
18. Понятие об основном (допосевном), припосевном удобрении и подкормках, как приемах регулирования питания растений.
19. Методика определения гигроскопической влаги (метод определения, приборы и т.д.).
20. Методика отбора средней растительной пробы.
21. Методика определения сухого вещества в растениях (метод определения, приборы и т.д.).
22. Методика определения N в растениях. Устройство спектрофотометра UNICO 1200/1201.
23. Методика определения P_2O_5 в. Устройство спектрофотометра UNICO 1200/1201.

24. Методика определения K_2O в растениях. Устройство пламенного фотометра ПФА-378.
25. Методика определения сахара в сахарной свекле (метод определения, приборы и т.д.). Устройство сахариметра POLAX-2L.

Данные лабораторных опытов и анализов, выполненных студентами, оформляются в виде таблицы 7.

Т а б л и ц а 7

**Влияние удобрений на химический состав растений
озимой пшеницы в онтогенезе**

Фаза развития растений	Фон	Влага, %	Сухое вещество, %	N, %	P_2O_5 , %	K_2O , %
Кущение	контроль					
	NPK					
Выход в трубку	контроль					
	NPK					
Колошение	контроль					
	NPK					
Молочно-восковая спелость	контроль					
	NPK					
Полная спелость (солома)	контроль					
	NPK					
Полная спелость (зерно)	контроль					
	NPK					

При подведении итогов учебно-исследовательской работы студент делает выводы о влиянии удобрений на химический состав растений озимой пшеницы в течение ее вегетации.

Занятие 9

ДЕЛОВАЯ ИГРА «АГРОХИМИК»

Цель занятия: создать ситуацию, максимально приближенную к реальной, что будет способствовать ускорению адаптации молодых специалистов к условиям производства.

Перестройка нашего сельскохозяйственного образования является ключевой проблемой ускорения научно-технического развития отрасли. Переход на самостоятельные формы обучения, все возрастающие объемы информации и необходимость постоянного ее обновления затрудняют подготовку специалистов традиционными методами.

Наряду с традиционными методами (лекции, лабораторные задания, коллоквиумы и т. п.) все шире используются интенсивные методы обучения, стимулирующие мотивацию и активизирующие тем самым процесс познавательной деятельности студентов и приобретение ими навыков и умений – программирование обучения, применение ТСО, решение ситуационных задач и проведение деловых игр.

Методические разработки облегчают студентам, а в определенной мере и преподавателям, проведение деловой игры.

1. Решение ситуационных задач и условия игры как методы активного обучения

Активизация учебного процесса обучения является насущной необходимостью в условиях всевозрастающих объемов информации и потребности в ее постоянном обновлении. Среди приемов активизации обучения студентов важными являются – имитация в процессе занятий конкретных ситуационных задач и их сочетаний – деловых игр.

Деловая игра – это особый вид производственной деятельности, существенно отличающийся от лекций, лабораторно-практических занятий, коллоквиумов и других занятий. Она позволяет наилучшим образом усваивать учебный материал, приобретать профессиональные навыки, сокращать период адаптации молодого специалиста на производстве, способствует эффективности принимаемых им управленческих решений. Деловая игра обеспечивает соревновательное коллективное научное творчество студентов, развивает их самостоятельность.

Деловая игра – не только чисто управленческий процесс, но и совершенно особая часть педагогического процесса, важнейшее средство подготовки творческого специалиста. Решение ситуационных задач студентом помогает ему приобрести навыки, необходимые для выполнения своих будущих обязанностей.

Таким образом, игра – это своего рода профессиональная тренировка. Студенты как бы реально встречаются с теми проблемами, с которыми сталкиваются специалисты. Участник деловой игры не только демонстрирует свои знания, а активно показывает умение окунуться в производственную обстановку. В свою очередь преподаватель видит, насколько хорошо студент владеет учебной и умеет пользоваться справочной литературой, и это дает ему возможность, в известном смысле, объективно оценить знания, способности обучаемого.

Учебная игра, хотя и своеобразный, но не оторванный от общей системы преподавания метод занятий: только в неразрывном единстве с другими методами обучения она может дать ожидаемый эффект.

Деловые игры имеют более чем 50-летнюю историю. Наиболее активное развитие получили в последние десять лет. Однако в сельскохозяйственных вузах этот важнейший педагогический прием используется недостаточно. В связи с чем, как нам представляется, заслуживает внимания и небольшой опыт кафедры агрохимии Ставропольского государственного аграрного университета по проведению деловой игры для студентов агрономического факультета и факультета защиты растений.

Время проведения игры – пятый семестр, когда студенты изучают основы питания растений и свойства почвы в связи с питанием и применением удобрений.

Что дает деловая игра студенту?

Успешно в деловой игре может участвовать студент, имеющий хорошую подготовку по специальным дисциплинам. В процессе же игры он пополняет свои практические навыки, развивает мышление, совершенствует организаторские навыки, сочетает профессиональные знания по теме и общение с товарищами по группе, учится принимать правильные решения, приспосабливается к изменяющейся «производственной обстановке». Поэтому появляется естественная потребность аргументировать, обосновывая свои решения, тщательно готовиться к игре.

Студент обязан изучить материал учебника, лекционного курса и лабораторно-практических работ по теме деловой игры. Продумать возможные ситуации, которые могут возникнуть при решении поставленной задачи.

В ходе деловой игры отрабатываются не только умения и навыки, необходимые агроному или руководителю, но и умение лаконично и доказательно излагать свои мысли, утверждать свою точку зрения, анализировать противоположную.

В лаборатории, где работает подгруппа (10–12 человек), студент знакомится с самыми разными подходами и проблемами производства, получает возможность в короткое время несколько раз «пережить» такую же или модифицированную производственную ситуацию и таким образом учится на своих и других успехах и ошибках. Здесь заметно интенсифицируется не только теоретическая, но и практическая подготовка будущего агронома.

Неотъемлемое условие игры – профессиональная направленность решаемых проблем, а также рациональное сочетание коллективных и индивидуальных действий участников игры.

Деловая игра – эмоциональный вид обучения, который развивает у будущих агрономов целый комплекс гибких и надежно закрепленных навыков, обеспечивающих высокий творческий потенциал и деловые качества, широкую эрудицию, умение принимать решения на основе системного анализа ситуаций с учетом требований современного производства.

Осознание участниками игры ролевых обязанностей директора станции химизации, заведующих оперативным отделом, отделом кормов, аналитического отдела помогает конкретнее, образнее представить основные компоненты его будущей производственной деятельности, что способствует его активности на занятиях.

2. Подготовка к деловой игре

2.1. Что должен знать и уметь студент, участвующий в деловой игре?

Для участия в проведении деловой игры по теме «Отбор средней (почвенной) растительной пробы в производственных условиях и подготовка ее к анализу» студент, прослушавший соответствующую часть курса агрохимии должен знать:

- методику агрохимического образования почв в колхозах и совхозах различных зон РФ;
- методику подготовки полевых исследований;
- методику подготовки к агрохимическому обследованию почв.

Для успешного участия в игре студент должен уметь:

- нанести маршрутные ходы по полю различной конфигурации и площади;
- выделить элементарные поля для отбора образцов;
- отобрать и оформить смешанный образец;
- сделать исходные образцы заведующему аналитическим отделом;
- подготовить и отобрать среднюю лабораторную и аналитическую пробы к анализу;
- в связи с применением заданных ситуаций оперативно внести коррективы проб в полевых условиях.

2.2. Методическое обеспечение игры.

Ролевая структура участников игры



В качестве директора выступают два студента, один – в роли оппонента, соответствующее число студентов с ролевым исполнением занимают должности заведующих отделами, лаборантов. Любой из участников должен уметь справиться с любой из предложенных ролей деловой игры.

При подготовке к игре студент получает домашнее задание и к началу деловой игры по качеству выполнения этого задания можно приблизительно судить о степени усвоения им материалов курса агрохимии. Подготовка домашнего задания может осуществляться как индивидуально, так и коллективно.

2.3. Роль преподавателей, проводящих игру

Руководитель деловой игры должен не только в совершенстве знать области деятельности, затрагиваемой игрой, но и уметь ее «вести», контролировать игровой режим, оперативно реагировать на все неожиданно возникающие в процессе игры сбои и ситуации, пресекать всякого рода нарушения игры и отклонения. Кроме того, он должен уметь организовать в конце игры ее анализ и обсуждение, т. е. подвести итоги игры.

От преподавателя требуется решительность, быстрота реакции, развитое умение поддерживать непрерывный контакт с аудиторией, способность самому увлечься возникающими в процессе игры ситуациями и увлечь других.

Руководитель игры предлагает сценарий темы, предусматривающий участие студентов в выше названных ролях, наделяя их соответствующими полномочиями. Необходимо четко формулировать обязанности каждого из них, давать исходную информацию. При этом преподаватель соединяет обычный метод преподавания с игрой и закрепляет теоретические положения, усвоенные студентами.

Преподаватель по ходу игры корректирует действия студентов, осложняет или облегчает первоначальную ситуацию. Однако активность не должна быть чрезмерной: частые подсказки и исправления «выбивают» участников игры, при этом теряется цельность происходящего и притупляется интерес студентов к игре.

Задачи преподавателей, участвующих в проведении игры, сводятся в основном к следующему:

- оперативная проверка знаний методики выполнения работы;
- проведение консультаций по просьбе играющих;
- введение дополнений в задания, меняющих (большей частью осложняющих) ситуацию;
- участие в подведении итогов игры и оценка работы участников.

3. Проведение деловой игры

Перед началом деловой игры преподаватель назначает студентов на роли согласно ролевой схеме распределения обязан-

ностей в лаборатории (станции химизации сельского хозяйства).

В практической работе агроному часто приходится принимать решения непосредственно в полевых условиях, когда возможность посоветоваться и заглянуть в справочник или учебник отсутствует. Поэтому оценка домашнего задания не может характеризовать комплекса знаний и умений студента в области отбора средних проб, оперативности его научного мышления. Кроме того, в практической деятельности агронома немаловажное значение имеет умение логично и доходчиво обосновывать принятое решение, умение отстаивать свое мнение, противопоставлять доводам оппонентов убедительные контрдоводы.

Перечисленные качества студентов могут формироваться и достаточно полно раскрываться при проведении деловой игры как оперативного совещания при директоре станции химизации и в деловых взаимоотношениях между зав. отделами и последними с лаборантским составом. На этом совещании и деловых встречах зав. отделами возможно столкновение мнений, руководитель игры получает полную возможность оценить не только знания студентов, но и их умение самостоятельно мыслить, вести полемику, анализировать собственные и чужие ошибки и принимать меры к их исправлению.

Опытный руководитель деловой игры может создать при этом атмосферу, максимально приближенную к реальной, что будет способствовать ускорению адаптации молодых специалистов к условиям производства.

3.1. Содержание домашнего задания:

Участникам деловой игры предлагается домашнее задание, которое выдается за несколько дней до начала игры. Домашнее задание выполняется коллективами, однако обосновывать принятое решение, отстаивать его каждый будет индивидуально в своей роли. Это обязывает всех серьезно подойти к выполнению домашнего задания, активно участвовать в его разработке.

Домашнее задание:

- изучить методики проведения полевых агрохимических обследований;
- составить и обосновать план материально-технического обеспечения экспедиции;

- нанести маршрутные ходы на картографическую основу сельскохозяйственных угодий;
- изучить методику отбора почвенных (растительных) образцов;
- изучить методику работы по первоначальной подготовке отобранных образцов;
- составить план выделения рабочей (подсобной) силы, необходимых механизмов, машин, орудий, приборов;
- изучить правила отправки и приема образцов в аналитическом отделе.

3.2. Место проведения и техническое обеспечение игры

Деловая игра проводится в учебной лаборатории перед выполнением лабораторных работ по теме «Диализ почвы (растения)». Готовятся и демонстрируются кинофильмы.

3.3. Методы активизации участников игры

Каждый студент должен «побывать» в роли директора станции химизации и т. д., согласно ролевой структуры участников игры.

Студент – директор станции химизации:

- проводит совещание по готовности работников станции химизации к проведению полевых агрохимических обследований;
- выслушивает доклад зав. оперативным отделом о готовности к полевым исследованиям, при необходимости вносит коррективы в доклад зав. отделом;
- решает транспортные вопросы;
- решает вопросы материально-технического обеспечения экспедиции;
- переносит маршрутные ходы с картографической основы в натуру;
- дает задание агрохимику на проведение отборов почвенных (растительных) образцов;
- организует работы по первоначальной подготовке отобранных образцов;
- устраивает быт участников полевых агрохимических обследований;
- решает вопросы выделения рабочей (подсобной) силы, выделения необходимых механизмов, машин, тракторов и т. п.

- готовит образцы к отправке в аналитический отдел.

Студент – зав. аналитическим отделом ситуации:

- принимает от зав. оперативным отделом необходимые образцы почвы (растений), отобранные в хозяйстве;
- проверяет соответствие представленных образцов записям в журнале с требованием на проведение анализов;
- организует работу по подготовке исходной пробы до средней лабораторной пробы исходя из требований к проведению анализов.

Студент – лаборант:

- выполняет технически работу по подготовке почвенных (растительных) образцов к анализу.

Руководитель игры систематически, останавливая докладывающего, просит студентов, исполняющих другие должности, сказать, как бы тот поступил в данной ситуации? Руководителю игры по ходу можно изменить зону работы станции химизации, сообщить о нежелании руководства хозяйства заключать договор, изменении сроков проведения агрохимического обследования.

3.4. Подведение итогов игры и оценка подготовленности студентов

Подведению итогов игры предшествует краткое совещание всех преподавателей, участвующих в проведении игры.

Разбор хода игры и участия каждого студента должен быть подробным, исчерпывающим. Полезно подчеркнуть успешное, правильное решение и показать, в чем заключались ошибки, допущенные студентами. Следует оценить действия каждого студента с учетом его активности, правильности ответов и глубины научного обоснования выбранного направления.

Характеризуя активность и подготовленность каждого студента, необходимо учитывать и степень его заинтересованности, эмоционального подъема – ведь студент практически впервые имеет возможность принимать самостоятельные комплексные решения. Излишняя суровость оценки может нанести вред, положительные оценки предпочтительнее.

Целесообразно также попросить студентов оценить полезность проведенной игры и записать их замечания и пожелания на будущее.

Викторина по агрохимии

Викторина по агрохимии

Цель игры: выявить наиболее сильную команду по знаниям в области питания растений. Победителем считается команда, набравшая большее количество баллов.

Группа студентов делится на две команды и получает домашнее задание: подготовить приветствие команде соперников и агрохимический кроссворд по теме «Питание растений».

1. Приветствие команд.

Лучшее приветствие – 10 баллов.

2. Разминка (правильный ответ 5 баллов).

1. Разность между приходом и расходом элементов питания в почве?
2. Наука о взаимодействии растений, почвы и удобрений?
3. Элементы, содержащиеся в растениях в значительных количествах?
4. Вещество, предназначенное для улучшения питания растений и повышения плодородия почвы?
5. Минеральное удобрение, действующим веществом которого является микроэлемент?
6. Основной элемент питания, содержащийся в удобрении?
7. Результат влияния удобрения на урожай и его качество?
8. Удобрения, в которых действующим веществом является фосфор?
9. Удобрения, содержащие вещества растительного или животного происхождения?
10. Определение степени обеспеченности растения элементами питания по их внешнему виду и по данным химического анализа растений?
11. Количество удобрения, вносимого под сельскохозяйственную культуру за один прием?
12. Важнейшая часть органического вещества почвы?
13. Обмен веществ между растением и окружающей средой?
14. Элемент, повышающий холодостойкость и засухоустойчивость растений?
15. Оптически активное вещество, содержащееся в сахарной свекле?
16. Реактив, окрашивающий раствор в желтый цвет при определении азота?

17. Реактив, дающий голубое окрашивание при определении фосфора?
18. Прибор на котором определяют содержание калия?
19. Средняя проба, предназначенная непосредственно для анализа?
20. В чем измеряется содержание сахара в сахарной свекле?

3. Конкурс капитанов «Ромашка».

Капитаны берут по очереди лепестки ромашки, на которых с обратной стороны написаны вопросы. Первым тянет лепесток тот, кто правильно ответит на вопрос ведущего; в случае отсутствия ответа – помощь команды. Вопрос: «Основатель нашей кафедры агрохимии?»

Капитан, ответ которого был правильным, тянет лепесток. Серединка ромашки – Подарочный Бонус (набранные очки увеличиваются на 10 баллов).

4. Домашнее задание:

кроссворд по агрохимии на 20 слов (жюри рассматривает результаты по разгадыванию кроссворда, подготовленного командой в качестве домашнего задания). Победителем в этом конкурсе является та команда, которая полностью разгадает кроссворд (50 баллов). 20 баллов присваивается за самый интересный и хорошо оформленный кроссворд.

5. Эстафета с пробирками «Ловкий лаборант».

Переливание воды из одной пробирки в другую, кто выполнит быстрее и качественнее (15 баллов).

Подгруппа-победитель получает пятерки и тайно голосует, кому из студентов присваивается *главный приз* – зачет автоматом.

Занятие 10

ПРАВИЛА ОТБОРА ПОЧВЕННЫХ ПРОБ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ В ПОЧВЕ НИТРАТНОГО АЗОТА ДИСУЛЬФОФЕНОЛОВЫМ МЕТОДОМ ПО ГРАНДВАЛЬ – ЛЯЖУ

Цель занятия:

- 1) изучение правил отбора средней почвенной пробы и подготовки ее к анализу;
- 2) контроль знаний методики определения нитратов в почве;

- 3) контроль знаний условий, способствующих протеканию нитрификации;
- 4) определение содержания NO_3^- в сухих образцах почвы по методу Грандваль – Ляжу;
- 5) постановка почвы на компостирование (начало).

1. Взятие почвенных образцов в поле и подготовка их к анализу

Взятие почвенных образцов в поле – очень ответственная часть работы по составлению агрохимических картограмм. Если не обеспечить правильного взятия образцов, то последующие анализы почв будут в значительной мере обесценены.

Данные массовых анализов распространяются на определенную площадь. Поэтому почвенный образец должен быть типичен для всего пахотного слоя характеризуемой площади или, по крайней мере, преобладающей ее части.

Учитывая неоднородность территории, принято брать смешанные образцы. Их составляют из «индивидуальных» проб, взятых в различных точках характеризуемой площади.

Почвенные образцы берут в течение 1,5–2 месяцев весной (до внесения удобрений и до посева) и в течение 1,5–2 месяцев осенью (сразу же после уборки урожая).

Образцы почв на пашне берут с глубины пахотного слоя (обычно 0–20 см). Из подпахотных горизонтов образцы почв берутся на орошаемых землях, а также при сильной пестроте почвенного профиля (близкое залегание карбонатов, гипса, растворимых солей и т. д.).

На полях с плантажной вспашкой (например, под сады, виноградники) берут два (три) образца: на глубину 15–25 см из слоя систематической обработки и внесения удобрений и на глубину 20–40 и 40–70 см.

Количество образцов из подпахотных горизонтов не должно превышать 15 % от количества образцов из пахотного слоя, иначе это сильно замедлит сбор почвенных образцов.

На лугах и пастбищах образцы берут на глубину 15–116 см, т. е. из слоя наибольшей биологической активности, и небольшое количество 10–15 % – на глубину 20–40 см.

Частота взятия смешанных почвенных образцов в зависимости от почвенных условий следующая:

1 категория – один смешанный образец на 1–30 га берется в сельскохозяйственных районах лесной зоны (дерново-подзолистые

и подзолистые почвы), а также в других районах с волнистым сильно расчлененным рельефом;

2 категория – один смешанный образец на 3–6 га для лесостепных и степных районов с расчлененным рельефом;

3 категория – один смешанный образец на 5–10 га для степных и сухостепных районов с равнинным или слаборасчлененным рельефом и однообразным почвенным покровом.

В условиях орошаемого земледелия смешанный образец берут с площади 2–3 га. В горных районах, где размер хозяйственных полей небольшой и велика комплексность почвы, почвенный образец отбирают с площади 0,5–3 га.

В настоящее время наиболее распространено взятие проб по маршрутной линии, проходящей по оси участка.

При отборе смешанных образцов этим методом поля разбиваются на прямоугольники, у которых короткие стороны равняются длине одной из сторон элементарного участка, а длинные – соответственно равны коротким границам поля. Посередине каждого прямоугольника прокладывается маршрутная линия (ход), в начале и конце которой ставятся двухмерные вешки. При длине маршрутного хода более 500 м ставятся дополнительно одна или две вешки в середине части хода.

В каждом прямоугольнике маршрутная линия делится на части, равные более длинной стороне элементарного участка (рис. 15).



Рис. 15. Схема отбора смешанных почвенных образцов по маршрутным ходам

Делением части маршрутной линии, равной по длине стороне элементарного участка, на число индивидуальных проб, из которых составляется один смешанный образец (например, 20), определяется расстояние между пунктами взятия проб, т. е. то расстояние, пройдя которое нужно сделать «укол» буром.

Все пробы, взятые буром по маршрутной линии в пределах элементарного участка, ссыпаются в полотняный мешок и снабжаются этикеткой с номером, соответствующим номеру элементарного участка на плане. При отборе образцов в дневнике делают записи о состоянии посевов, особенностях почвенного покрова и т. д.

При отборе образцов по маршрутным линиям следует избегать взятия индивидуальных проб в местах, резко отличающихся по почвенным свойствам и условиям залегания. Смешанный образец следует составлять из индивидуальных проб, взятых на преобладающей почвенной разности, не допуская смешивания с пробами почв, не имеющих значительного распространения на данной площади.

Контроль над проведением отбора почвенных образцов осуществляется руководителем оперативной группы путем повторного отбора почвенных образцов по маршрутным ходам почвовед-агрохимика. Отобранные образцы шифруются. Сравнение результатов анализа этих образцов с результатами анализа образцов, отобранных ранее агрохимиком, является основным критерием для оценки качества выполнения этих работ.

Каждый смешанный образец снабжается этикеткой, на которой указывается: номер образца (образцы нумеруются в порядке очередности взятия – 1, 2, 3 и т. д.), глубина взятия его (для смешанного пишется «см», для индивидуального – глубина взятия его). Затем указывается название колхоза (совхоза), севооборот и номер поля, сельскохозяйственная культура, дата взятия и фамилия взявшего образец.

Собранные почвенные образцы в тот же день должны быть положены для просушки в хорошо проветриваемом, защищенном от солнца помещении.

Почву рассыпают тонким слоем на бумаге, разминают крупные комочки, этикетку кладут под почву. В хорошо оборудованных лабораториях массовых анализов сушку образцов проводят в сушильных камерах воздухом, подогретым до не менее 40 °С. Высушенные образцы размалывают, просеивают и ссыпают в коробки.

Образцы регистрируют в специальной ведомости, в которой указывают, какие виды анализов будут выполняться.

2. Ход определения нитратов (NO_3)

Подготовить водную вытяжку, для чего:

- 1) отмерить мерным цилиндром 100 мл дистиллированной воды и небольшими порциями добавить в стакан с почвой (20 г);
- 2) взбалтывать вручную 3 минуты и отфильтровать в колбу;
- 3) для ускорения фильтрации и избежания окрашивания вытяжки к дистиллированной воде добавляют 1–5 кристалликов алюмокалиевых квасцов.

Отмерить пипеткой 25 мл вытяжки и поместить в фарфоровую чашечку.

Отмерить пипеткой 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 мл образцового раствора (искусственно приготовленный раствор из KNO_3 , содержащий 0,01 мг/мл NO_3) и перенести в фарфоровые чашечки.

Фарфоровые чашечки с рабочими и образцовыми растворами поставить на водяную баню и досуха выпаривать.

Снять чашечки с бани и к сухому выпаренному осадку прибавить 1 мл дисульфифеноловой кислоты (соблюдать осторожность).

Стеклянной палочкой равномерно смочить (растереть) внутреннюю поверхность чашечки, дать постоять 10 минут и вновь растереть.

В чашечки добавить 10 мл дистиллированной воды.

Содержимое чашечки нейтрализовать NaOH (KOH) по лакмусовой бумажке (до перехода ее розовой окраски в синюю).

Полученные растворы декантацией перелить из чашечки в 50 мл мерные колбы, тщательно перемешать и довести водой до метки.

Через 10 минут растворы (вначале образцовые) исследуют, строят калибровочный график и по нему находят концентрацию NO_3 для искомого образца.

Содержание нитратов вычисляют в мг/кг абсолютно сухой почвы по формуле

$$N = \frac{a \cdot b \cdot 1000}{c \cdot d} \cdot \frac{100}{100 - y},$$

где N – содержание NO_3 , мг/кг;

a – концентрация NO_3 по графику, мг/мл;

b – количество растворителя, приливаемого к почве, мл;

c – количество раствора, взятого для исследования, мл;

d – навеска почвы, г;

1000 – для пересчета на 1 кг почвы;

100 – для пересчета на абсолютно сухую почву;

y – гигроскопическая влажность образца почвы.

В задачу студента входит:

1. Рассчитать содержание азота в пахотном слое почвы в кг/га NO_3 и N, если 10 см слой карбонатной почвы весит 1200 т, некарбонатной – 1340 т, коэффициент пересчета NO_3 в N – 0,226.

2. Определить возможный урожай озимой пшеницы на основе содержания азота в почве (при оптимальном обеспечении другими элементами), если коэффициент использования его из почвы составляет 50%. Вынос азота урожаем этой культуры берется из результатов анализа растений.

3. Рассчитать ориентировочную дозу азотных удобрений под озимую пшеницу на данной почве по разности между выносом азота с урожаем и запасом его в почве.

Форма записи:

1. Содержание NO_3
2. Действие на интенсивность нитрификации
(вариант удобрения)
3. Обеспеченность почвы азотом (группа почвы)
4. Содержание в пахотном слое NO_3
N
5. Использование азота из почвы
6. Возможный урожай
7. Ориентировочная доза удобрений
8. Заключение о степени влияния удобрения
на нитрификационную способность почвы.

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- дисульфифеноловая кислота;
- гидроксид калия KOH (NaOH) 10 %-ный;
- образцовый раствор нитрата;
- алюмокалиевые квасцы;
- дистиллированная вода;
- бутылки для взбалтывания почвы;
- бюретки;
- фильтры;
- воронки;
- конические колбы на 200 или 250 мл;
- мерные колбы на 50 мл;
- водяная баня;
- фарфоровые чашки для выпаривания;

- миллиметровая бумага;
- стеклянные палочки;
- лакмусовая бумага;
- спектрофотометр.

Контрольные вопросы:

1. Для каких целей отбираются почвенные образцы?
2. Каким образом отбираются смешанные образцы?
3. С какой глубины берутся почвенные образцы?
4. В форме каких соединений находится азот в почве?

Занятие 11

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРИФИКАЦИОННОЙ
СПОСОБНОСТИ ПОЧВЫ ПО КРАВКОВУ
В МОДИФИКАЦИИ ПОЧВЕННОГО
ИНСТИТУТА ИМ. В. В. ДОКУЧАЕВА**

Цель занятия:

- 1) определение нитрификационной способности почвы;
- 2) оценка обеспеченности почвы азотом по нитрификационной способности с использованием агрохимической картограммы;
- 3) расчет запасов NO_3^- в почве, определение возможного урожая по запасам нитратного азота.

Значение анализа. Азот почвы преимущественно (99 %) представлен органическими соединениями (перегной, корни, пожнив-ные остатки и бактерии), недоступными для питания растений. Лишь незначительная часть (около 1 %) находится в минеральной форме (нитраты, нитриты, аммоний, амиды).

В почву поступает азот с атмосферными осадками и фиксируется микробами из воздуха, главный же путь его накопления – минерализация органических азотсодержащих соединений почвы. Под влиянием ряда грибов и бактерий органические вещества почвы минерализуются с выделением аммиака (аммонификация). Эта форма азота, взаимодействуя

с водой, кислотами (H_2CO_3 , HNO_3 и др.), трансформируется в NH_4 , который хорошо поглощается ППК почвы и усваивается растениями.

Но основная его часть окисляется аэробными бактериями, сначала до азотистой, а затем – азотной кислоты (нитрификация).

Схематично процесс нитрификации можно представить в виде уравнения: гумус \rightarrow белки \rightarrow аминокислоты \rightarrow амиды $\rightarrow \text{NH}_3 \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$.

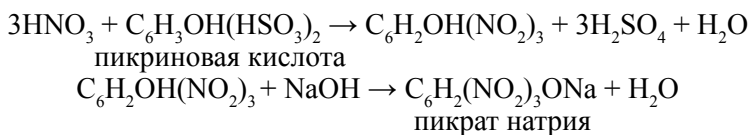
Способность почвы к минерализации почвенного азота – объемный показатель плодородия почвы.

Под влиянием образующейся HNO_3 изменяется также доступность растениям почвенных фосфатов и калия.

Применение удобрений, в особенности минеральных, изменяет условия нитрификации, что важно знать в практических целях.

Принцип метода. Для определения мобилизуемой доли азота, почву на 7–14 дней помещают в благоприятные условия: влажность 60 % от ПВ, температура 28 °С и аэрация (доступ кислорода) поддерживаются в течении всего периода компостирования.

Образовавшиеся соли азотной кислоты (нитраты) определяют колориметрически с дисульфифеноловой кислотой, которая в присутствии NaOH образует нитросоединение, окрашивающее раствор в желтый цвет, по уравнению



Интенсивность окраски зависит от количества NO_3 в растворе. Для учета нитрифицирующей способности определяют содержание нитратов в исходной навеске (до компостирования). Разница в содержании NO_3 в компостированных и исходных образцах показывает ее нитрифицирующую способность.

Техника компостирования. Навеску почвы 20 г помещают в предварительно взвешенный стакан. До закладки опыта определяют полную гигроскопическую влажность и капиллярную влагоемкость почвы. Затем влажность почвы в стакане доводят до 60 % от полной влагоемкости. Необходимое количество воды определя-

ют следующим образом, допустим взятая почва имеет влажность 50 %, тогда 60 % составляет

$$50 \cdot 60 : 100 = 30 \, \%.$$

Значит, к 100 г почвы следовало бы добавить 30 мл воды. Но в почве содержится, например, 5 % гигроскопической влаги. Поэтому прилить ее нужно не 30, а 25 мл. Поскольку навеска почвы берется не 100 г, а 20 г, то количество приливаемой воды составит

$$25 \cdot 20 : 100 = 5 \, \text{мл}.$$

Воду приливают до контрольного веса (г), складывающегося из:

1. Вес тары (с этикеткой)	100
2. Вес почвы (с влажностью 5 %)	20
3. Вес воды (60 % от полной влагоемкости)	5
4. Контрольный вес	125

На этикетке указывается контрольный вес.

Вес стакана с контролируемым весом проверяется ежедневно. При уменьшении его добавляется дистиллированная вода по каплям на весах до контрольного веса. Появившиеся проростки растений удаляются пинцетом.

Для изучения интенсивности нитрификации используются почвенные образцы, отобранные со стационарного опыта с удобренных и не удобренных делянок. Динамика отбора почвенных образцов включила следующие фазы развития озимой пшеницы: кушение, выход в трубку, колошение-цветение, уборка.

Ход анализа. Подготовить водную вытяжку, для чего:

- а) отмерить мерным цилиндром 100 мл дистиллированной воды и небольшими порциями добавлять в стакан с почвой (20 г);
- б) взбалтывать вручную 3 минуты и отфильтровать в колбу;
- в) для ускорения фильтрации и избежания окрашивания вытяжки к дистиллированной воде добавляют 1–5 кристалликов алюмокалиевых квасцов.

Отмерить пипеткой 25 мл вытяжки и поместить в фарфоровую чашечку.

Отмерить пипеткой 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 мл образцового раствора (искусственно приготовленный раствор из KNO_3 , содержащий 0,01 мг/мл NO_3) и перенести в фарфоровые чашечки.

Фарфоровые чашечки с рабочими и образцовыми растворами поставить на водяную баню и досуха выпаривать.

Снять чашечки с бани и к сухому выпаренному осадку прибавить 1 мл дисульфохеноловой кислоты (соблюдать осторожность).

Стеклянной палочкой равномерно смочить (растереть внутреннюю поверхность чашечки), дать постоять 10 минут и вновь растереть.

В чашечки добавить 10 мл дистиллированной воды.

Содержимое чашечки нейтрализовать NaOH (KOH) по лакмусовой бумажке (до перехода ее розовой окраски в синюю).

Полученные растворы декантацией перелить из чашечки в 50 мл мерные колбы, тщательно перемешать и довести водой до метки.

После 10 минут стояния растворы (вначале образцовые) исследуют, строят калибровочный график и по нему находят концентрацию NO_3 для искомого образца.

Содержание нитратов вычисляют в мг/кг абсолютно сухой почвы по формуле

$$N = \frac{a \cdot b \cdot 1000}{c \cdot d} \cdot \frac{100}{100 - y},$$

где N – содержание NO_3 , мг/кг;

a – концентрация NO_3 по графику, мг/мл;

b – количество растворителя, приливаемого к почве, мл;

c – количество раствора, взятого для исследования, мл;

d – навеска почвы, г;

1000 – для пересчета на 1 кг почвы;

100 – для пересчета на абсолютно сухую почву;

y – гигроскопическая влажность почвы.

В задачу студента входит:

1. Определить нитрификационную способность почвы.
2. Установить действие удобрений на интенсивность нитрификации.
3. Дать оценку обеспеченности почвы азотом по нитрификационной способности, пользуясь агрохимической картограммой.
4. Рассчитать содержание азота в пахотном слое почвы в кг/га NO_3 и N, если 10 см слой карбонатной почвы весит 1200 т, некарбонатной – 1340 т, коэффициент пересчета NO_3 в N – 0,226.

5. Определить возможный урожай озимой пшеницы на основе содержания азота в почве (при оптимальном обеспечении другими элементами), если коэффициент использования его из почвы составляет 50 %. Вынос азота урожаем этой культуры берется из результатов анализа растений.
6. Рассчитать ориентировочную дозу азотных удобрений под озимую пшеницу на данной почве по разности между выносом азота урожаем и запасом его в почве.

Форма записи:

- | | |
|---|-------|
| 1. Содержание NO_3 | мг/кг |
| 2. Действие на интенсивность нитрификации
(вариант удобрения) | мг/кг |
| 3. Обеспеченность почвы азотом (группа почвы) | |
| 4. Содержание в пахотном слое NO_3 | кг/га |
| N | кг/га |
| 5. Использование азота из почвы | кг/га |
| 6. Возможный урожай | ц/га |
| 7. Ориентировочная доза удобрений | кг/га |
| 8. Заключение о степени влияния удобрения
на нитрификационную способность почвы. | |

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- дисульфифеноловая кислота;
- гидроксид калия KOH (NaOH) 10 %-ный;
- образцовый раствор нитрата;
- алюмокалиевые квасцы;
- дистиллированная вода;
- бутылки для взбалтывания почвы;
- бюретки;
- фильтры;
- воронки;
- конические колбы на 200 или 250 мл;
- мерные колбы на 50 мл;
- водяная баня;
- фарфоровые чашки для выпаривания;
- миллиметровая бумага;
- стеклянные палочки;
- лакмусовая бумага;
- спектрофотометр.

Контрольные вопросы:

1. Что такое аммонификация, нитрификация и денитрификация?
2. Каковы оптимальные условия среды (температура, влажность, аэрация, реакция почвы и т. д.) для этих процессов?
3. Назовите ингибиторы нитрификации, их свойства и условия применения?
4. Дайте определение нитрификационной способности почвы.
5. От каких факторов зависит скорость нитрификации?

Занятие 12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ПОЧВЕ С ПОМОЩЬЮ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА

Иономер лабораторный И-160МИ (далее – прибор), предназначен для измерений показателя активности ионов водорода (рН) и других одновалентных и двухвалентных анионов и катионов (рХ), а также массовой, молярной концентрации и массовой доли ионов (сХ) (далее – концентрация), окислительно-восстановительного потенциала (Еh), электродвижущей силы (ЭДС) электродной системы и температуры водных растворов. Прибор осуществляет индикацию результатов измерений на цифровом матричном дисплее и преобразовывает измеренные величины в пропорциональные аналоговые и цифровые выходные сигналы.

Прибор может быть использован в лабораториях промышленных предприятий и научно-исследовательских учреждений в различных отраслях народного хозяйства.

Прибор состоит из первичных измерительных преобразователей – электродной системы и датчика температуры (далее – термодатчик), вторичного измерительного преобразователя (далее – преобразователь) и комплекта принадлежностей для измерений.

1. Устройство и принцип работы. В основу работы прибора положен потенциометрический метод измерений рХ (рН) и Еh анализируемого раствора. Работа преобразователя основана на преобразовании сопротивления термодатчика и ЭДС электродной системы соответственно в значение температуры раствора и значения показателя активности или концентрации ионов. Измеренные

значения индицируются на дисплее, и преобразуются в пропорциональные аналоговые и цифровой выходные сигналы.

При измерении рХ (рН) или Еh растворов используется электродная система, состоящая из измерительного электрода и электрода сравнения. Потенциал измерительного электрода зависит от содержания в растворе ионов определенного вида, называемых потенциалобразующими. Потенциал электрода сравнения от состава раствора не зависит и служит опорным при измерении электродвижущей силы (ЭДС), развиваемой электродной системой.

При погружении в анализируемый раствор электродная система развивает ЭДС, зависящую от значения показателя активности ионов в растворе и его температуры.

Для измерений температуры используется термодатчик, погружаемый в анализируемый раствор. Сопротивление термодатчика пропорционально температуре раствора. Прибор измеряет величину сопротивления и преобразовывает его значение в значение температуры раствора.

Для измерений окислительно-восстановительного потенциала (Еh) используется электродная система, состоящая из редоксметрического измерительного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения.

Прибор представляет собой комплект из преобразователя, блока питания, штатива, термодатчика и электродов.

Конструкция преобразователя. Конструктивно измерительный преобразователь (рис. 16, 17) представляет собой корпус, внутри которого расположена измерительная плата. На лицевой панели расположены цифровой дисплей и органы управления (клавиатура). Органы управления и элементы внешних электрических соединений имеют соответствующую маркировку.

Электролитический ключ предназначен для анализа проб малого объема (2-3 мл), а также для проведения измерений с помощью электродов, чувствительных к ионам калия или хлора. Электролитический ключ имеет форму цилиндра со сферическим дном, в нижней части которого впаяна пористая мембрана, обеспечивающая электрическую связь между электродами. Конструкция ключа препятствует проникновению хлористого калия в анализируемые пробы.

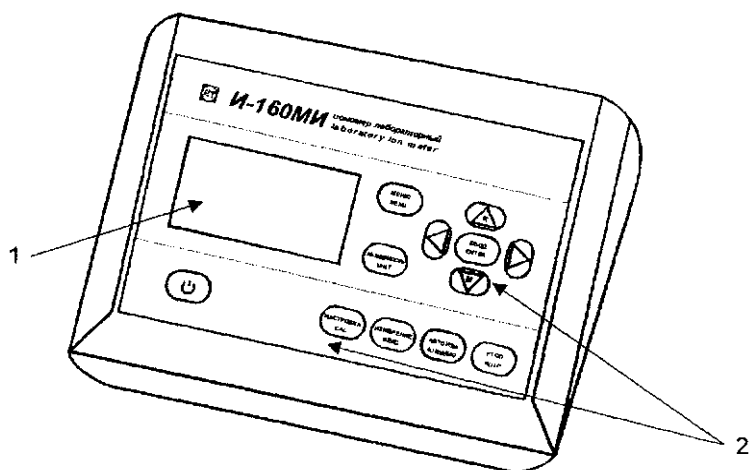


Рис. 16. Общий вид преобразователя и элементы его конструкции:
1 – матричный дисплей; 2 – органы управления

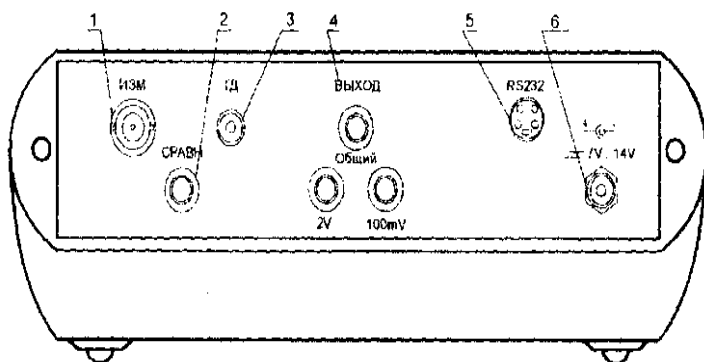


Рис. 17. Задняя панель преобразователя:
1 – разъем «ИЗМ.» для подключения измерительного или комбинированного электрода; 2 – гнездо «СПРАВН.» для подключения электрода сравнения; 3 – разъем «ТД» для подключения термодатчика; 4 – гнезда «ВЫХОД» для подключения исполнительных устройств (самопишущего потенциометра, блока автоматического титрования и др.); 5 – разъем «RS-232» для подключения персонального компьютера; 6 – разъем для подключения блока питания и электролитический ключ

Подготовка прибора к работе. Перед эксплуатацией прибор необходимо включить и прогреть в течение 15 минут.

Для того чтобы выключить прибор нужно нажать кнопку «О» и удерживать ее в течение 1–2 секунд.

Для проведения измерений используется электродная пара, состоящая из измерительного электрода и электрода сравнения. Измерительный рН-электрод и электрод сравнения входят в комплект поставки прибора.

Для анализа других ионов необходимо выбрать измерительный электрод в соответствии с видом иона, требуемым диапазоном измерений и температурой анализируемых растворов. Ионоселективные электроды в комплект поставки прибора не входят, и поставляются по отдельному заказу.

Для измерений допускается применять комбинированные электроды, в которых измерительный электрод и электрод сравнения совмещены в одном корпусе.

Измерительный электрод и электрод сравнения устанавливаются на штатив и подключаются, соответственно, к гнездам «ИЗМ.» и «СРАВН.» преобразователя. Комбинированный электрод подключается к гнезду «ИЗМ.» преобразователя. При этом электрод сравнения к прибору не подключается. Для автоматических измерений температуры термодатчик закрепляется в штативе и подключается к разъему «ТД».

При ручной установке температуры в штатив устанавливается контрольный термометр, значение температуры анализируемой среды вводится вручную с клавиатуры.

Режимы работы прибора. Прибор имеет следующие режимы работы:

- измерения;
- градуировка;
- контроль.

Режим измерений является основным режимом работы прибора. Этот режим устанавливается сразу после включения преобразователя. Для перехода в этот режим из других режимов необходимо нажать кнопку ИЗМЕРЕНИЕ.

Режим градуировки представляет собой совокупность операций по доведению погрешности прибора до нормируемых значений. Для запуска этого режима необходимо нажать и удерживать кнопку НАСТРОЙКА.

Режим контроля предназначен для просмотра установленных и измеренных значений параметров в ходе предыдущей градуировки прибора. Переход в этот режим производится через главное меню прибора.

Неоперативное управление прибором, а именно: выбор языка отображения информации, выбор анализируемого на заданном канале иона, методики измерений и алгоритма градуировки производится через главное меню прибора.

Режим измерений.

После включения прибора автоматически устанавливается режим измерений. Переход в режим измерений из любого другого режима производится нажатием кнопки ИЗМЕРЕНИЕ.

Промыть электроды и другие применяемые устройства (термодатчик или термометр) дистиллированной водой, и (желательно) отобранной частью анализируемого раствора, капли удалить фильтровальной бумагой и погрузить в анализируемый раствор. При использовании термодатчика глубина его погружения в анализируемый раствор должна быть не менее 30 мм. После установления стабильных показаний считать результат измерения с дисплея.

Обычно время проведения измерений не превышает 3 минуты с момента погружения электродной системы в анализируемую среду. Однако при измерениях рН сильнокислых и сильнощелочных растворов, а также при температурах, близких к 0°C время установления показаний может достигать 10 мин.

Метод определения нитратов в почве с помощью ионоселективного электрода основан на определении концентрации нитратов в почве с помощью ионоселективного электрода в солевой суспензии 1 %-го раствора алюмокалиевых квасцов при соотношении проба : раствор = 1 : 2,5.

Метод используют для определения нитратов во всех почвах, кроме засоленных.

Ход анализа. Пробу сухой почвы (навеска 20 г), просеянной через сито с диаметром отверстий 2 мм, помещают в конические колбы объемом 100 см³, приливают 50 см³ 1%-го раствора алюмокалиевых квасцов и перемешивают в течение 3 минут. В полученной суспензии нитратным ионо-селективным электродом измеряют активность нитрат-иона в единицах рNO₃⁻ или в мВ.

Измерение активности в мВ. В этом случае нитратный электрод (для любых марок милливольтметров) подключают к гнезду

«ИЗМ.», а хлорсеребряный – к гнезду «ВСП.». Тумблер «Род работ» ставят в положение +мВ и производят измерение ЭДС электродной пары. Активность ионов NO_3^- находят по калибровочному графику, построенному на миллиметровой бумаге. По оси абсцисс откладывают величины pNO_3^- , соответствующие стандартным растворам KNO_3 в молях, а по оси ординат – ЭДС, мВ. Для этого перед измерением активности исследуемых образцов проводят измерение ЭДС электродной пары в стандартных растворах.

Полученные значения pNO_3^- переводят в миллиграммы N-NO_3^- почвы по таблице или рассчитывают по формуле

$$\text{NO}_3^- = \frac{M \cdot 62 \cdot a \cdot 20}{50}$$

где M – молярная концентрация;
 62 – атомная масса (NO_3^-);
 a – поправочный коэффициент значения функции (десятичного антилогарифма);
 20 – навеска почвы, г;
 50 – количество реагента, прилитого к почве, мл.

Т а б л и ц а 8

Значения функции 10^* (десятичные антилогарифмы)

m	0	m	0	m	0
,00	1000	,35	2239	,70	5012
,01	1023	,36	2291	,71	5129
,02	1047	,37	2344	,72	5248
,03	1072	,38	2399	,73	5370
,04	1096	,39	2455	,74	5495
,05	1122	,40	2512	,75	5623
,06	1148	,41	2570	,76	5754
,07	1175	,42	2630	,77	5888
,08	1202	,43	2692	,78	6026
,09	1230	,44	2754	,79	6166
,10	1259	,45	2818	,80	6310
,11	1288	,46	2884	,81	6457
,12	1318	,47	2951	,82	6607
,13	1349	,48	3020	,83	6761

Продолжение таблицы 8

m	0	m	0	m	0
,14	1380	,49	3090	,84	6918
,15	1413	,50	3162	,85	7079
,16	1445	,51	3236	,86	7241
,17	1479	,52	3311	,87	7413
,18	1514	,53	3388	,88	7585
,19	1549	,54	3467	,89	7762
,20	1585	,55	3548	,90	7943
,21	1622	,56	3631	,91	8123
,22	1660	,57	3715	,92	8318
,23	1693	,58	3802	,93	8511
,24	1738	,59	3890	,94	8710
,25	1778	,60	3981	,95	3913
,26	1820	,61	4074	,96	9120
,27	1862	,62	4169	,97	9333
,28	1905	,63	4266	,98	9550
,29	1950	,64	4365	,99	9772
,30	1995	,65	4467		
,31	2042	,66	4571		
,32	2089	,67	4677		
,33	2138	,68	4786		
,34	2188	,69	4898		

Реактивы, материалы, посуда и оборудование

1. Дисульфобензойная кислота.
2. Гидроксид калия КОН (NaOH) 10 %-ный.
3. Образцовый раствор нитрата.
4. Алюмокалиевые квасцы.
5. Дистиллированная вода.
6. Бутылки для взбалтывания почвы.
7. Бюретки.
8. Фильтры.
9. Воронки.
10. Конические колбы на 200 или 250 мл.
11. Мерные колбы на 50 мл.
12. Водяная баня.

13. Фарфоровые чашки для выпаривания.
14. Миллиметровая бумага.
15. Стеклянные палочки.
16. Лакмусовая бумага.
17. Иономер лабораторный И-160МИ.

Контрольные вопросы:

1. Для каких целей отбираются почвенные образцы?
2. Каким образом отбираются смешанные образцы?
3. С какой глубины берутся почвенные образцы?
4. В форме каких соединений находится азот в почве?

Занятие 13

**КОЛОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СОДЕРЖАНИЯ АММОНИЙНОГО АЗОТА
С ПОМОЩЬЮ РЕАКТИВА НЕССЛЕРА**

Цель занятия:

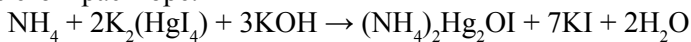
- 1) контроль знаний роли аммония в почве и методики его определения;
- 2) определение содержания (мг/кг почвы) аммиачного азота в почве;
- 3) расчет запасов NH_4 в почве;
- 4) определение возможного урожая по запасам аммиачного азота;
- 5) определение возможного урожая по запасам минерального азота.

Значение анализа. Из почвы растения извлекают два главных азотных соединения: нитратные и аммонийные соли. Нитраты находятся в почве только в растворенном состоянии. Аммиак же может присутствовать как в растворе, так и в поглощенном состоянии, причем в поглощенном состоянии его на много больше, чем в растворенном. Поэтому нитраты из почвы легко извлечь водой.

Аммонийные соединения водой извлекаются частично, полностью же извлекаются при обработке почв соленным раствором.

Определение нитратов и аммиака позволяет узнать наличие легкоусвояемых азотистых веществ в почве, служащих пищей для растений.

Принцип метода. Определение основано на образовании окрашенного соединения – йодистого меркураммония – при взаимодействии аммиака с реактивом Несслера. Йодистый меркураммоний дает раствору желтую окраску, тем более интенсивную, чем больше его в растворе.



Для связывания Ca^{4+} и Mg^{2+} , мешающих определению, прибавляют сегнетовую соль.

Ход анализа. На технических весах отвешивают 10 г почвы, помещают в колбу или бутылку и приливают 100 мл 2 %-ного раствора KCl, приготовленного на безаммиачной воде. Содержимое колбы взбалтывают 30 минут и фильтруют.

Берут 5–10 мл вытяжки и разбавляют водой до 40 мл в мерной колбе емкостью 50 мл, прибавляют 2 мл раствора сегнетовой соли и перемешивают.

Затем готовят образцовые растворы. Для этого при помощи пипеток в мерные колбы на 50 мл помещают 1, 2, 5, 10, 15 мл образцового раствора (1 мл содержит 0,005 мг NH_4) и доводят дистиллированной водой до 40 мл. Затем прибавляют 2 мл сегнетовой соли и перемешивают. Одновременно во все колбы (образцовые и испытуемые) приливают по 2 мл реактива Несслера и тщательно перемешивают. Растворы в колбах доводят дистиллированной водой до метки и оставляют стоять 2–3 минуты, после чего приступают к измерению. Аммонийный азот рассчитывают в мг на 1 кг абсолютно сухой почвы по формуле

$$N = \frac{a \cdot b \cdot 1000 \cdot 0,776}{c \cdot d} \cdot \frac{100}{100 - y},$$

где N – содержание N, мг/кг почвы;

a – концентрация N по калибровочному графику, мг/мл;

b – количество растворителя, в котором растворена навеска, мл;

c – количество вытяжки, взятой для исследования, мл;

d – навеска почвы, г;

1000 – для пересчета на 1 кг почвы;

0,776 – коэффициент пересчета NH_4 на N;

y – процент влаги в почве.

Контрольные вопросы:

1. Каковы трансформация азотных соединений в почвах и доступность их растениям?
2. Что такое аммонификация, нитрификация и денитрификация?

Занятие 14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНОГО ФОСФОРА В КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ ПО МЕТОДУ Б. П. МАЧИГИНА

Цель занятия:

- 1) контроль знаний содержания фосфора в почве и методики его определения;
- 2) определение содержания (мг/кг) фосфора в почве;
- 3) расчет запасов фосфора в почве (кг/га);
- 4) определение возможного урожая культуры по запасам фосфора в почве.

Значение анализа. Различные формы фосфора неодинаково доступны для питания растений, наиболее доступны одно- и двухзамещенные фосфаты. Менее усвояемы фосфаты полуторных окислов и трехкальциевый фосфат. Фосфор, входящий в органические соединения, также малодоступен для растений.

Исследование почв на содержание в них доступного для растений фосфора и калия позволяет выявить степень нужды растений в фосфорных и калийных удобрениях.

Определение доступного для растений фосфора и калия выполняются в одной вытяжке. Существующие методы определения подвижного фосфора и калия в почве еще нельзя считать совершенными: все они дают лишь условные показания. Тем не менее для удовлетворения практических запросов сельского хозяйства их можно успешно использовать.

Принцип метода. Метод основан на извлечении подвижных форм фосфора и калия из почвы 1 %-ным раствором углекислого аммония при соотношении почвы и раствора 1:20 с последующим

определением фосфора в виде молибденовой сини на спектрофотометре и калия на пламенном фотометре.

Ход анализа. Среднюю пробу анализируемой почвы массой 5 г пересыпают в бутылку и приливают к ней 100 мл 1 %-ного углекислого аммония. Закрывают пробкой и взбалтывают на ротаторе 1 час. По окончании взбалтывания вытяжку фильтруют через бумажный фильтр в коническую колбу на 250 мл. Первые мутные порции повторно переносят на этот же фильтр.

В этой же вытяжке при помощи пламенного фотометра определяют калий.

Для обесцвечивания вытяжки из почвы берут 10 мл фильтра, помещают его в мерную колбу емкостью 50 мл и добавляют 2 мл разбавленной серной кислоты (27 %) и 4 мл 0,5 Н раствора KMnO_4 , затем кипятят в течение 2 минут (считая от начала кипения). Избыток перманганата калия обесцвечивают добавлением к горячему раствору 1 мл 10 %-ной глюкозы. Затем содержимое колбы охлаждают, избыток серной кислоты нейтрализуют 10 %-ным раствором соды в присутствии 3 капель индикатора – б-динитрофенола до появления светло-желтой окраски. Нейтрализация исследуемого раствора очень важна, так как при сернокислой реакции результаты анализа будут занижены, а при щелочной – завышены.

К бесцветной вытяжке добавляют 2 мл раствора молибденового реактива, доводят водой до метки и перемешивают. Затем сверх метки прибавляют 3 капли хлористого олова и перемешивают, через 5 минут исследуют.

Для приготовления образцовых растворов определения фосфора в мерные колбы емкостью 50 мл приливают 0; 0,5; 1; 2; 4; 8 мл образцового раствора с содержанием 0,005 мг P_2O_5 в 1 мл, затем приливают до 45 мл дистиллированную воду и перемешивают, после чего из бюретки приливают по 2 мл молибденового реактива, доливают водой до метки и еще раз перемешивают. Исследуют через 5 минут.

По полученным данным строят калибровочный график, количество P_2O_5 в мг на кг почвы определяют по калибровочной кривой и по формуле

$$P = \frac{a \cdot V \cdot 1000}{b \cdot c},$$

где P – содержание P_2O_5 в почве, мг/кг;

а – концентрация P_2O_5 в испытуемом растворе, найденная по калибровочной кривой, мг/кг;

V – объем реагента, прилитого к почве, мл;

b – объем фильтрата, взятый для анализа, мл;

с – навеска почвы, г;

1000 – для пересчета на 1 кг почвы.

При содержании фосфора (в P_2O_5) в мг на 100 г почвы:

до 2,0 мг – почва считается бедной фосфором;

от 2,0 до 4,0 – почва средне обеспечена фосфором;

свыше 4,0 – почва хорошо обеспечена фосфором.

Подведение итогов занятия. Сравнивая полученные в агрохимическом анализе данные с группировкой почв (табл. 9), определяют количество фосфора (кг) на 1 га и устанавливают к какой группе по обеспеченности данным элементом относится испытуемый образец.

Т а б л и ц а 9

Группировка почв по содержанию подвижного фосфора

Класс	Обеспеченность	Содержание P_2O_5 , мг/кг
1	очень низкая	менее 10
2	низкая	11-15
3	средняя	16-20
	---	21-25
	---	26-30
4	повышенная	31-45
5	высокая	46-60
6	очень высокая	более 60

Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- углекислый аммоний;
- H_2SO_4 27 %-ная;
- $KMnO_4$;
- глюкоза 10 %-ная;
- сода 10 %-ная;
- б-динитрофенол;
- молибденовокислый аммоний;
- хлористое олово;
- бутылки для взбалтывания;

- конические колбы на 200–250 мл;
- воронки;
- мерные колбы на 50 мл;
- бюретки;
- песочная баня;
- миллиметровая бумага;
- иономер.

Контрольные вопросы:

1. Как визуально определить недостаток фосфора в питании растений?
2. Каково значение фосфора в питании растения?
3. Перечислите основные формы фосфора в почве, доступные растениям.

Занятие 15

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ
ОБМЕННОГО КАЛИЯ В ПОЧВЕ
В 1 %-НОЙ УГЛЕАММОНИЙНОЙ
ВЫТЯЖКЕ С ЗАВЕРШЕНИЕМ
НА ПЛАМЕННОМ ФОТОМЕТРЕ**

Цель занятия:

- 1) контроль знаний содержания обменного калия в почве и методики его определения;
- 2) определение содержания (мг/кг) обменного калия в почве;
- 3) расчет запасов обменного калия в почве (кг/га);
- 4) определение возможного урожая культуры по запасам обменного калия в почве.

Значение анализа. О степени обеспеченности почвы калием судят по содержанию в ней водорастворимых и обменных форм элемента.

Обменный калий извлекают из почвы солевыми вытяжками, вытесняя калий ионом аммония. В углеаммонийную вытяжку переходят и водорастворимые соединения. Поскольку водорастворимых соединений калия в почве мало – они большого значения в питании растений не имеют.

Принцип метода. Метод основан на измерении интенсивности излучения элементов в пламени. Калий в вытяжках определяют пламенно-фотометрическим методом.

Ход работы. Пробы почвы массой ($5,0 \pm 0,1$) г помещают в конические колбы и приливают по 100 см³ раствора углекислого аммония концентрации 10 г/дм³. Почву с раствором перемешивают в течение 5 минут и оставляют на 18-20 ч при температуре (25 ± 2) °С. Затем суспензии взбалтывают вручную и фильтруют через бумажные фильтры.

Содержание калия определяют на пламенном фотометре, используя светофильтр с максимумом пропускания в области 766-770 нм.

Подведение итогов занятия: сравнивая полученные в агрохимическом анализе данные с группировкой почв (табл. 10), определяется обеспеченность почвы обменным калием и рассчитывается его количество (кг) на 1 гектаре.

Т а б л и ц а 10

Группировка почв по содержанию обменного калия

Класс	Обеспеченность	Содержание К ₂ О, мг/кг
1	очень низкая	менее 100
2	низкая	101-200
3	средняя	201-300
4	повышенная	301-400
5	высокая	401-600
6	очень высокая	более 600

Реактивы:

1. Раствор углекислого аммония концентрации 10 г/дм³ с pH 9,0.
2. Раствор с концентрацией Р₂О₅ 0,1 г/дм³ и К₂О 0,5 г/дм³: (0,192 ± 0,001) г однозамещенного фосфата калия и (0,686 ± 0.001) г хлористого калия помещают в мерную колбу на 1 дм³ и растворяют в экстрагирующем растворе, доводя объем до метки. Раствор хранят не более 3 месяцев.

Для настройки и калибровки пламенного фотометра готовят серию растворов сравнения: в мерные колбы на 250 см³ помещают указанные в таблице 11 объемы раствора, приготовленного по пункту. Объемы растворов доводят до метки экстрагирующим раствором. Растворы сравнения хранят не более 15 дней.

Характеристика растворов сравнения

Характеристика раствора	Номер раствора сравнения							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Объем раствора, приготовленного по пункту 2, см ³	0	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10,0	15,0
Концентрация К ₂ О в растворах сравнения, г/дм ³	0	0,002	0,004	0,006	0,010	0,015	0,020	0,030
Массовая доля К ₂ О в почве, млн ⁻¹	0	40	80	120	200	300	400	600

Контрольные вопросы:

1. На чем основан принцип метода и ход определения содержания калия в почве?
2. Каково значение калия в питании растений?
3. Назовите основные формы калия в почве, доступные растениям.

Занятие 15

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ В ПОЧВЕ
ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
АТОМНО-АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ**

Цель занятия:

- 1) контроль знаний роли тяжелых металлов (микроэлементов) в питании растений и методик их определений;
- 2) определение содержания тяжелых металлов в почве.

Метод атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) основан на явлении селективного поглощения (абсорбции) резонансного излучения определяемого элемента атомным паром исследуемого вещества. Принцип метода иллюстрирует рисунок 18.

Превращение анализируемой пробы из жидкого (или твердого) состояния в атомный пар происходит в атомизаторе. Пар

вводится в аналитическую зону атомизатора, просвечиваемую источником излучения с линейчатым спектром изучаемого элемента.

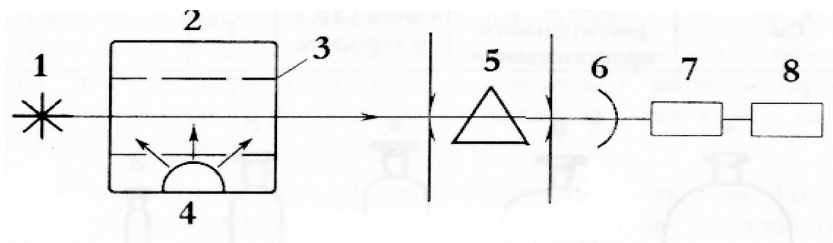


Рис. 18. Принципиальная схема атомно-абсорбционного спектрофотометра:

- 1 – источник резонансного излучения; 2 – атомизатор;
3 – аналитическая чаша; 4 – монохроматор; 5 – фотоумножитель;
6 – усилитель; 7 – регистрирующее устройство; 8 – проба

Закон атомного поглощения аналогичен закону светопоглощения в молекулярной спектрофотометрии и характеризуется экспоненциальным убыванием интенсивности проходящего излучения в зависимости от длины поглощающего слоя атомного пара (длины атомизатора) и концентрации атомов определяемого элемента c . В определенном интервале концентрации, зависящем от характера определяемого элемента и свойств источника резонансного излучения, поглощение излучения атомами подчиняется закону Бугера – Ламберта – Бера:

$$I = I_v 10^{-k l c}, \text{ или } \lg(I_v/I) = k l c,$$

где I – интенсивность излучения после взаимодействия с атомами (после прохождения через атомизатор);

I_v – интенсивность излучения до взаимодействия;

l – длина поглощающего слоя атомного пара;

k – атомный коэффициент поглощения, зависящий от длины волны и линии поглощения.

Величину $\lg(I_v/I)$ называют атомным поглощением A , она аналогична оптической плотности в молекулярной спектрофотометрии. Указанная зависимость является практической основой атомно-абсорбционного метода анализа.

Рассмотрим отдельные узлы атомно-абсорбционного спектрофотометра и их роль в формировании аналитического сигнала.

Источник излучения. Наиболее распространенным источником резонансного излучения для ААС является лампа с полым катодом, изготовленным из определяемого металла или его сплава. Спектр лампы содержит линии металла катода и заполняющего лампу газа, обычно неона. Важнейшим фактором, влияющим на точность и чувствительность анализа, является стабильность излучения лампы. Она определяется конструктивными особенностями и индивидуальными свойствами лампы, а также зависит от качества работы источника питания.

Кроме ламп с полым катодом, в практике атомно-абсорбционного анализа применяют высокочастотные безэлектродные лампы, представляющие собой кварцевый или стеклянный баллон (шарик), в который введены соответствующий металл (или его соединение) и инертный газ, поддерживающий разряд в лампе. Высокочастотные лампы наиболее часто используют для определения тех элементов, для которых лампы с полым катодом не отличаются высокой стабильностью и надежностью в работе. Это – мышьяк, сурьма, висмут, селен, теллур.

Атомизатор. В ААС существуют варианты пламенных и электротермических атомизаторов.

В практике анализа наибольшее распространение получили пламенные атомизаторы. В них аналитической зоной служит участок непосредственно над газовой горелкой, через который проходит луч от источника излучения. Обычно раствор распыляют потоком газа и равномерно вводят в пламя в виде аэрозоля, регистрируя установившееся значение абсорбции. Наиболее эффективным способом атомизации является пламя, состоящее из ацетилена и воздуха. Эта смесь используется при определении большинства элементов, не образующих термостойких окислов. Для элементов, склонных к образованию термостойких окислов и труднодиссоциируемых комплексов (алюминий, кремний, титан, молибден и некоторые другие), следует использовать смесь «закись азота (в качестве газа-окислителя) – ацетилен – воздух», которая позволяет получить наиболее высокотемпературное пламя.

Электротермическими атомизаторами (ЭТА) служат печи сопротивления – трубки, тигли, стержни, нити из тугоплавкого материала. К ЭТА относится и вариант гидридной техники, в котором кварцевую трубку нагревают электропечью. Во всех типах ЭТА осуществляют полное импульсное испарение анализируемых ми-

кропроб. Пары пробы переносятся через просвечиваемую полость трубки или зону над телом нагрева за счет диффузии, конвекции или с помощью потока инертного газа. Применение ЭТА позволяет повысить чувствительность и предел обнаружения элементов на 1–2 порядка по сравнению с пламенными атомизаторами (0,001–0,0001 мкг/см³).

Монохроматор. В ААС монохроматор выделяет резонансную аналитическую линию и в большой степени отделяет ее от молекулярных спектров и сплошного фона, излучаемых атомизаторами. В современных атомно-абсорбционных спектрофотометрах используются монохроматоры, позволяющие выделять спектральную полосу шириной 0,2–2 нм в интервале от 190 до 850 нм.

Приемное и регистрирующее устройство. В качестве детектора излучения используют фотоэлектронные умножители – ФЭУ. Фототок с ФЭУ после усиления и логарифмирования поступает на регистрирующее устройство. Современные атомно-абсорбционные спектрофотометры оснащены цифровой индикацией, цифропечатью и ЭВМ, что позволяет получать результаты в единицах концентрации, интегрировать аналитический сигнал за определенный промежуток времени и выдавать его среднее значение, проводить статистическую обработку результатов.

Помехи, влияющие на результаты атомно-абсорбционного анализа. Методы их учета. Помехи, возникающие в ходе атомно-абсорбционного анализа почв и растений, можно подразделить на пять групп: 1) спектральные помехи; 2) фоновые помехи (неселективное поглощение); 3) ионизационные помехи; 4) помехи из-за различий физических свойств растворов; 5) химические помехи.

Спектральные помехи обусловлены явлением поглощения излучения не только резонансной линией определяемого элемента, но и атомами других элементов с близкой длиной волны. По сравнению с эмиссионным спектральным методом в атомно-абсорбционном анализе взаимное наложение спектральных линий элементов достаточно мало.

Неселективное поглощение излучения возникает в результате светорассеяния, молекулярного поглощения, а также поглощения пламенем или ЭТА. Светорассеяние и молекулярное поглощение происходят при неполной атомизации пробы и вызываются появлением в аналитической зоне твердых частиц и молекул основного вещества пробы. Собственное излучение ЭТА имеет спектр черно-

го тела, для пламени характерно излучение со структурой молекулярного спектра.

Для учета спектральных помех и неселективного поглощения применяют так называемый корректор фона. В качестве корректора фона обычно используют оптическую схему со вспомогательным источником сплошного спектра – дейтериевой лампой. В последнее десятилетие широкое распространение получил метод коррекции фона, основанный на эффекте расщепления спектральных линий в магнитном поле (эффект Зеемана).

Ионизационные помехи вызваны снижением количества нейтральных атомов в аналитической зоне атомизатора в результате превращения их в положительно заряженные ионы под действием температуры пламени. В этом случае интенсивность поглощения резонансного излучения существенно уменьшается. Данный вид помех имеет место при определении элементов с низкими потенциалами ионизации (щелочные и щелочноземельные элементы). Контролировать ионизацию в пламени можно путем добавления к растворам проб и стандартов избытка легко ионизируемых элементов. Обычно в качестве ионизационного буфера используют растворы солей цезия, лития и калия.

Помехи, возникающие из-за различий физических свойств растворов (вязкости, поверхностного натяжения и др.), можно контролировать, максимально сближая состав (содержание солей, концентрация растворителей) растворов проб и стандартов. При невозможности нивелировать различия в составах следует использовать метод добавок.

Химические помехи обусловлены присутствием трудно диссоциируемых соединений определяемого элемента в аналитической зоне атомизации. В ряде случаев такие соединения могут образовываться непосредственно в пламени при распылении в него анализируемого раствора. В результате снижается количество свободных атомов, способных к поглощению резонансного излучения. Типичным проявлением химических помех является снижение абсорбции при определении в почве щелочноземельных элементов в присутствии фосфора, кремния, алюминия. Другим примером помех такого рода служит уменьшение сигнала поглощения при определении алюминия, молибдена, ванадия и других элементов в результате образования устойчивых окислов.

Устранить влияние химических помех можно двумя путями:

1) использовать высокотемпературное пламя, энергия которого достаточно высока и способна разрушить многие устойчивые соединения и атомизировать пробу;

2) добавлять к растворам проб и стандартов маскирующие вещества, которые реагируют с мешающими элементами и снимают возможные химические помехи.

Примером служит добавление к растворам (при анализе почв, растений, вод) лантана, который при определении кальция, магния, стронция и бария устраняет депрессирующее влияние фосфора, кремния и алюминия. Позволяет снизить химические помехи и полная идентификация по составу растворов проб и стандартов.

Атомно-абсорбционный метод отличается от традиционных аналитических методов простотой выполнения анализа и высокой производительностью. Он обеспечивает предел обнаружения многих элементов $0,1\text{--}0,01\text{ мкг/см}^3$ (с атомизацией в пламени) и ниже, что в большинстве случаев оказывается достаточным для применения метода в почвенно-агрохимических исследованиях.

Ход анализа. *Приготовление стандартных растворов.* В качестве основных стандартных растворов используют государственные стандартные образцы (ГСО) с гарантированной концентрацией элемента или комплекса элементов $\sim 1000\text{ мкг/см}^3$.

Возможно приготовление стандартных растворов из окислов или солей металлов с постоянной стехиометрией.

Цинк. Навеску $1,000\text{ г}$ металлического цинка помещают в стакан вместимостью 100 см^3 и добавляют 20 см^3 раствора азотной кислоты (1:1). Растворившийся цинк количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см^3 и доводят до метки 1 %-ным раствором азотной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см^3 цинка.

Марганец. Навеску $4,388\text{ г}$ сернокислого марганца ($\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) помещают в стакан вместимостью 100 см^3 , растворяют в бидистиллированной воде и затем количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см^3 . В колбу приливают приблизительно 500 см^3 бидистиллированной воды, добавляют 82 см^3 концентрированной соляной кислоты и доводят до метки бидистиллированной водой. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см^3 марганца.

Медь. Навеску 3,798 г нитрата меди ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в бидистиллированной воде и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³. Добавляют 30 см³ раствора азотной кислоты (1:1) и доводят до метки 1 %-ным раствором азотной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию меди – 1000 мкг/см³.

Свинец. Навеску 1,000 г металлического свинца помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в 30 см³ азотной кислоты (1:1) и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³. Доводят до метки 1 %-ным раствором азотной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см³ свинца.

Кадмий. Навеску 1,142 г оксида кадмия (CdO) помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в 20 см³ азотной кислоты (1:1) и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³. Доводят объем до метки 1 %-ным раствором азотной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см³ кадмия.

Никель. Навеску 4,953 г нитрата никеля ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$) помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в бидистиллированной воде и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³, доводят объем до метки 1 %-ным раствором азотной кислоты.

Кобальт. Навеску 4,769 г сернокислого кобальта ($\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в бидистиллированной воде и количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³. Добавляют 50 см³ азотной кислоты (1:1) и доводят до метки бидистиллированной водой. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см³ кобальта.

Железо. Навеску 8,635 г железоаммонийных квасцов ($\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в 50 см³ 8 %-ного раствора серной кислоты, количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³ и доводят до метки бидистиллированной водой. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см³ железа.

Хром. Навеску 3,734 г хромата калия (K_2CrO_4) помещают в стакан вместимостью 100 см³, растворяют в бидистиллированной воде, количественно переносят в мерную колбу объемом 1000 см³ и доводят до метки 1 %-ным раствором соляной кислоты. Полученный раствор имеет концентрацию 1000 мкг/см³.

Основные стандартные растворы хранят в герметичной посуде из стекла или полиэтилена высокого давления на рассеянном свете. Гарантированный срок хранения основных растворов – 1 год.

Промежуточные стандартные растворы элементов готовят последовательным разбавлением основных растворов в 10 и 100 раз 1 %-ной азотной кислотой. Эти растворы хранят в герметичной посуде не более 1 года.

Стандартные растворы сравнения готовят из промежуточных растворов путем разбавления тем же раствором кислоты, проб. Содержание тяжелых металлов не должно выходить за пределы следующих диапазонов рабочих концентраций: для железа, цинка и марганца – 0,1–5; для меди – 0,05–5; для хрома, никеля и свинца – 0,1–5; для кадмия – 0,02–1 мг/см³. В рабочих диапазонах необходимо иметь по 3–4 стандартных раствора сравнения. Стандартные растворы сравнения могут быть как смешанными, так и моноэлементными. Растворы с концентрацией металла от 1 до 10 мг/см³ хранят в герметичной посуде не более 1 месяца, растворы с концентрацией менее 1 мг/см³ должны быть свежеприготовленными.

В качестве нулевого стандарта (бланк) используют 1 %-ный раствор азотной или соляной кислоты, т. е. тот раствор, который применяли для растворения проб и разбавления растворов.

Реактивы, материалы:

- государственные стандартные образцы (смешанные или моноэлементные) с концентрацией каждого элемента 1000 мг/см³ или:
 - цинк гранулированный по ГОСТ 4165;
 - марганец сернокислый пятиводный по ГОСТ 435–77;
 - медь азотнокислая трехводная по ГОСТу;
 - свинец металлический по ТУ 6–09–3523–74;
 - кадмий оксид по ГОСТ 11120–75;
 - никель азотнокислый шестиводный по ГОСТ 4055–70;
 - кобальт сернокислый по ГОСТу 4462–58;
 - калий хромовокислый по ГОСТу 4220;
- колбы мерные объемом 1000 см³ по ГОСТ 1770;
- стаканы объемом 100 см³ по ГОСТ 25336;
- кислота азотная по ГОСТ 11125 «ос. ч.» раствор в бидистиллированной воде 1:1 по объему;
- кислота азотная по ГОСТ 11125 «ос. ч.» раствор в бидистиллированной воде с массовой долей 1 %;

- кислота соляная по ГОСТ 14261 «ос. ч.» раствор в бидистиллированной воде с массовой долей 1 %;
- кислота серная по ГОСТ 4204 «ос. ч.» или «х. ч.» раствор в бидистиллированной воде с массовой долей 8 %.

Проведение измерений. Подготовку атомно-абсорбционного спектрофотометра к работе, его включение и выведение на рабочий режим осуществляют в соответствии с инструкциями по эксплуатации. Особое внимание следует уделить выполнению таких моментов, как:

- установление требуемой силы тока (на каждой лампе с большим катодом указаны оптимальная сила тока и максимально допустимая) и прогрев источника резонансного излучения не менее 30 минут;
- точная настройка монохроматора на резонансную линию по максимуму излучения при минимальной ширине щели, но проведение измерений при рекомендуемой ширине щели; используют наиболее чувствительные линии поглощения элементов со следующими длинами волн: цинк – 213,9 нм, железо – 248,3 нм, кадмий – 228,8 нм, никель – 232,0 нм, свинец – 283,3 нм, кобальт – 240,7 нм, марганец – 278 нм, медь – 324,8 нм, хром – 357,9 нм;
- юстировка источников резонансного и (если корректором фона служит дейтериевая лампа и в спектрофотометре отсутствует режим автокомпенсации) нерезонансного излучения;
- юстировка высоты горелки и ее положения относительно луча источника резонансного излучения;
- если в состав инструкций по эксплуатации прибора не включено «Руководство для оператора» с оптимальными аналитическими параметрами определения каждого элемента, то юстировку высоты горелки и соотношение ацетилен/воздух необходимо проводить во время прогрева горелки по максимуму абсорбции одного из стандартных растворов сравнения;
- прогрев включенной горелки перед началом измерений с одновременной ее промывкой бидистиллированной водой в течение 5 минут.

Техника измерений. Сначала распыляют в пламя нулевой стандарт (при экстракционном концентрировании – его экстракт)

и устанавливают показания прибора на нуль. Затем в порядке возрастания концентрации измеряют абсорбцию стандартных растворов сравнения (или их экстрактов). В конце градуировки отмечают положение нулевой линии при распылении нулевого стандарта.

После окончания градуировки прибора в пламя распыляют исследуемые растворы и измеряют величину абсорбции (практически во всех моделях современных атомно-абсорбционных спектрофотометров предусмотрен режим автопостроения градуировочного графика, что позволяет получать результаты измерений как в величине абсорбции, так и в единицах концентрации). Измерение каждого раствора проводится не менее двух раз. Для проверки стабильности работы прибора через каждые 10–15 измерений исследуемых проб в пламя вводят нулевой стандарт и один из стандартных растворов сравнения. Если обнаружено отклонение от первоначально полученных значений величины абсорбции (или концентрации), то градуировку прибора проводят заново и повторно измеряют последние 10–15 проб.

При прямом определении в исследуемых растворах кадмия, свинца, никеля, кобальта и хрома необходимо обязательно проводить коррекцию фонового поглощения.

Обработка результатов. При наличии в приборе автоматизированной системы расчета концентрации по величине абсорбции результаты можно получить в единицах концентрации. При ручной обработке данных строят график зависимости величины абсорбции от концентрации. По градуировочному графику находят концентрацию определяемого металла в исследуемом растворе (и в холостой пробе) и рассчитывают его содержание в пробе по формуле

$$X = ((C_x - C_0) \cdot V) / m,$$

где C_x – концентрация элемента в исследуемом растворе, мкг/см^3 ;

C_0 – концентрация элемента в холостой пробе, мкг/см^3 ;

V – объем исследуемого раствора;

m – навеска пробы, г;

X – массовая доля элемента в пробе, млн^{-1} (мг/кг).

За окончательный результат принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений.

Аппаратура, реактивы, материалы:

- атомно-абсорбционный спектрофотометр с пламенным вариантом атомизатора и укомплектованный источниками ре-

- зонансного излучения железа, марганца, цинка, меди, кадмия, свинца, кобальта, никеля и хрома (лампами с полым катодом, безэлектродными разрядными лампами);
- компрессор воздушный, соответствующий требованиям технической инструкции для атомно-абсорбционного спектрофотометра, или сжатый воздух в баллонах;
 - ацетилен растворенный и газообразный технический по ГОСТ 2457 в баллонах.

Определение содержания цинка, марганца, кобальта в почве атомно-абсорбционным методом

Метод основан на извлечении соединений элементов из почвы и измерении поглощения электромагнитного резонансного излучения свободными атомами цинка, марганца, кобальта.

Содержание подвижного цинка, марганца, кобальта в большинстве используемых вытяжек определяют атомно-абсорбционным методом напрямую в пламени «ацетилен – воздух».

При определении цинка в вытяжке 1 М раствора KCl из-за высокой концентрации соли нарушается нормальное распыление раствора и горение пламени. Для устранения указанного явления необходимо предварительно разбавить вытяжку, использовать трехщелевую горелку на атомно-абсорбционном спектрофотометре и учитывать неселективное поглощение с помощью корректора фона.

Методика определения подвижных соединений цинка, извлекаемых из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 и последующим атомно-абсорбционным и фотометрическим дитизиновым окончанием, утверждена в качестве Государственного стандарта РФ.

Методика определения подвижных соединений марганца, извлекаемых из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 (по Крупскому и Александровой), а также 0,1 М раствором 1/2 H₂SO₄ (по Пейве – Ринькису) и последующим атомно-абсорбционным и фотометрическим (с формальдоксимом) окончанием, утверждена в качестве Государственного стандарта РФ.

При определении марганца по Крупскому и Александровой из карбонатных почв по стандартизированной методике на каждые

10 см³ почвенной вытяжки, контрольного раствора и растворов сравнения добавляют по 1 капле насыщенного раствора хлористого стронция.

Приготовление насыщенного раствора хлористого стронция – 100 г стронция хлористого шестиводного (по ГОСТ 4140) растворяют при нагревании в 100 см³ дистиллированной воды.

Содержание подвижного кобальта в используемых вытяжках можно определять атомно-абсорбционным методом напрямую в пламени «ацетилен – воздух». Однако с целью повышения чувствительности определения и устранения мешающего влияния матрицы предварительно проводят экстракционное концентрирование элемента. Для получения устойчивого комплекса кобальта наиболее часто используют 2-нитрозо-1-нафтол, экстрагируют соединение изоамиловым эфиром уксусной кислоты и в экстракте проводят определение кобальта атомно-абсорбционным методом.

Методика определения подвижных соединений кобальта, извлекаемых из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 (по Крупскому и Александровой), а также 1 М раствором азотной кислоты (по Пейве – Ринькису) и последующим атомно-абсорбционным и фотометрическим (с нитрозо-Р-солью и с 1-(2-пиридилазо)-2-нафтолом (ПАН)) окончанием, утверждена в качестве Государственного стандарта РФ.

В стандартной методике экстракционно-атомно-абсорбционное определение кобальта в вытяжке из почвы по Крупскому и Александровой проводят так же, как и меди.

В вытяжке из почвы по Пейве – Ринькису стандартная методика предусматривает экстракционно-атомно-абсорбционное определение кобальта с использованием 2-нитрозо-1-нафтола.

Ход анализа. 25 см³ вытяжки из почвы или стандартного раствора сравнения помещают в делительную воронку объемом 100 см³, добавляют 25 см³ маскирующего раствора и 2 см³ раствора 2-нитрозо-1-нафтола. После добавления каждого реагента содержимое воронки тщательно перемешивают. Воронку с содержимым оставляют на 1,5 часа. Затем добавляют 5 см³ изоамилацетата и в течение 1 минуты энергично встряхивают. После разделения фаз водный нижний слой отбрасывают, а экстракт сливают в пробирку с притертой пробкой.

Реактивы:

- маскирующий раствор готовят в день проведения анализа. В мерную колбу объемом 1000 см³ помещают 400 см³ 40 %-ного раствора лимоннокислого натрия, 400 см³ 40 %-ного раствора уксуснокислого натрия и 40 см³ концентрированного раствора перекиси водорода. Объем до метки доводят дистиллированной водой;
- стандартные растворы сравнения кобальта с содержанием элемента 0,1–5 мкг в 1 см³. Для приготовления используют ГСО с содержанием кобальта 1 мг/см³ или кобальт сернокислый (ГОСТ 4462);
- 2-нитрозо-1-нафтол МРТУ 6–09–5829 «ч. д. а.», раствор в дистиллированной воде с массовой долей 0,1 %;
- натрий лимоннокислый трехзамещенный (ГОСТ 3161 «ч. д. а.»), раствор в дистиллированной воде с массовой долей 40 %;
- натрий уксуснокислый (ГОСТ 199 «ч. д. а.»), раствор в дистиллированной воде с массовой долей 40 %;
- перекись водорода (ГОСТ 10929);
- изоамиловый эфир уксусной кислоты (изоамилацетат) (МРТУ 6–09–2071);
- дистиллированная вода.

Аппаратура и материалы:

- атомно-абсорбционный спектрофотометр;
- компрессор;
- воронки делительные объемом 100 см³ по ГОСТ 25336;
- колбы мерные объемом 100, 1000 см³ по ГОСТ 1770;
- пипетки объемом 1, 2 и 25 см³ по ГОСТ 20292;
- пробирки с притертыми пробками по ГОСТ 1770;
- цилиндры мерные объемом 50 и 500 см³ по ГОСТ 1770.

Определение содержания ртути в почве беспламенным атомно-абсорбционным методом (методом «холодного пара»)

Метод основан на извлечении соединений элемента из почвы (переведении их в раствор) и измерении поглощения электромагнитного резонансного излучения свободными ато-

мами ртути. Для получения атомного пара ртути осуществляют восстановление в растворе химически связанной ртути до металлической, перевод ее в газовую фазу потоком воздуха и продувку этого воздуха с парами ртути через атомизатор (кварцевую трубку). Приводимая ниже методика является модификацией атомно-абсорбционного метода определения ртути с использованием отечественного ртутного анализатора типа «Юлия».

В почве, как правило, определяют валовое содержание ртути, реже – экстрагируемое 1 М раствором соляной кислоты. Техника получения из почвы вытяжки 1 М HCl – общепринятая.

Подготовка почвы при определении валового содержания ртути. Навеску 2 г помещают в коническую колбу объемом 100 см³, приливают 10 см³ смеси концентрированных серной и азотной кислот в соотношении 1:1 (по объему). Содержимое тщательно перемешивают стеклянной палочкой и накрывают часовым стеклом. Разложение проводят на водяной бане при температуре 60–80 °С в течение 2 часов или при комнатной температуре в течение 18–20 часов. После разложения почвы в каждую колбу приливают по 15 см³ 5 %-ного раствора перманганата калия и осторожно перемешивают. Затем добавляют по 5 см³ 5 %-ного раствора персульфата калия для разложения органических соединений и оставляют стоять 18–20 часов. После этого содержимое колбы фильтруют в мерную колбу объемом 100 см³ через фильтр «синяя лента», предварительно промытый 4 М раствором HCl. Осадок промывают порциями бидистиллированной воды и доводят объем до метки.

Реактивы:

- 5 %-ный раствор калия марганцовокислого: 5 г реактива (ГОСТ 20490 «х. ч.») растворяют в бидистиллированной воде и доводят объем до 100 см³;
- 5 %-ный раствор калия надсерноокислого (персульфата ГОСТ 4146 «ч. д. а.»): 5 г реактива растворяют в бидистиллированной воде и доводят объем до 100 см³;
- кислота азотная по ГОСТ 11125 «ос. ч.»;
- кислота серная по ГОСТ 14262 «ос. ч.»;
- кислота соляная (ГОСТ 14261 «ос. ч.») 4 М раствор в бидистиллированной воде;
- вода бидистиллированная.

Аппаратура и материалы:

- весы лабораторные общего назначения 2 класса точности по ГОСТ 24104;
- баня водяная лабораторная;
- колбы конические объемом 100 см³ по ГОСТ 25336;
- колбы мерные объемом 100 см³ по ГОСТ 1770;
- цилиндры мерные объемом 5 и 20 см³ по ГОСТ 25336;
- воронки лабораторные по ГОСТ 25336;
- стекла часовые;
- палочки стеклянные;
- фильтры беззолные «синяя лента».

Ход анализа. Аликвоту анализируемого раствора 1–2 см³ помещают в реакционную пробирку (1), добавляют 1 см³ 10 %-ного раствора двухлористого олова и сразу же вводят в склянку барбатер. Снимают показания иономера. При сильном пенообразовании в реакционную пробирку перед добавлением раствора двухлористого олова вносят одну каплю силиконового вазелинового масла. После окончания измерения помещают барбатер реакционной пробирки в пустую приборную пробирку (2) и продувают газодинамическую систему анализатора до установления показаний стрелки иономера на цифру 100. Перед началом измерения барбатер находится в приборной пробирке (3), заполненной перед началом анализа 5 см³ 5 %-ного раствора перманганата калия для поглощения отработанной ртути.

Калибровочную шкалу строят для двух диапазонов от 0 до 0,01 мкг и от 0,01 до 0,03 мкг ртути в реакционной пробирке. Для этого в реакционную пробирку вносят поочередно 0; 0,3; 0,5; 0,6; 0,8 и 1,0 см³ стандартного раствора сравнения, содержащего 0,01 мкг в 1 см³ ртути (0; 0,003; 0,005; 0,006; 0,008; 0,01 мкг в реакционной пробирке), добавляют бидистиллированную воду до объема 2 см³. Затем приливают 1 см³ 10 %-ного раствора двухлористого олова и сразу же вводят в склянку барбатер. Записывают показания иономера. Для построения калибровочной шкалы с диапазоном 0,01– 0,03 мкг в реакционную пробирку вносят поочередно 0; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25; 0,30 см³ стандартного раствора сравнения, содержащего 0,1 мкг/см³ ртути (0; 0,010; 0,015; 0,020; 0,025; 0,030 мкг в реакционной пробирке). Далее ход анализа такой же, как и для растворов калибровочной шкалы от 0 до 0,01 мкг.

Градуировочный график строят, откладывая по оси абсцисс концентрацию ртути в мкг/V реакционной пробирки, по оси ординат – пропускание, выраженное в % от полной шкалы в диапазоне 4–9 иономера. Оцифровка «0–100» верхней шкалы иономера соответствует диапазону 40–90 относительных единиц пропускания интенсивности резонансного излучения ртути.

Содержание ртути в мг/кг почвы рассчитывают по формуле

$$\text{Hg} = (C \cdot V_0) / V \cdot m,$$

где C – концентрация ртути, найденная по градуировочному графику, мкг/V;

V_0 – объем исходной вытяжки (объем раствора разложенной пробы – 100 см³);

V_1 – объем аликвоты, см³;

m –навеска почвы, г.

Реактивы:

- основной стандартный раствор ртути с концентрацией 100 мкг/см³: 0,166 г азотнокислой ртути (ГОСТ 4520 «х. ч.») растворяют в бидистиллированной воде в колбе объемом 1000 см³, предварительно добавив 30 см³ концентрированной азотной кислоты (ГОСТ 11125 «ос. ч.») и несколько кристаллов калия хромовокислого (ГОСТ 4459 «х. ч.»). Раствор хранят в течение 3-х месяцев. Или используют ГСО раствора соли ртути;
- стандартный раствор с концентрацией ртути 10 мкг/см³: 10 см³ основного стандартного раствора ртути помещают в мерную колбу объемом 100 см³ и доводят до метки бидистиллированной водой. Раствор готовят в день проведения анализа;
- стандартный раствор с концентрацией ртути 0,1 мкг/см³: 5 см³ раствора концентрацией ртути 10 мкг/см³ помещают в мерную колбу вместимостью 500 см³ и доводят объем до метки бидистиллированной водой. Раствор готовят в день проведения анализа;
- стандартный раствор с концентрацией ртути 0,01 мкг/см³: 10 см³ раствора с концентрацией 0,1 мкг/см³ помещают в мерную колбу объемом 100 см³ и доводят до метки бидистиллированной водой. Раствор готовят в день проведения анализа;
- 10 %-ный раствор двуххлористого олова: 12 г олова двуххлористого безводного (ГОСТ 3678 «ч. д. а.») растворяют в

15 см³ концентрированной соляной кислоты и доводят объем бидистиллированной водой до 100 см³;

- 5 %-ный раствор калия марганцовокислого (перманганата калия, ГОСТ 20490 «х. ч.»): 5 г реактива растворяют в бидистиллированной воде и доводят объем до 100 см³. Раствор готовят в день проведения анализа;
- масло вазелиновое или силиконовое;
- вода бидистиллированная.

Аппаратура и материалы:

- анализатор ртути «Юлия-2», «Ртуть-101» или любой другой аналогичный анализатор ртути;
- иономер или рН-метр (типа ЭВ-74, рН-121);
- колбы мерные объемом 100, 500, 1000 см³ по ГОСТ 1770;
- пипетки объемом 1, 2, 5, 10 см³ по ГОСТ 20292;
- цилиндр мерный объемом 50 см³ по ГОСТ 25336.

Занятие 16.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ рН ПОЧВЫ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОЛИТИЧЕСКОЙ КИСЛОТНОСТИ ПОЧВЫ

Цель занятия:

- 1) контроль знаний методики потенциометрического определения рН почвы;
- 2) ознакомление с устройством и принципом работы универсального иономера ЭВ-74;
- 3) определение рН водной вытяжки;
- 4) определение рН солевой вытяжки;
- 5) определение гидролитической кислотности почвы.

1. Потенциометрическое определение рН почвы

Значение анализа. Реакция почвенного раствора (рН) имеет очень большое значение для растений и живущих в почве микроорганизмов. Кислые щелочные среды являются для них губительными. Нейтральная, слабокислая и слабощелочная реакции бла-

гоприятны. Нейтральной реакцией с небольшими отклонениями в кислую или щелочную сторону обладают черноземы. Подзолистые и болотные почвы имеют кислую реакцию, засоленные почвы, как правило, отличаются щелочной реакцией. Кислая реакция обуславливается концентрацией водородных (H^+) ионов, щелочная – концентрацией гидроксильных (OH^-) ионов. Отрицательный логарифм концентрации водородных ионов условно заменяют символом рН.

Принцип метода. Определение концентрации водородных ионов в почве проводят электрометрическим способом, прибором ЭВ-74. Метод электрометрического измерения дает возможность определять рН в мутных, окрашенных вытяжках, в густых суспензиях непосредственно в почве. Для измерения рН в приборе используется электродная система со стеклянным электродом, электродвижущая сила которого зависит от активности ионов водородов в растворе.

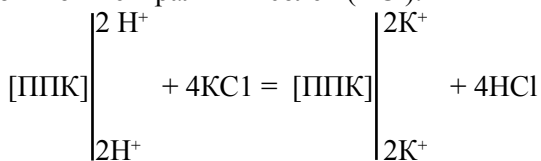
Наиболее полная картина кислотных и основных свойств почв складывается при одновременном измерении нескольких показателей, в том числе титруемой кислотности или щелочности – фактор емкости и величины рН – фактор интенсивности.

Фактор емкости в данном случае характеризует общее содержание кислот или оснований в почвах, от него зависят буферность почв, устойчивость реакции во времени и по отношению к внешним воздействиям.

Фактор интенсивности характеризует силу мгновенного действия кислот или оснований на почву и растения: от него зависит поступление минеральных веществ в растения в данный отрезок времени. Это позволяет дать наиболее правильную оценку кислотности почв, так как в этом случае учитывается общее количество ионов водорода и алюминия, находящихся в почве в свободном и поглощённом состояниях.

Различают следующие формы почвенной кислотности: актуальную и потенциальную, которая в свою очередь подразделяется на обменную и гидролитическую. Под актуальной кислотностью понимают активную концентрацию ионов водорода в почвенном растворе или в водной вытяжке из почвы (рН), определяется потенциометрически. Потенциальная кислотность определяется количеством ионов водорода, находящихся в почвенном поглощающем комплексе. При известных условиях эти ионы могут быть

переведены в раствор: более подвижная часть ионов водорода (и Al) почвы может быть переведена в раствор при обработке почвы избытком нейтральных солей (KCl).



По количеству образовавшейся свободной соляной кислоты судят об обменной кислотности почвы. Часть ионов водорода остаётся в поглощённом состоянии, так как образующаяся в результате реакции сильная соляная кислота полностью диссоциирует и избыток свободных ионов водорода в растворе препятствует их полному вытеснению из ППК.

Менее подвижная часть ионов водорода может быть переведена в раствор лишь при дальнейшей обработке почвы растворами гидролитически щелочных солей (CH_3COONa). По количеству образовавшейся свободной уксусной кислоты судят о гидролитической кислотности почв. Ионы водорода в данном случае наиболее полно переходят в раствор (вытесняются из ППК), так как образующаяся уксусная кислота прочно связывает водородные ионы и реакция смещается вправо вплоть до полного вытеснения ионов водорода из ППК. Величина гидролитической кислотности равна разности между результатами, полученными при обработке почвы CH_3COONa и KCl. На практике за величину гидролитической кислотности принимают результат, полученный при обработке почвы CH_3COONa . Необходимо знать, что кислотность почвы обуславливается ионами не только водорода, но и алюминия.

Гидроокись алюминия выпадает в осадок, и система практически ничем не отличается от той, в которой содержатся только поглощённые ионы водорода. Но если даже AlCl_3 останется в растворе, то при титровании: $\text{AlCl}_3 + 3 \text{NaOH} = \text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{NaCl}$

что равноценно реакции: $3 \text{HCl} + 3 \text{NaOH} = 3 \text{NaCl} + 3 \text{H}_2\text{O}$.

Поглощённые ионы алюминия вытесняются и при обработке почвы раствором CH_3COONa . В этом случае весь вытесненный алюминий переходит в осадок в виде гидроокиси.

По степени кислотности, определяемой в солевой вытяжке 0,1 н. KCl потенциометрически, почвы делятся на:

очень сильнокислые	pH менее 4,0
сильнокислые	4,1 – 4,5
среднекислые	4,6 – 5,0
слабокислые	5,1 – 5,5
близкие к нейтральным	5,6 – 6,0
нейтральные	6,0 – 7,0
слабощелочная	7,0 – 7,5
щелочная	7,5 – 8,5
сильнощелочная	более 8,5

Растения проявляют различную чувствительность к кислой и щелочной среде. Депрессия ростовых процессов наблюдается при pH ниже 5 и выше 8. Оптимальное pH почвы для льна, ржи, люпина, картофеля, гречихи 5,5; для клевера, гороха, кукурузы, пшеницы 6,0 – 7,0. Негативное влияние кислотности особенно опасно в начальный период вегетации. Повышенная кислотность или щелочность нарушает физиологическое равновесие в почвенном растворе, ухудшает питание растений, дестабилизирует белковый, углеводный и фосфорный обмен.

Реакция почвенного раствора оказывает на растение прямое и косвенное влияние. Повышение концентрации водородных ионов в ризосфере снижает поступление в растение всех наиболее важных катионов и анионов: кальция, калия, магния, молибдена, фосфатов; увеличивает поглощение из почвенного раствора алюминия, марганца – токсичных для растений, а также активизирует гидролитические ферменты в корневой системе.

Косвенное влияние кислотности в питании растений связано с изменением подвижности ряда элементов в почвенном растворе. В щелочной среде снижается подвижность бора, цинка, меди, алюминия, марганца, возрастает подвижность молибдена и фосфатов.

Внесение в почву минеральных, органических удобрений и известковых материалов с учётом особенностей высеваемой культуры обеспечивает физиологическую уравновешенность почвенного раствора. Оптимизация условий питания осуществляется за счёт использования различных форм, доз и сроков внесения удобрений.

Определение актуальной кислотности

Эта форма кислотности обусловлена содержанием свободных ионов водорода в почвенном растворе и измеряется по величине pH водной вытяжки из почвы. Этот вид кислотности непосред-

ственно действует на корневую систему растений и на почвенные микроорганизмы.

Определение актуальной кислотности почвы необходимо для выяснения возможности воздействия на почву разных форм, доз и сочетаний удобрений, а также подбора культур в севооборотах. Однако рН водной вытяжки – величина неустойчивая, часто изменяющаяся под действием разных факторов в течение даже одного вегетационного периода.

Ход анализа. На технических весах взять навеску почвы массой 20 г и поместить в колбу на 200 – 250 см³. Прилить цилиндром 50 см³ дистиллированной воды. Взбалтывать на ротаторе в течение 1 ч. В суспензии или фильтрате определить значение рН электрометрическим методом.

Определение рН солевой вытяжки по методу ЦИНАО (ГОСТ 26483)

Принцип метода заключается в извлечении обменных катионов из почвы раствором хлористого калия концентрации 1 моль/дм³ (1 н.) при соотношении почвы и раствора 1 : 2,5 и потенциометрическом определении рН с использованием стеклянного электрода. При определении рН в пробах органических горизонтов почв вытяжку готовят при соотношении почвы и раствора 1 : 25.

Ход анализа.

Приготовление вытяжки (ГОСТ 26483) .

Пробу почвы (в воздушно-сухом состоянии, пропущенной через сито с диаметром отверстий 1-2 мм) массой 30 г взвешивают на технических весах с погрешностью не более 0,1 г и пересыпают в коническую колбу. К пробам дозатором или цилиндром приливают 75 см³ экстрагирующего раствора (КС1 н.). Одновременно проводят холостой опыт без пробы почвы. Почвы с раствором перемешивают в течение 1 минуты.

При определении рН в пробах органических горизонтов почв отбирают навеску массой 4 г, прибавляют к ней 100 см³ экстрагирующего раствора и перемешивают суспензию в течение 3 минут.

После проведения настройки рН-метра или ионметра по трем буферным растворам с рН 4,01, 6,86 и 9,18 электроды погружают в суспензию и измеряют величину рН. Показания прибора считывают не ранее чем через 1 минуту после погружения электродов в суспензию. Во время работы настройку прибора периодически проверяют по буферному раствору с рН 4,01.

После измерения рН суспензию оставляют на 18-24 ч, затем перемешивают на электромеханической мешалке в течение 1 минуты и фильтруют через бумажные фильтры. Первую мутную порцию фильтрата объемом 10-15 см³ отбрасывают. Допускается вместо настаивания проб почв с раствором хлористого калия проводить перемешивание суспензий на встряхивателе или ротаторе в течение 1 ч.

Фильтраты используются для последующего анализа (определение обменной кислотности, обменного алюминия, а также нитратов, обменного аммония, подвижной серы, обменного марганца, обменного кальция и обменного (подвижного) магния по методам ЦИНАО).

За результат анализа принимают значение единичного определения рН со шкалы прибора с точностью не ниже 0,1 единицы рН. Допускаемые отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле при вероятности $P = 0,95$ составляют 0,2 единицы рН.

Реактивы.

Экстрагирующий раствор – раствор калия хлористого концентрации с $(KCl) = 1$ моль/дм³ (1 н.) (рН 5,6 – 6,0).

Буферные растворы для настройки рН-метра готовят из стандарт-титров 2-го разряда по ГОСТ 8.135.

Определение обменной кислотности по методу ЦИНАО (ГОСТ 26484)

Сущность метода заключается в извлечении обменных катионов водорода и алюминия из почвы раствором хлористого калия концентрации 1 моль/дм³ при соотношении почвы и раствора 1 : 2,5 и последующем потенциометрическом титровании фильтрата гидроокисью натрия до рН 8,2.

Ход анализа.

В химический стакан отбирают 25 см³ фильтрата вытяжки, приготовленной по ГОСТ 26483. Стакан помещают на магнитную мешалку. В раствор погружают электродную пару. Бюретку заполняют раствором гидроокиси натрия концентрации 0,1 моль/дм³. На блоке автоматического титрования устанавливают значение эквивалентной точки, равной 8,2 рН, и время выдержки, равное 30 с. Включают блок автоматического титрования, магнитную мешалку и открывают кран бюретки. По окончании титрования определяют расход NaOH по бюретке.

Аналогично проводят титрование 25 см³ фильтрата холостого опыта. При отсутствии блока автоматического титрования анализируемые пробы титруют вручную, контролируя pH с помощью pH-метра или индикатора – 1%-го раствора фенолфталеина, до появления слабо розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Расчет.

Обменную кислотность (X) в миллимолях в 100 г почвы вычисляют по формуле:

$$X = (V - V_0) \cdot c / (250 \cdot V_1),$$

где V – объем раствора NaOH, израсходованный на титрование пробы вытяжки, см³;

V₀ – объем раствора NaOH, израсходованный на титрование пробы холостого опыта, см³;

V₁ – объем пробы вытяжки, взятый для титрования, см³;

c – концентрация раствора NaOH, ммоль/см³,

250 – коэффициент пересчета на 100 г почвы, см².

Результаты анализа выражают в миллимолях в 100 г почвы с округлением до второго десятичного знака.

Допускаемые относительные отклонения от среднего арифметического результатов повторных анализов при выборочном статистическом контроле при вероятности P = 0,95 составляют 35 % при обменной кислотности до 0,1 ммоль в 100 г почвы, 15 % – свыше 0,1 до 0,5 ммоль в 100 г почвы, 10 % – свыше 0,5 ммоль в 100 г почвы.

Реактивы.

1. Гидроокись натрия (ГОСТ 4328. «х.ч.» или «ч.д.а.») концентрации 0,1 моль/дм³.

2. Фенолфталеин, индикатор (ГОСТ 5850 «ч.д.а.»). раствор массовой концентрации 10 г/дм³.

3. Дистиллированная вода (ГОСТ 6709).

Определение гидролитической кислотности почв по Каппену

Эта форма кислотности обусловлена ионами водорода, более прочно связанными в почвенном поглощающем комплексе и способными обмениваться на основания только в нейтральной или щелочной среде. Эти ионы водорода труднее замещаются на основания и вытесняются в раствор только гидролитически щелочными солями. В качестве гидролитически щелочной соли применяется уксуснокислый натрий, который в водном растворе образует

слабо диссоциирующую уксусную кислоту и сильное основание – рН раствора 8,2.

Гидролитически щелочная соль взаимодействует как с ППК, так и с почвенным раствором, таким образом, в данном случае определяется общая кислотность почвы, которая включает актуальную и потенциальную кислотность, как обменную, так и собственно гидролитическую. Гидролитическую кислотность выражают в миллиграмм-эквивалентах на 100 г почвы. Установлено, что таким путём вытесняется не весь водород, поэтому при расчёте вводят коэффициент $\Pi = 1,75$ – поправка на полноту вытеснения водорода. Величина гидролитической кислотности используется для расчёта дозы извести при известковании кислых почв.

Ход анализа. На технических весах берут 40 г воздушно-сухой почвы. Переносят навеску в колбу ёмкостью 250 – 300 см³. Приливают из бюретки 100 см³ 1,0 н. раствора уксуснокислого натрия (рН 8,0 – 8,2). Взбалтывают на ротаторе 1 час или взбалтывают 15 минут и оставляют на ночь.

Отфильтровывают через воронку с бумажным складчатым фильтром, отбросив первые порции фильтрата. 50 см³ фильтрата переносят пипеткой в колбу Эрленмейера объёмом 100 см³. Приливают 2-3 капли фенолфталеина и оттитровывают образующуюся кислоту 0,1 н. раствором щёлочи до устойчивой слабо-розовой окраски.

Расчёт

$$Hг \text{ мг·экв/100г почвы} = \frac{(V_{\text{кон}} \cdot n \cdot \text{кон}) \cdot P \cdot 100 \cdot K \cdot 1,75}{H}$$

где P – разведение (100/50 = 2);

H – навеска почвы, г;

$V_{\text{кон}}$ – количество щёлочи, пошедшее на титрование;

$n \cdot \text{кон}$ – нормальность щёлочи;

1,75 – коэффициент на полноту вытеснения ионов водорода из ППК (вычислен из расчета доведения рН почвы до 7,0);

H – навеска почвы, г;

K – коэффициент влажности почвы.

♦ При определении этих показателей во влажной почве одновременно определяют процент влажности и рассчитывают коэффициент влажности K.

Пример расчета.

На титрование 50 см³ фильтрата пошло 1,0 см³ 0,1205 н. раствора щелочи.

$$Hr = (1,0 \cdot 0,1205) \cdot 2 \cdot 100 \cdot 1,75 : 40 = 1,05 \text{ мг экв /100 г почвы.}$$

Форма записи

№ образца	Навеска почвы, г	Разведение	КОН		Hr, мг·экв/100 г почвы
			н.	см ³	
1	40	2	0,1205	1,0	1,05

Реактивы:

1. Раствор натрия уксуснокислого 1,0 н. Раствор готовится непосредственно перед проведением анализа.
2. 0,1 н раствор КОН или NaOH, готовится из фиксаналя.
3. Фенолфталеин 1%-ный спиртовой раствор, готовится на этанол-ректификате.

Контрольные вопросы:

1. Какова роль разных видов кислотности почв в питании растений?
2. Для чего нужно знать виды кислотности и сумму поглощенных оснований?

Занятие 17.

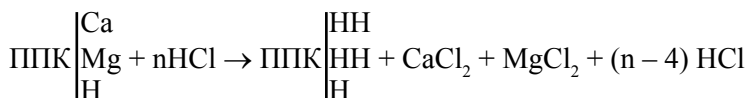
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУММЫ ПОГЛОЩЕННЫХ ОСНОВАНИЙ ПО КАППЕНУ – ГИЛЬКОВИЦУ

Цель занятий:

- 1) контроль знаний методики определения суммы поглощенных оснований по Каппену – Гильковицу;
- 2) определение в почве суммы поглощенных оснований.

Для установления степени насыщенности почвы основаниями определяют сумму поглощенных оснований.

Принцип метода. Почву обрабатывают определенным количеством титрованного раствора соляной кислоты. Часть ее расходуется на вытеснение и нейтрализацию поглощенных оснований по схеме



Остаток кислоты учитывают титрованием щелочью такой же концентрации. Сумма поглощенных оснований эквивалентна количеству соляной кислоты, израсходованной на их вытеснение; ее находят по разности между взятым количеством этой кислоты и ее остатком (расчет обычно ведут в миллиэквивалентах).

Ход анализа. В колбу вместимостью 250–300 мл помещают 20 г почвы и приливают пипеткой или из бюретки 100 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты (реактив 1). Содержимое колбы взбалтывают в течение 60 минут на ротаторе и оставляют на 24 часа; потом фильтруют через сухой складчатый фильтр, отбрасывая первые мутные порции фильтрата. Затем 50 мл фильтрата переносят в коническую колбочку на 150–200 мл, нагревают на асбестовой сетке над горелкой или на электрической плитке и кипятят 3–5 минут; горячий раствор титруют в присутствии двух капель фенолфталеина (реактив 2) 0,1 н. раствором щелочи (реактив 3) до не исчезающей в течение 1 минуты слабо-розовой окраски.

Вычисление результатов анализа. Для расчета используют формулу

$$X = (a - b) \cdot 10,$$

где X – сумма поглощенных оснований, мг · экв на 100 г почвы;

a – количество соляной кислоты, взятое для вытеснения оснований, содержащихся в 10 г почвы, мг · экв;

b – количество щелочи, пошедшей на титрование избытка соляной кислоты, мг.экв;

10 – коэффициент для пересчета на 100 г почвы.

Реактивы, материалы и посуда:

- соляная кислота, 0,1 н. раствор;
- фенолфталеин, 1 %-ный спиртовой раствор;
- щелочь (NaOH или KOH), 0,1 н. раствор;
- конические колбы на 150–200 мл;
- бюретки;
- бутылки;
- фильтры.

Контрольные вопросы:

1. Что такое поглотительная способность почв? Каково значение поглотительной способности почвы в питании растений и применении удобрений?
2. Как вычислить и для чего необходимо знать степень насыщенности почв основаниями?
3. Что такое емкость поглощения, какова ее величина для разных типов почв?

Занятие 18

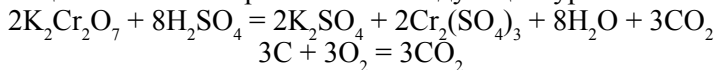
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГУМУСА ПОЧВЫ ПО МЕТОДУ И. В. ТЮРИНА В МОДИФИКАЦИИ ЦИНАО

Цель занятия:

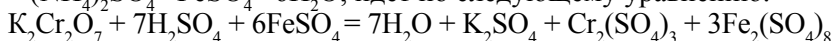
- 1) контроль знаний методики определения гумуса в почве;
- 2) определение содержания гумуса в образцах почвы по методу Тюрина;
- 3) роль гумуса в плодородии почвы и питании растений.

Значение анализа. Метод И. В. Тюрина основан на окислении органического вещества почвы хромовой кислотой до образования углекислоты. Количество кислорода, израсходованное на окисление органического углерода, определяют по разности между количеством хромовой кислоты, взятой для окисления, и количеством ее, оставшимся не израсходованным после окисления. В качестве окислителя применяют 0,4 н. раствор $K_2Cr_2O_7$ в серной кислоте, предварительно разбавленной водой в соотношении 1:1.

Реакция окисления протекает по следующим уравнениям:



Остаток хромовой кислоты, не израсходованной на окисление, оттитровывают 0,1 н. раствором соли Мора с индикатором дифениламин. Титрование солью Мора, представляющей собой двойную соль сернокислого аммония и сернокислой закиси железа – $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$, идет по следующему уравнению:



Полнота окисления органического вещества при соблюдении всех условий метода, указанных ниже, составляет 85–90 % величины окисления методом сухого сжигания (по Густавсону).

Применение сернокислого серебра в качестве катализатора увеличивает полноту окисления до 95 % (Комарова).

Для получения надежных результатов необходимо обратить внимание: 1) на тщательную подготовку почвы к анализу; 2) на точное соблюдение продолжительности кипячения при окислении органического вещества; само кипение окислительной смеси должно протекать спокойно.

Метод дает хорошую сопоставимость параллельных анализов, быстр, не требует специальной аппаратуры (в связи с чем может быть использован и в экспедиционных условиях) и в настоящее время является общепринятым, особенно при проведении массовых анализов.

Подготовка почвы к анализу. При подготовке почвы к анализу на содержание гумуса особое внимание должно быть обращено на удаление из почвы корешков и различных органических остатков растительного и животного происхождения.

Из взятого в поле и доведенного до воздушно-сухого состояния образца почвы берут среднюю пробу в количестве 50 г, тщательно отбирают пинцетом корни и видимые глазом органические остатки (панцири насекомых, семена, угольки и т. д.), раздавливают почвенные комки деревянным пестиком с резиновым наконечником и вновь тщательно отбирают корни, пользуясь при этом лупой. Затем растирают почву в фарфоровой ступке и пропускают через сито диаметром отверстий в 1 мм, после чего из нее снова берут среднюю пробу весом 5 г и повторяют отбор корешков, используя для этого следующий прием. Сухую стеклянную палочку энергично натирают сухой суконной или шерстяной тканью и быстро проводят на высоте около 10 см над почвой, распределенной тонким слоем по поверхности восковки или пергаментной бумаги. Тонкие мелкие корешки и полуразложившиеся растительные остатки, которые до этого не удалось отобрать в связи с их малыми размерами, прилипают к поверхности наэлектризованной палочки и таким образом выносятся из почвы. Их снимают с палочки при повторном ее натирании. Не следует слишком низко проводить палочкой над поверхностью почвы во

избежание выноса из почвы не только органических остатков, но и мелкозема.

В процессе отбора корешков надо неоднократно перемешивать почву и вновь распределять ее тонким слоем. Операцию следует вести до тех пор, пока на палочке будут обнаруживаться лишь единичные корешки. Чистоту отбора корешков контролируют, помимо того, просмотром почвы в лупу.

По окончании отбора корешков почву снова растирают в фарфоровой, яшмовой или агатовой ступке и пропускают через сито с диаметром отверстий в 0,25 мм. Описанным выше способом должен быть подготовлен весь образец в 5 г. Отбрасывать трудно подающуюся растиранию часть образца ни в коем случае нельзя.

Почву, подготовленную вышеуказанным образом для анализа, следует хранить в пакетиках из пергаментной бумаги или восковки либо в пробирках с пробками.

Ход анализа. Навеску воздушно-сухой почвы для анализа на гумус берут на аналитических весах. Размер навески зависит от предполагаемого содержания гумуса в почве, причем учитывается тип почвы (чернозем, подзолистая и т. д.) и глубина взятия образца.

При содержании гумуса от 7 до 15 % И. В. Тюрин рекомендует навеску в 0,1 г; при 4–7 % – 0,2 г; при 2–4 % – 0,3 г; меньше 2 % – 0,5 г. В случае песчаных почв с малым содержанием гумуса навеску можно увеличить до 1 г.

При очень высоком содержании гумуса (свыше 15–20 %) его определение по методу Тюрина становится ненадежным, так как не достигается полнота окисления.

Навески лучше брать точные – 0,1, 0,2 г, что облегчает в дальнейшем вычисления. Для взятия точных навесок можно пользоваться тарированным часовым стеклом диаметром 2,5–3 см, с которого навеску целиком переносят в колбу для сжигания при помощи маленького шпателя и кисточки для акварельных красок. Определение гумуса по Тюрину одновременно можно вести 20–30 навесками.

Навески помещают в сухие конические колбы на 100 мл из обыкновенного стекла, туда же добавляют на кончике ножа порошкообразное серноокисное серебро. При выполнении массовых анализов серноокисное серебро не применяется. Для возможности сравнения получаемых в этом случае результатов с методом сухого сжигания И. В. Тюрин приводит коэффициент 1,17 (1936). Затем

в каждую колбу приливают по 10 мл 0,4 н. раствора $K_2Cr_2O_7$, приготовленного на смеси одной части H_2SO_4 удельного веса 1,84 и одной части дистиллированной воды.

Раствор бихромата калия следует приливать из бюретки, отмеривая необходимый объем каждый раз от нуля и давая жидкости стекать всегда с одинаковой скоростью. Можно пользоваться также пипеткой, но обязательно снабженной в верхней части предохранительными шариками. Очень удобна в данном случае делительная воронка из тугоплавкого стекла, приспособленная для работы с крепкими кислотами. Пользование такой воронкой намного ускоряет работу и делает ее безопасной.

После приливания раствора $K_2Cr_2O_7$ в горлышко колбы вставляют воронки диаметром около 4 см. Содержимое колб осторожно перемешивают (следя, чтобы почва не прилипла к их стенкам), после чего колбы ставят на уже горячую этернитовую или песчаную электроплитку или на плитку с обнаженной спиралью, но прикрытую слоем асбеста. Можно пользоваться также газовыми горелками, а в экспедиционных условиях – примусом или керосинкой, помещая нагревательный прибор под песчаную баню (скороворода с прокаленным кварцевым песком).

Содержимое колб доводят до кипения и кипятят ровно 5 минут. Необходимо точно отмечать начало кипения жидкости, не смешивая его с появлением в начале нагревания мелких пузырьков воздуха. Кипение должно быть равномерным и умеренным. Выделение пара из воронки и подпрыгивание последней недопустимы. Сильного кипения следует избегать, чтобы не изменить концентрацию серной кислоты, увеличение которой может вызвать разложение хромовой кислоты. Во избежание слишком бурного кипения, кипячение на плитках с обнаженной спиралью недопустимо. После 5-минутного кипячения колбы с нагревательного прибора снимают, дают им остыть, обмывают воронки над колбами с внутренней и наружной стороны дистиллированной водой из промывалки и содержимое колб количественно переносят в конические колбы на 250 мл, несколько раз тщательно ополаскивая колбу, в которой производилось окисление. Объем жидкости после переноса в колбу на 250 мл должен составлять 100–150 мл. Цвет жидкости – оранжево-желтый или зеленовато-желтый; позеленение ее свидетельствует о недостатке окислителя; анализ в этом случае необходимо повторить, уменьшив навеску.

К жидкости прибавляют 8 капель раствора дифениламина, являющегося индикатором, и титруют оставшуюся не израсходованной после окисления органического вещества хромовую кислоту 0,1 н. раствором соли Мора. Индикатор следует вносить непосредственно перед титрованием. Титрование ведут на холоду. Красно-бурая окраска жидкости, появляющаяся после прибавления дифениламина, при титровании раствором соли Мора постепенно переходит в интенсивно-синюю, а затем в грязно-фиолетовую. С этого момента титрование ведут осторожно, прибавляя соль Мора по одной капле и тщательно перемешивая содержимое колбы. Конец титрования – изменение грязно-фиолетовой окраски раствора в бутылочно-зеленую; после некоторого стояния (10–15 минут) окраска жидкости становится зеленой. Появление при титровании ярко-зеленой окраски указывает на избыток соли Мора, т. е. на то, что раствор перегитрован, анализ в этом случае необходимо повторить.

Для устранения влияния ионов трехвалентного железа, которое окисляет индикатор и вызывает преждевременное изменение окраски раствора, применяют 85 %-ную ортофосфорную кислоту. Ее вносят в колбу перед титрованием в количестве 2,5 мл; изменение окраски в конце титрования в присутствии фосфорной кислоты очень резкое и вызывается 1–2 каплями раствора соли Мора.

Одновременно с основными анализами в той же последовательности проводят холостой (в трехкратной повторности) – для установления соотношения между 10 мл раствора хромовой смеси и раствором соли Мора. Для равномерного кипения жидкости при холостом анализе в колбу перед приливанием раствора хромовой смеси обязательно вносят около 0,1–0,2 г растертых в порошок прокаленных пемзы или почвы. В противном случае происходит неизбежное при кипячении чистого раствора перегревание, могущее вызвать разложение хромовой кислоты. В остальном поступают согласно описанному ходу анализа.

При проведении больших партий анализов на содержание гумуса по методу Тюрина (30–60 анализов одновременно) можно делать перерывы на следующих этапах работы: взятие навесок – один день; окисление, перенос в колбы для титрования и титрование – на другой день. Или, что менее желательно, взятие навесок и окисление проводить в один день, титрование – на следующий. В последнем случае содержимое колб после сжигания должно быть разбавлено и перенесено в колбы для титрования. Титрование холостых анализов

в этом случае также должно быть оставлено до следующего дня. Титрование каждой партии необходимо всегда вести при одинаковых условиях освещения (при дневном или электрическом свете).

Вычисление результатов анализа. Количество миллиметров раствора соли Мора, пошедшее на титрование после окисления гумуса навески, отвечает тому количеству хромовой кислоты, которое осталось неизрасходованным в процессе окисления.

И. В. Тюрин указывает, что устойчивые результаты наблюдаются тогда, когда на титрование остатка хромовой кислоты после окисления органического вещества идет не менее 20 мл 0,1 н. раствора соли Мора. Иначе говоря, концентрация CrO_3 не должна быть к концу окисления ниже 0,2 н.

Количество соли Мора, отвечающее тому количеству хромовой кислоты, которое пошло на окисление гумуса пробы, определяют вычитанием из результатов холостого титрования результатов титрования после окисления гумуса.

При вычислении содержания органического углерода и гумуса приняты следующие величины: 1 мл 0,1 н. раствора соли Мора соответствует 0,0003 г органического углерода или 0,000517 г гумуса (1 г углерода соответствует 1,724 г гумуса).

Если раствор соли Мора не точно 0,1 н., то вводится соответствующая поправка.

Примеры. Титр соли Мора 0, 10, 50 последовательно, 1 мл этого раствора соответствует:

$$(0,0003 \cdot 0,1050) : 0,1 = 0,000315 \text{ г углерода}$$

или

$$(0,000517 \cdot 0,1050 \cdot 0,1) : 0,1 = 0,000543 \text{ г гумуса.}$$

Формула вычисления содержания гумуса в почве:

Гумус в процентах к воздушно-сухой почве = $(a - b) \cdot K \cdot 100$,
где a — количество раствора соли Мора, пошедшее на титрование 10 мл 0,4 н. раствора $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ при холостом анализе, мл;

b — количество соли Мора, пошедшее на титрование после окисления гумуса, мл;

$(a - b)$ — количество раствора соли Мора, отвечающее тому количеству, которое израсходовано на окисление гумуса;

K — коэффициент перевода в гумус с внесенной поправкой на нормальность раствора соли Мора.

Если результаты желательно вычислить в углероде, то, вместо коэффициента перевода на гумус, следует поставить величину 0,0003 г с соответствующей поправкой на нормальность раствора соли Мора, т. е.:

0,0003 (нормальность раствора соли Мора) : 0,1.

Пример вычисления содержания гумуса в почве:

Титр соли Мора 0,1050 н., следовательно 1 мл соответствует
 $0,000517 \cdot 0,1050 : 0,1 = 0,000543$ г гумуса.

Между раствором двуххромовокислого калия и раствором соли Мора установлено следующее соотношение: на 10 мл хромовой смеси при холостом анализе идет 44,2 мл соли Мора. Навеска почвы 0,2 г. На титрование после окисления гумуса пошло 34,2 мл раствора соли Мора.

Таким образом, на окисление гумуса израсходовано $44,2 - 34,2 = 10,0$ мл 0,1050 н. раствора хромовой кислоты.

Содержание гумуса в навеске: $10 \cdot 0,000543 = 0,00543$ г. Содержание гумуса в процентах к воздушно-сухой почве из пропорции 0,2 г почвы – 0,00543 г гумуса,

100,0 почвы – X г гумуса:

$$X = 0,00543 \cdot 100 : 0,2 = 2,72 \text{ \%}.$$

Для пересчета содержания гумуса в процентах к абсолютно сухой почве определяют влажность в отдельной навеске почвы и в вычисление вводят соответствующий коэффициент.

Для работы удобна следующая форма записи:

Содержание гумуса в почве

№ анализа	№ разреза	Глубина пробы, см	Воздушно-сухая навеска, г	Количество соли Мора, пошедшее на титрование после окисления гумуса, мл	Количество соли Мора, отвечающее количеству хромовой кислоты, израсходованной на окисление гумуса, мл	Гумус, % к воздушно-сухой почве

Подведение итогов занятия. Сравнивая полученные в агрохимическом анализе данные с группировкой почв (табл. 12), определяется количество гумуса (%) и устанавливается к какой группе по обеспеченности данным элементом относится испытуемый образец.

Т а б л и ц а 12

Группировка почв по содержанию гумуса

Класс	Обеспеченность	Содержание гумуса, %
1	очень низкая	менее 2,0
2	низкая	2,1-3,0
3	средняя	3,1-4,0
4	повышенная	4,1-5,0
5	высокая	5,1-6,0
6	очень высокая	более 6,0

Холостой анализ: на титрование раствора 10 мл 0,4 н. раствора $K_2Cr_2O_7$ идет 45,0 мл раствора соли Мора 0,102 н. (среднее из трех определений), К – коэффициент пересчета на гумус.

Определение содержания органического вещества по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213)

Метод основан на окислении органического вещества раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте и последующем определении трехвалентного хрома, эквивалентного содержанию органического вещества, на фотоэлектроколориметре. Метод не пригоден для проб с массовой долей хлорида более 0,6% и проб с массовой долей органического вещества более 15%.

Из размолотой почвы или породы отбирают представительную пробу массой 3-5 г для тонкого измельчения. Перед измельчением из пробы удаляют пинцетом видимые невооруженным глазом неразложившиеся корни и растительные остатки. Затем пробу полностью измельчают и пропускают через плетеное сито с отверстиями диаметром 0,25 мм. Для тонкого измельчения используют ступки и измельчительные устройства из фарфора, стали и других твердых материалов.

Ход анализа.

Окисление органического вещества. Массу пробы почвы или породы для анализа определяют, исходя из предполагаемого содержания органического вещества:

Массовая доля органического вещества, % *Масса пробы для анализа, мг*

до 2	500-700
2-4	250-350
4-7	100-200
более 7	50– 100

Пробы почвы или породы взвешивают с погрешностью не более 1 мг и помещают в пробирки, установленные в штативы. К пробам приливают по 10 см³ хромовой смеси. В каждую пробирку помещают стеклянную палочку и тщательно перемешивают пробу с хромовой смесью. Затем штативы с пробирками опускают в кипящую водяную баню. Уровень воды в бане должен быть на 2-3 см выше уровня хромовой смеси в пробирках. Продолжительность нагревания суспензий 1 ч с момента закипания воды в бане после погружения в нее пробирок. Содержимое пробирок перемешивают стеклянными палочками через каждые 20 мин. По истечении 1 ч штативы с пробирками помещают в водяную баню с холодной водой. После охлаждения в пробирки приливают по 40 см³ воды. Затем из пробирок вынимают палочки, тщательно перемешивают суспензии барбатацией воздуха и оставляют для оседания твердых частиц и полного осветления надосадочной части раствора. Вместо отстаивания допускается проводить фильтрование суспензий через беззольные фильтры (синяя лента).

Приготовление растворов сравнения. В девять пробирок наливают по 10 см³ хромовой смеси и нагревают их в течение 1 ч в кипящей водяной бане вместе с анализируемыми пробами. После охлаждения в пробирки приливают указанные далее в таблице объемы дистиллированной воды и раствора восстановителя. Растворы тщательно перемешивают барбатацией воздуха.

Характеристика раствора	Номер раствора сравнения								
	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	23	25	30
Масса органического вещества в растворе сравнения, мг, эквивалентная объему восстановителя									
	0	1,03	2,07	4,14	5,17	7,76	10,3	12,9	15,5

Фотометрирование растворов проводят в кювете с толщиной просвечиваемого слоя 1-2 см относительно раствора сравнения №1 при длине волны 590 нм или используя оранжево-красный светофильтр с максимумом пропускания в области 560-600 нм. Растворы в кювету фотоэлектроколориметра переносят осторожно, не взмучивая осадка.

Расчет. Массу органического вещества в анализируемой пробе определяют по градуировочному графику. При построении градуировочного графика по оси абсцисс откладывают массу органического вещества в миллиграммах, соответствующую объему восстановителя в растворе сравнения, а по оси ординат – соответствующее показание прибора.

Массовую долю органического вещества (X) в процентах вычисляют по уравнению

$$X = m/m_1 \cdot 100,$$

где m – масса органического вещества в анализируемой пробе, найденная по графику, мг;

m_1 – масса пробы, мг;

100 – коэффициент пересчета в проценты.

Допускаемые относительные отклонения от аттестованного значения стандартного образца для двусторонней доверительной вероятности $P = 0,95$:

Массовая доля органического вещества, %	Допускаемые отклонения, % (отн.)
менее 3	
3-5	20
более 5	15

Аппаратура и материалы

1. Фотоэлектроколориметр.
2. Баня водяная.
3. Весы торзионные или другие с погрешностью не более 1 мг.
4. Пробирки стеклянные термостойкие вместимостью 50 см³.
5. Штатив для пробирок.
6. Бюретка или дозатор для отмеривания 10 см³ хромовой смеси.

7. Палочки стеклянные длиной 30 см.
8. Цилиндр или дозатор для отмеривания 40 см³ воды.
9. Груша резиновая со стеклянной трубкой или устройство для барботации.
10. Бюретка вместимостью 50 см³.
11. Колбы мерные вместимостью 1 дм³.

Контрольные вопросы:

1. Что такое потенциальные и эффективные запасы элементов в почвах, зачем они нужны?
2. Какова роль органической и минеральной частей почвы в питании растений и применении удобрений?
3. В чем заключается принцип определения гумуса в почвенном образце?

Занятие 19

**КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМЕ:
«СВОЙСТВА ПОЧВЫ
В СВЯЗИ С ПИТАНИЕМ РАСТЕНИЙ
И ПРИМЕНЕНИЕМ УДОБРЕНИЙ».
ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ УИРС**

Вопросы к коллоквиуму:

1. Химическая поглотительная способность почвы и ее значение для применения удобрений.
2. Потенциальные и эффективные запасы питательных веществ в различных почвах. Роль удобрений в повышении плодородия почв.
3. Физико-химическая или обменная поглотительная способность почвы и ее практическое значение для применения удобрений.
4. Содержание азота в почве и динамика его соединений.
5. Содержание, формы соединений калия в почве и их доступность растениям.
6. Гипсование солонцов и солонцеватых почв. Изменения, вызываемые в почве гипсом.

7. Содержание и формы соединений фосфора в почве. Усвоение растениями трудно растворимых фосфатов.
8. Виды кислотности почв и их характеристика.
9. Краткая агрохимическая характеристика основных типов почв и основные направления химизации.
10. Биологическая поглотительная способность почв.
11. Источники поступления и потерь азота из почвы.
12. Химический анализ почв и установление доз удобрений.
13. Значение концентрации раствора, его рН, антагонизма ионов, физиологической уравновешенности в поступлении питательных веществ в растения.
14. Органическое вещество почвы как источник азотного питания растений (аммонификация, нитрификация).
15. Значение, принцип и ход анализа определения в почве нитратного азота дисульфифеноловым методом по Грандваль – Ляжу.
16. Значение, принцип и ход анализа определения нитрификационной способности почвы по Кравкову в модификации почвенного института им. В. В. Докучаева.
17. Значение, принцип и ход анализа определения содержания аммонийного азота с помощью реактива Несслера.
18. Значение, принцип и ход анализа определения содержания подвижного фосфора в карбонатных почвах по методу Б. П. Мачигина.
19. Значение, принцип и ход анализа определения содержания обменного калия в почве по методу Б. П. Мачигина в модификации ЦИНАО.
20. Значение, принцип и ход анализа потенциометрического определения рН почвы.
21. Значение, принцип и ход анализа определения суммы поглощенных оснований по Каппену – Гильковицу.
22. Значение, принцип и ход анализа определения гумуса почвы по методу Тюрина в модификации ЦИНАО.

Данные лабораторных опытов и анализов, выполненных студентами, оформляются в виде таблицы 13:

Влияние удобрений на агрохимические показатели тип почв

Показатели	Фон	Фаза развития					
		ку- ще- ние	вы- ход в труб- ку	коло- ше- ние	молочно- восковая спелость	полная спелость (солома)	полная спе- лость (зерно)
NO ₃ мг/кг	контроль						
	НРК						
N – NO ₃ мг/ кг	контроль						
	НРК						
NH ₄ мг/кг	контроль						
	НРК						
P ₂ O ₅ мг/кг	контроль						
	НРК						
K ₂ O мг/кг	контроль						
	НРК						
рН вод. %	контроль						
	НРК						
рН сол. %	контроль						
	НРК						
Нг мг·экв./100 г почвы	контроль						
	НРК						
Sx мг·экв./100 г почвы	контроль						
	НРК						

При подведении итогов учебно-исследовательской работы студент делает выводы о влиянии удобрений на химический состав почвы в течение вегетации озимой пшеницы.

Занятие 20.

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ УДОБРЕНИЙ. РАСПОЗНАВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ПРИЗНАКИ УДОБРЕНИЙ И КАЧЕСТВЕННЫЕ РЕАКЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ИХ СВОЙСТВ

Цель занятия:

- 1) контроль знаний методики распознавания минеральных удобрений в производственных условиях;
- 2) изучение классификации минеральных удобрений, их физических и химических свойства;
- 3) определение по качественным реакциям и физическим свойствам минеральных удобрений и мелиорантов.

1. Основные признаки удобрений

Цвет. Устанавливают визуально, принимая во внимание возможность его изменения при транспортировке и хранении.

Влажность. При хранении в закрытом помещении одни удобрения остаются сухими и сыпучими, другие впитывают влагу вследствие высокой гигроскопичности (поглощения паров воды из воздуха).

Строение. Удобрения подразделяют на порошковидные и кристаллические. Кристаллы могут быть крупными и мелкими.

Кристаллическое состояние характерно для всех азотных (кроме цианамид кальция) и калийных удобрений (за исключением калимага), а также для азотно-фосфорного удобрения – аммофоса. В порошковидном (аморфном) состоянии находятся фосфорные и известковые удобрения, цианамид кальция и калимаг.

Растворимость в воде. Минеральные удобрения делят на две группы – хорошо и трудно растворимые в воде.

Все кристаллические удобрения (азотные, калийные и аммофос) хорошо растворимы в воде, все аморфные (фосфорные, известковые, а также калимаг и цианамид кальция) слабо растворимы или нерастворимы в ней. Для определения растворимости в пробирку помещают 1 г удобрения, приливают 10 мл дистиллированной воды, встряхивают и наблюдают.

2. Основные качественные реакции при определении свойств удобрений

Реакция со щелочью. Необходима для выявления аммиака в удобрении. К 2 мл водного раствора удобрения в пробирке добавляют 1 мл щелочи и смесь осторожно подогревают на газовой горелке или на спиртовке. Присутствие аммиака устанавливают по посинению введенной в отверстие пробирки красной лакмусовой бумажки или (при отсутствии ее) по запаху.

Реакция с хлоридом бария. Показывает присутствие в удобрении сульфат-иона (SO_4^{2-}). К 2 мл раствора удобрения добавляют 2–3 капли раствора BaCl_2 . Если в растворе находится сульфат-ион, то выпадает осадок BaSO_4 . Если это действительно сульфат бария, то при добавлении в ту же пробирку 1 мл слабой соляной или уксусной кислоты осадок не растворяется.

Реакция с нитратом серебра. К 2 мл раствора удобрения прибавляют 2–3 капли раствора AgNO_3 и содержимое пробирки встряхивают. Появление белого створаживающегося осадка хлорида серебра указывает на присутствие хлора в удобрении. Если выпадает желтый осадок, удобрение содержит фосфор (в желтый цвет окрашен фосфат серебра, возникающий в процессе реакции). Нитрат серебра дает белый осадок также с сульфат-ионом, однако в этом случае осадка образуется гораздо меньше, чем при реакции сульфат-иона с хлоридом бария.

Поведение на раскаленном угле. На раскаленный в ложечке или на шпатель уголь насыпают 0,2–0,3 г удобрения (с кончика ножа) и отмечают быстроту его сгорания, цвет пламени, запах.

Поведение на раскаленном угле дает возможность отличить калийные удобрения от азотных. Калийные удобрения в этом случае не дают характерных реакций. Они не сгорают, не имеют определенного запаха, остаются без изменений, иногда лишь потрескивают на угле. Селитры, наоборот, сгорают, а цвет пламени позволяет различить их. Натриевая селитра вспыхивает и быстро сгорает, образуя желто-оранжевое пламя, калийная селитра также вспыхивает и быстро сгорает, но в отличие от натриевой дает фиолетовое пламя, аммиачная селитра сгорает, образуя белое пламя, иногда только плавится, падает и выделяет белый дым с запахом аммиака.

Реакция с дифениламином. На смоченную раствором удобрения поверхность белой фарфоровой чашки наносят 1–2 капли дифениламина. Появление синего окрашивания указывает на присутствие нитрат-ионов.

Реакция с кислотой. Обнаруживает карбонат-ион. В пробирку помещают 1 г (1 чайную ложку) сухого удобрения и осторожно приливают из капельницы несколько капель соляной кислоты (реактив 6а). Вскипание содержимого пробирки (выделение пузырьков углекислого газа) указывает на присутствие карбонатов в удобрении.

Реакция хлорида бария или нитрата серебра с трудно растворимым удобрением. К прозрачной жидкости над не растворившимся удобрением прибавляют 2–3 капли указанных реактивов.

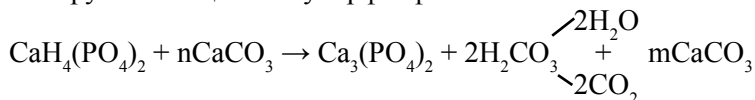
При качественном анализе удобрений записи удобно вести по следующей форме:

Т а б л и ц а 14

Качественный анализ удобрений

Номер удобрения	Цвет	Строение	Растворимость в воде	Присутствие ионов							Прочие реакции	Состав, формула	Название удобрения
				NH_4^+	Cl^-	SO_4^{2-}	Ca^{2+}	K^+	NO_3^-	HCO_3^-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Реакция 1 – на суперфосфат и другие трудно растворимые в воде удобрения. В стакан насыпается ложка удобрения, прибавляется немного воды и если удобрение не растворяется (мажется по стенкам стакана) добавляется ложка тонко измельченного мела или золы. Масса тщательно перемешивается деревянной палочкой. Появление пены (бурное выделение CO_2) свидетельствует о том, что анализируемое вещество суперфосфат.



Если удобрение в воде не растворяется и при добавлении мела или золы CO_2 не выделяется, необходимо взять новую порцию этого удобрения и подействовать небольшим количеством соляной или уксусной кислоты (разведенной в 10 раз уксусной эссенции).

При этом могут быть такие случаи:

1. Удобрение не вспыхивает, по виду темно-серый землистый порошок – фосфоритная мука, белый или грязно-белый порошок – дает с AgNO_3 желтый осадок – преципитат.

2. Удобрение вскипает (выделяется CO_2), цвет белый или грязно-белый – известковое удобрение.

3. Удобрение вскипает, по виду темно-серый или черный тонкий порошок, иногда при действии кислоты пахнет сероводородом – томасшлак. Если же определяемое удобрение хорошо растворяется в воде, то оно может быть фосфорным, а должно быть азотным или калийным. В таком случае надо взять новую порцию и перейти ко второй реакции.

Примечание. Кристаллические удобрения (чаще азотные или калийные) хорошо растворяются в воде, а амфотерные слабо или почти не растворяются.

Реакция 2 – на азотные удобрения. Сульфат аммония, аммиачная селитра и аммофос в воде растворяются хорошо.

Половину удобрения смешивают в стакане с ложкой золы (лучше горячей) и тщательно перемешивают палочкой. Выделение аммиака является показателем того, что определяемое удобрение – сульфат аммония, аммиачная селитра или аммофос. Для различия этих удобрений необходимы дополнительные качественные реакции.

1-я дополнительная реакция – отличие сульфата аммония от аммиачной селитры. На раскаленный древесный уголь быстро насыпают щепотку удобрения. При этом могут быть два случая:

а) удобрение не вспыхивает, а плавится и дает белый дымок – сульфат аммония или аммофос;

б) удобрение вспыхивает и сгорает – аммиачная селитра.

2-я дополнительная реакция – отличие аммония от аммофоса.

Из удобрения приготавливается водная вытяжка и отфильтровывается. К небольшому количеству фильтрата прибавляют 10 капель раствора 5 %-ного AgNO_3 . Если выпадает обильный осадок желтого цвета, то это удобрение – аммофос.

Реакция 3 – на азотные удобрения нитратной формы, мочевины и калийные удобрения.

Если удобрение хорошо растворяется в воде, но при действии золы аммиак не выделяется, то оно азотное нитратной формы NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ или мочевины $\text{Ca}(\text{NH}_2)_2$ или калийное KCl , K_2SO_4 , 40 %-ная калийная соль и сильвинит. Азотные удобрения нитратной формы отличаются от калийных тем, что они подобно

аммиачной селитре на раскаленном угле дают вспышку разного цвета и быстро сгорают:

- а) NaNO_3 – вспышка желтого цвета;
- б) KNO_3 – вспышка фиолетового цвета;
- в) $\text{Ca(NO}_3)_2$ – вспышка желтого цвета.

Мочевина – при действии щелочи (зола) аммиак не выделяется, но на раскаленном угле аммиак выделяется.

Все калийные удобрения на раскаленном угле вспышки не дают. Для отличия K_2SO_4 от хлористых солей KCl , 40 %-ной калийной соли и сильвинита необходимо приготовить из удобрения водную вытяжку, взять в пробирку немного фильтрата и прибавить несколько капель 10 %-ной HCl и 5 %-ного BaCl_2 . Появление белого молокообразного осадка свидетельствует о том, что это удобрение – K_2SO_4 , а в противном случае – хлористые калийные соли.

Различие хлористых калийных солей между собой. Сильвинит-крупка чаще розового, красного и других цветов.

40 %-ная калийная соль по виду напоминает столовую соль, но всегда видна примесь кристаллов сильвинита.

Хлористый калий напоминает столовую соль, но розового или красного цвета, кристаллы сильвинита отсутствуют (сейчас выпускают хлористый калий розового цвета).

Комплексные удобрения содержат два и более элементов питания. Перед определением гранулы комплексных удобрений растирают в ступке из фарфора. Затем около 1 г удобрений помещают в пробирку и добавляют туда 15 мл дистиллированной воды. Содержимое пробирки нагревают и тщательно перемешивают. После отстаивания жидкость над осадком используют для проведения реакций:

- а) с NaOH для выделения NH_3 и Ca (выпадает в осадок Ca(OH)_2);
- б) с BaCl_2 – для выделения сульфатных ионов (выпадает осадок BaSO_4);
- в) с AgNO_3 – при наличии хлора выпадает белый осадок хлорида серебра (AgCl), а AgH_2PO_4 окрашивает раствор в желтый цвет;
- г) с дифениламином для выделения NO_3 (проявляется окраска синего цвета);
- д) при наличии калия пламя газовой горелки приобретает фиолетовую окраску.

Нитрофоска дает характерные реакции на Ca^{++} , K^+ , NH_4^+ , NO_3^- , Cl^- , H_2PO_4^- .

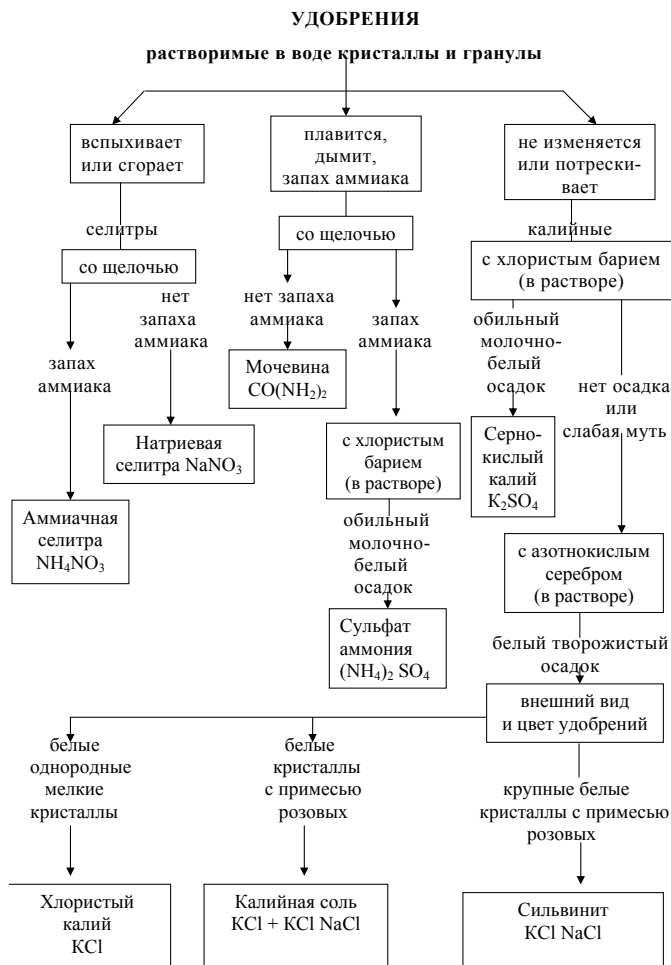
Нитрофос – на Ca^{++} , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{--} , H_2PO_4^- .

Аммофос – на NH_4^+ , HPO_4^- .

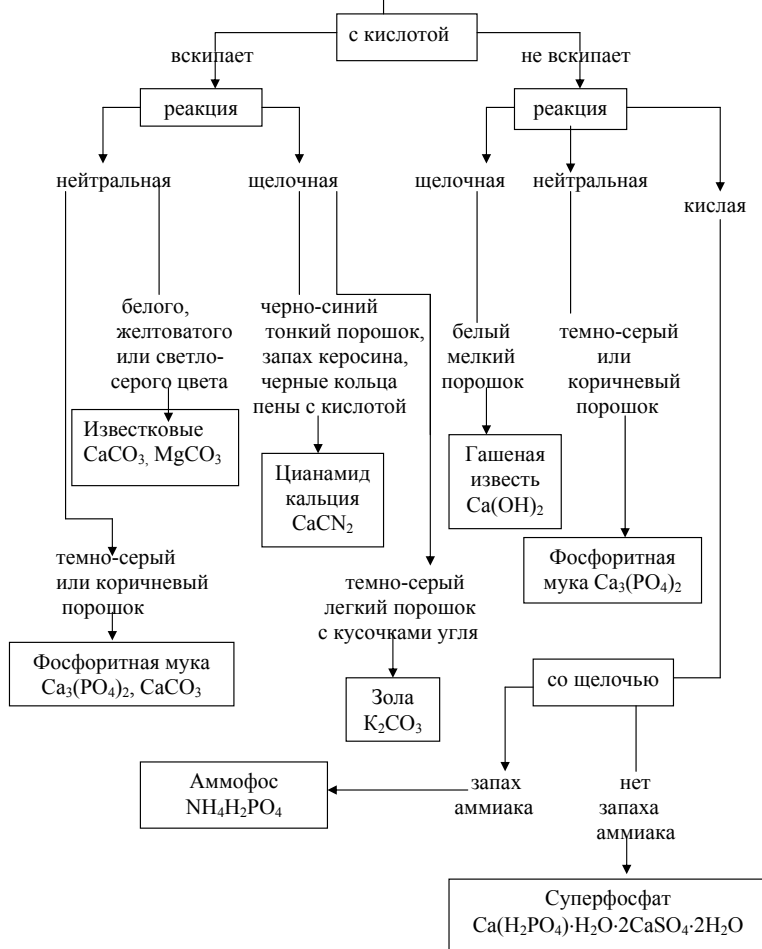
Нитроаммофоска – на NO_3^- , H_2PO_4^- , NH_4^+ , K^+ , Cl^- .

Нитроаммофос – на NO_3^- , H_2PO_4^- , NH_4^+ .

Распознавание минеральных удобрений удобно вести по следующей схеме:



Нерастворимые и не полностью растворимые в воде порошки и гранулы



Реактивы, материалы, посуда и оборудование:

- хлорид бария, 2–5 %-ный раствор;
- нитрат серебра, 1–2 %-ный раствор;
- щелочь, 8–10 %-ный раствор;
- дифениламин, 1 %-ный раствор;
- соляная кислота, разбавленная водой (1:5);
- лакмусовая бумага, промывалка для воды, пробирки, капель-

ницы, газовая или спиртовая горелка, древесный уголь, дистиллированная вода.

Контрольные вопросы:

1. Как по внешним признакам распознать калийные удобрения?
2. Как определить трудно растворимые фосфорные удобрения?
3. Как определить удобрения, содержащие аммиак?
4. Как обнаружить карбонат-ион в удобрениях?

ТЕСТЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО И ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ

ТЕСТ-КОНТРОЛЬ «ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ» ПО ПРИЗНАКАМ ГОЛОДАНИЯ

Вопрос 1. В каком из ответов перечислены признаки азотного голодания растений?

1. Вся листовая пластинка молодых листьев, в том числе и жилки, приобретают светло-зеленую или желтую окраску. На более поздних стадиях желтеют и старые листья.
2. Верхние молодые листья хлоротичные, жилки в первое время зеленые, а при длительном голодании происходит отмирание тканей на краях листьев и засыхание побегов у деревьев.
3. Бледно-зеленая окраска листьев, переходящая у некоторых растений в оранжевые оттенки.

Вопрос 2. В каком из ответов перечислены признаки калийного голодания растений?

1. На ранних стадиях верхушки и края наиболее старых листьев вначале желтеют, затем буреют и, наконец, отмирают, т. е. подвергаются «ожогу».

2. Листья имеют желтую окраску, отмирание листа начинается с верхушки и распространяется к его основанию.
3. Появление между параллельными жилками старых листьев полосок светло-желтой окраски.

Вопрос 3. В каком из ответов перечислены признаки борного голодания растений?

1. Листья вблизи точки роста желтеют, иногда даже слегка краснеют, но нижние листья сохраняют нормальную зеленую окраску. Частично повреждаются и боковые верхушечные побеги. В результате укорачивания верхних междоузлий растения вырастают низкорослыми, образуя розетку; цветки не развиваются, почки отмирают.
2. Молодые растения медленно растут, чахнут и приобретают темно-зеленую окраску. Иногда листья приобретают пурпурную окраску.
3. Посветление окраски листьев, связанное с недостаточным образованием хлорофилла или его частичным разрушением. Изменение окраски листьев из зеленой в желтую, красную, фиолетовую и другие цвета у краев и между жилками. Появление между жилками пятен различного цвета, связанных с отмиранием тканей. На листьях, имеющих продолговатое жилкование, пятна имеют продолговатый вид, а на листьях, имеющих сетчатое жилкование, пятна имеют более округленный вид. Появление и распространение признаков от нижних листьев вверх.

Вопрос 4. В каком из ответов перечислены признаки азотного голодания растений?

1. Растения прямые и вытянувшиеся, окраска листьев желтовато-зеленая, переходящая в желтую, стебли пурпурно-зеленые.
2. Рост растений приостанавливается, а листья покрываются светлыми желтовато-зелеными пятнами.
3. Отмирание корешков и верхушечных почек. Усиленное развитие боковых побегов, которые также могут отмирать. Хлороз верхушечных листьев. Слабое цветение или отсутствие его. Уродливая форма плодов с образованием в мякоти опробковевших тканей.

Вопрос 5. В каком из ответов перечислены признаки фосфорного голодания растений?

1. Темно-зеленая с голубоватым и бронзовым (картофель, томаты) оттенком окраска листьев. Пожелтение, побурение и отмирание тканей по краям листьев и листочков, краевой «ожог» листьев, позднее распространяющийся и между жилками.
2. Листья имеют темно-зеленую окраску. Иногда листья приобретают слабый пурпурный оттенок.
3. Жилки листьев приобретают желтую или желтовато-зеленую окраску, края листьев засыхают и кажутся обожженными. «Ожог» и есть наиболее примечательный симптом голодания.

Вопрос 6. В каком из ответов перечислены признаки железного голодания растений?

1. Верхние молодые листья хлорозные, жилки в первое время зеленые, а при длительном голодании происходит отмирание тканей на краях листьев и засыхание побегов у деревьев.
2. Рост растений приостанавливается, а листья покрываются светлыми желтовато-зелеными пятнами.
3. Вся листовая пластинка молодых листьев, в том числе и жилки, приобретают светло-зеленую или желтую окраску. На более поздних стадиях желтеют и старые листья.

Вопрос 7. В каком из ответов перечислены признаки фосфорного голодания растений?

1. Верхние молодые листья хлорозные, а жилки в первое время зеленые, а при длительном голодании происходит отмирание тканей на краях листьев и засыхание побегов у деревьев.
2. Отсутствие хлорофилла на верхушках нижних листьев. Последние при этом желтеют, так как с потерей зеленого пигмента (хлорофилла) в листе преобладают желтые пигменты, такие как каротин, ксантофилл. Постепенно пожелтение распространяется вдоль главной жилки листа, принимая характерную форму в виде буквы V.
3. Темно-зеленая с голубоватым оттенком, фиолетовая (кукуруза, сорго, томаты и пурпурная капуста) окраска листьев.

Появление на краях нижних листьев отмерших тканей бурого и черного цвета.

Вопрос 8. В каком из ответов перечислены признаки калийного голодания растений?

1. Листья вблизи точки роста желтеют, иногда даже слегка краснеют, но нижние листья сохраняют нормальную зеленую окраску. В результате укорачивания верхних междоузлий растения вырастают низкорослыми, образуя розетку; цветки не развиваются, почки отмирают.
2. На ранних стадиях верхушки и края наиболее старых листьев вначале желтеют, затем буреют и, наконец, отмирают, т. е. подвергаются «ожогу».
3. Бледно-зеленая окраска листьев, переходящая у некоторых растений в оранжевые и красные оттенки.

Вопрос 9. В каком из ответов перечислены признаки кальциевого голодания растений?

1. В водных культурах у молодых растений проявляются весьма отчетливые симптомы. Кончики распускающихся листьев покрываются студенистой массой, и когда листья засыхают, они склеиваются друг с другом.
2. Появление между параллельными жилками старых листьев полосок светло-желтой окраски.
3. Отмирание верхушечных почек и корешков. Усиленное развитие боковых побегов, которые также могут отмирать. Хлороз верхушечных листьев, слабое цветение или отсутствие его. Уродливая форма плодов с образованием в мякоти опробковевших тканей.

Вопрос 10. В каком из ответов перечислены признаки магниевого голодания растений?

1. Листья имеют желтую окраску, отмирание листа начинается с верхушки и распространяется к его основанию.
2. Посветление окраски листьев, связанное с недостаточным образованием хлорофилла или его частичным разрушением. Изменение окраски листьев с зеленой на желтую, красную, фиолетовую и другие цвета у краев и между жилками. Появление между жилками пятен различного цвета, связанных с отмиранием тканей. На листьях, имеющих продолговатое жилкование, пятна имеют продолговатый вид,

а на листьях, имеющих сетчатое жилкование, пятна имеют более округленный вид. Появление и распространение признаков от нижних листьев вверх.

3. Вся листовая пластинка молодых листьев, в том числе и жилки, приобретают светло-зеленую или желтую окраску. На более поздних стадиях желтеют и старые листья.

Вопрос 11. В каком из ответов перечислены признаки фосфорного голодания растений?

1. Листья имеют темно-зеленую окраску. Иногда листья приобретают слабый пурпурный оттенок.
2. Растения прямые и вытянувшиеся, окраска листьев желтовато-зеленая, переходящая в желтую, стебли пурпурно-зеленые.
3. Бледно-зеленая окраска листьев, переходящая у некоторых растений в оранжевые и красные оттенки.

Вопрос 12. В каком из ответов перечислены признаки калийного голодания растений?

1. Жилки листьев приобретают желтую или желтовато-зеленую окраску, края листьев засыхают и кажутся обожженными. «Ожог» и есть наиболее примечательный симптом голодания.
2. Появление между параллельными жилками старых листьев полосок светло-желтой окраски.
3. Листья вблизи точки роста желтеют, иногда даже слегка краснеют, но нижние листья сохраняют нормальную зеленую окраску. Частично повреждаются и боковые верхушечные побеги. В результате укорочения верхних междоузлий растения вырастают низкорослыми, образуя розетку; цветки не развиваются, почки отмирают.

Вопрос 13. В каком из ответов перечислены признаки голодания серой?

1. Отсутствие хлорофилла на верхушках нижних листьев. Последние при этом желтеют, так как с потерей зеленого пигмента (хлорофилла) в листе преобладают желтые пигменты, такие как каротин, ксантофилл. Постепенно пожелтение распространяется вдоль главной жилки листа, принимая характерную форму в виде буквы V.

2. Вся листовая пластинка молодых листьев, в том числе и жилки, приобретают светло-зеленую или желтую окраску. На более поздних стадиях желтеют и старые листья.
3. Молодые растения медленно растут, чахнут и приобретают темно-зеленую окраску. Иногда листья приобретают пурпурную окраску.

Вопрос 14. В каком из ответов перечислены признаки фосфорного голодания растений?

1. Темно-зеленая с голубоватым оттенком, фиолетовая (кукуруза, сорго, томаты и пурпурная капуста) окраска листьев. Появление на краях нижних листьев отмерших тканей бурого и черного цвета.
2. Темно-зеленая с голубоватым и бронзовым (картофель, томаты) оттенком окраска листьев. Пожелтение, побурение и отмирание тканей по краям листьев и листочков, краевой «ожог» листьев, позднее распространяющийся и между жилками.

Вопрос 15. В каком из ответов перечислены признаки борного голодания растений?

1. Посветление окраски листьев, связанное с недостаточным образованием хлорофилла или его частичным разрушением. Изменение окраски листьев с зеленой на желтую, красную, фиолетовую и другие цвета у краев и между жилками. Появление между жилками пятен различного цвета, связанных с отмиранием тканей. На листьях, имеющих продолговатое жилкование, пятна имеют продолговатый вид, а на листьях, имеющих сетчатое жилкование, пятна имеют более округленный вид. Появление и распространение признаков от нижних листьев вверх.
2. Верхние молодые листья хлоротичные, а жилки в первое время зеленые. При длительном голодании происходит отмирание тканей на краях листьев и засыхание побегов у деревьев.
3. Отмирание верхушечных почек и корешков. Усиленное развитие боковых побегов, которые также могут отмирать. Хлороз верхушечных листьев, слабое цветение или отсутствие его. Уродливая форма плодов с образованием в мякоти опробковевших тканей.

Вопрос 16. В каком из ответов перечислены признаки калийного голодания?

1. Листья имеют темно-зеленую окраску. Иногда листья приобретают слабый пурпурный оттенок.
2. Листья имеют желтую окраску, отмирание листа начинается с верхушки и распространяется к его основанию.
3. На ранних стадиях верхушки и края наиболее старых листьев вначале желтеют, затем буреют и наконец, отмирают, т. е. подвергаются «ожогу».

Вопрос 17. В каком из ответов перечислены признаки азотного голодания растений?

1. В водных культурах у молодых растений проявляются весьма отчетливые симптомы. Кончики распускающихся листьев покрываются студенистой массой, и когда листья засыхают, они склеиваются друг с другом.
2. Молодые растения медленно растут, чахнут и приобретают темно-зеленую окраску. Иногда листья приобретают пурпурную окраску.
3. Отсутствие хлорофилла на верхушках нижних листьев. Последние при этом желтеют, так как с потерей зеленого пигмента (хлорофилла) в листе преобладают желтые пигменты, такие как каротин, ксантофилл. Постепенно пожелтение распространяется вдоль главной жилки листа, принимая характерную форму в виде буквы V.

Вопрос 18. В каком из ответов перечислены признаки фосфорного голодания растений?

1. Темно-зеленая с голубоватым оттенком, фиолетовая (кукуруза, сорго, томаты и пурпурная капуста) окраска листьев. Появление на краях нижних листьев отмерших тканей бурого и черного цвета.
2. Темно-зеленая с голубоватым и бронзовым (картофель, томаты) оттенком окраска листьев. Пожелтение побурение и отмирание тканей по краям листьев и листочков, краевой «ожог» листьев, позднее распространяющийся и между жилками.
3. Рост растений приостанавливается, а листья покрываются светлыми желтовато-зелеными пятнами.

ТЕСТ-КОНТРОЛЬ**«РАСПОЗНАВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ»**

По сумме признаков указать название удобрений, химическую формулу и % действующего вещества.

Вариант 1

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Аморфный порошок темно-серого цвета	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	не вскипает	без изменения
2	Кристаллическая соль в виде гранул или чешуек	растворяется	выделяет аммиак	без изменения	без изменения	без изменения	вспыхивает и сгорает
3	Крупнокристаллическая соль розового или синего цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает

Вариант 2

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Порошок белого или серого цвета	не растворяется	вскипает с выделением CO_2	без изменения	без изменения	не вскипает	без изменения
2	Кристаллическая соль белого или серого цвета	растворяется	выделяет NH_3	без изменения	без изменения	без изменения	плавится и дымит
3	Кристаллическая соль белого цвета	растворяется	без изменения	выпадает молочно-белый осадок	без изменения	без изменения	потрескивает

Вариант 3

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Мелкие белые кристаллы с примесью крупных розовых	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает
2	Тяжелый темно-серый порошок	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	вскипает с выделением сероводорода	без изменения
3	Кристаллическая соль	растворяется	выделяет аммиак	без изменения	желтый осадок	без изменения	плавится и дымит

Вариант 4

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Порошок белый или грязно-белый	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	вскипает с выделением CO_2	без изменения
2	Кристаллическая соль белого цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	дымит с выделением NH_3
3	Мелко-кристаллическая соль белого или розового цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает

Вариант 5

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает фиолетовым пламенем
2	Крупная кристаллическая соль розового или синего цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает
3	Порошок белого светлого серого цвета	не растворяется	с золой вскипает с выделением CO_2	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения

Вариант 6

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает желто-оранжевым пламенем
2	Аморфный порошок темно-серого цвета	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	не вскипает	без изменения
3	Кристаллическая соль белого или серого цвета	растворяется	выделяет NH_3	без изменения	желтый осадок	без изменения	плавится и дымит

Вариант 7

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает желтым пламенем
2	Тяжелый темно-серый порошок	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	вскипает с выделением сероводорода	без изменения
3	Кристаллическая	растворяется	без изменения	выпадает молочно – белый осадок	без изменения	без изменения	потрескивает

Вариант 8

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Порошок белый или грязно-белый	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	вскипает с выделением CO_2	без изменения
2	Мелкие белые кристаллы с примесью крупных розовых	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает
3	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает желтым пламенем

Вариант 9

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль в виде гранул или чешуек	растворяется	выделяет NH_3	без изменения	без изменения	без изменения	вспыхивает и сгорает
2	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает желто-оранжевым пламенем
3	Порошок темно – серый	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	не вскипает	без изменения

Вариант 10

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль	растворяется	выделяет NH_3	без изменения	желтый осадок	без изменения	плавится и дымит
2	Кристаллическая соль белого цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	дымит с выделением NH_3
3	Мелкокристаллическая соль белого или розового цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает

Вариант 11

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает фиолетовым пламенем
2	Тяжелый темно-серый порошок	не растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	вскипает с выделением сероводорода	без изменения
3	Кристаллическая соль	растворяется	выделяет NH_3	без изменения	желтый осадок	без изменения	плавится и дымит

Вариант 12

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Порошок белого или светло-серого цвета	не растворяется	вскипает с выделением CO_2	без изменения	без изменения	не вскипает	без изменения
2	Кристаллическая соль белого цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	дымит с выделением NH_3
3	Мелкокристаллическая соль белого или розового цвета	растворяется	без выделений	без изменения	желтый осадок	без изменения	потребскивает

Вариант 13

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Мелкие белые кристаллы	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает
2	Кристаллическая соль белого или серого цвета	растворяется	выделяет NH_3	выпадает молочно-белый осадок	без изменения	без изменения	плавится и дымит
3	Крупнокристаллическая соль розового синего цвета	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	потрескивает

Вариант 14

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль белого цвета	растворяется	без изменения	выпадает молочно-белый осадок	без изменения	без изменения	потрескивает
2	Кристаллическая соль в виде гранул или чешуек	растворяется	выделяет NH_3	без изменения	без изменения	без изменения	вспыхивает и сгорает
3	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает фиолетовым пламенем

Вариант 15

№	Внешний вид удобрения	Растворимость в воде	Отношение удобрений к щелочи (золе)	Отношение удобрений к BaCl_2	Отношение удобрений к AgNO_3	Отношение удобрений к HCl	Отношение удобрений к раскаленному углю
1	Кристаллическая соль	растворяется	без изменения	без изменения	без изменения	без изменения	сгорает желтым пламенем
2	Порошок белого или серого цвета	не растворяется	вскипает с выделением CO_2	без изменения	без изменения	не вскипает	без изменения
3	Кристаллическая соль белого или серого цвета	растворяется	выделяет NH_3	выпадает молочно-белый осадок	без изменения	без изменения	плавится и дымит

ТЕСТ-КОНТРОЛЬ «СМЕШИВАНИЕ УДОБРЕНИЙ»

Вариант 1

№	Удобрения	Смешивать
1	Аммиачная селитра + томасшлак	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
2	Мочевина + суперфосфат простой	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
3	Суперфосфат гранулированный + калий углекислый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 2

№	Удобрения	Смешивать
4	Сульфат аммония + суперфосфат простой	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
5	Мочевина + преципитат	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
6	Аммофос + сернокислый калий	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 3

№	Удобрения	Смешивать
7	Аммиачная селитра + суперфосфат двойной	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
8	Фосфоритная мука + мочевина	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
9	Томасшлак + аммофос	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 4

№	Удобрения	Смешивать
10	Аммиачная селитра + фосфоритная мука	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
11	Диаммофос + хлористый калий	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
12	Каинит + преципитат	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 5

№	Удобрения	Смешивать
13	Сульфат аммония + преципитат	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
14	Аммофос + калий углекислый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
15	Суперфосфат гранулированный + 40 %-ная калийная соль	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 6

№	Удобрения	Смешивать
16	Аммиачная селитра + суперфосфат простой	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
17	Аммофос + мочеви́на	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
18	Мочевина + калий сернокислый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 7

№	Удобрения	Смешивать
19	Аммиачная селитра + суперфосфат нейтрализованный	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
20	Фосфоритная мука + калий хлористый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
21	Аммофос + калий хлористый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 8

№	Удобрения	Смешивать
22	Сульфат аммония + суперфосфат гранулированный	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
23	Томашлак + аммиачная селитра	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
24	40 %-ная калийная соль + преципитат	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 9

№	Удобрения	Смешивать
25	Мочевина + суперфосфат гранулированный	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
26	Сульфат аммония + 40 %-ная калийная соль	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
27	Нитрофоска + суперфосфат двойной	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 10

№	Удобрения	Смешивать
28	Кальциевая селитра + суперфосфат простой	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
29	Мочевина + фосфоритная мука	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
30	Калий хлористый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 11

№	Удобрения	Смешивать
31	Аммиачная селитра + калий хлористый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
32	Цианамид кальция + суперфосфат простой	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
33	Калий сернокислый + преципитат	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 12

№	Удобрения	Смешивать
34	Сульфат аммония + суперфосфат нейтрализованный	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
35	Фосфоритная мука + калий сернокислый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
36	Нитрофоска + мочевины	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 13

№	Удобрения	Смешивать
37	Мочевина + фосфоритная мука	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
38	Цианамид кальция + известь	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
39	Каинит + суперфосфат двойной	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 14

№	Удобрения	Смешивать
40	Аммиачная селитра + преципитат	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
41	Суперфосфат нейтрализованный + калий хлористый	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
42	Диаммофос + мочевины	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

Вариант 15

№	Удобрения	Смешивать
43	Сульфат аммония + суперфосфат двойной	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
44	Калий углекислый + аммиачная селитра	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя
45	Нитрофоска + аммиачная селитра	1. Можно 2. Можно непосредственно перед внесением 3. Нельзя

ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ ПО АГРОХИМИИ

- Какие формы азота доступны растениям?
 - NO_3^- ;
 - NH_4^+ ;
 - все перечисленные.
- Содержание азота, фосфора и калия в растениях измеряется:
 - в %;
 - кг;
 - кг/га.

3. Азотные удобрения повышают в растении содержание:
 - а) жира;
 - б) золы;
 - в) сырого протеина;
 - г) не влияют на химический состав растения.
4. В органическом веществе почвы содержится азота:
 - а) до 5 %;
 - б) до 10 %;
 - в) до 15 %.
5. Способы внесения удобрений, это:
 - а) основное;
 - б) припосевное;
 - в) подкормка;
 - г) все перечисленные.
6. Какая форма фосфора в почве легко доступна для растений:
 - а) H_2PO_4^- ;
 - б) HPO_4^{2-} ;
 - в) PO_4^{3-} .
7. Коррекцию доз удобрений осуществляют по результатам:
 - а) почвенной диагностики;
 - б) растительной диагностики;
 - в) сочетание а) и б).
8. Почвы Ставропольского края характеризуются в целом как:
 - а) низкообеспеченные калием;
 - б) среднеобеспеченные калием;
 - в) высокообеспеченные калием.
9. По мере развития растения содержание в нем азота, фосфора, калия:
 - а) повышается;
 - б) остается неизменным;
 - в) снижается.
10. Система удобрений – это:
 - а) организационно-хозяйственный, агротехнический и агрохимический комплекс мероприятий, направленный на выполнение научно обоснованного плана применения удобрений с указанием вида, доз, сроков и способов внесения удобрений под сельскохозяйственные культуры;
 - б) основанное на знаниях свойств и взаимоотношений растений, почв и удобрений агрономически и экономиче-

- ски наиболее эффективное и экологически безопасное применение удобрений при любой обеспеченности ими хозяйства в каждом агроландшафте с учетом природно-экономических условий;
- в) всесторонне обоснованные виды, дозы, соотношения, сроки и способы применения удобрений и мелиорантов с учетом потребностей и чередования культур и уровня плодородия почв в каждом агроландшафте, обеспечивающие максимальные урожаи культур хорошего качества с одновременной оптимизацией плодородия почв.
11. В подкормки под различные культуры применяют чаще всего:
- а) азотные удобрения;
 - б) фосфорные удобрения;
 - в) калийные удобрения;
 - г) органические удобрения.
12. Органическая часть почвы представляет собой:
- а) негумифицированные органические вещества растительного или животного происхождения;
 - б) органические вещества специфической природы: гумусовые, или перегнойные;
 - в) комплекс негумифицированных и гумусовых веществ.
13. К азотным удобрениям относятся:
- а) мочевины;
 - б) сульфат калия;
 - в) суперфосфат.
14. К комплексным удобрениям относятся:
- а) 40 %-ная калийная соль;
 - б) аммофос;
 - в) двойной суперфосфат.
15. К органическим удобрениям относятся:
- а) сидераты;
 - б) птичий помет;
 - в) солома;
 - г) сапропель;
 - д) все перечисленные.
16. К минеральным удобрениям не относятся:
- а) сапропель;
 - б) нитроаммофос;
 - в) калийная селитра.

17. К микроэлементам не относятся:
- а) цинк;
 - б) бор;
 - в) фосфор.
18. К кислым относятся почвы по реакции pH:
- а) 7,0;
 - б) 8,0;
 - в) 6,0.
19. Какой период развития озимой пшеницы является критическим в потреблении фосфора:
- а) первые 15 дней после появления всходов;
 - б) фаза колошения;
 - в) на протяжении всей вегетации.
20. Какой период развития озимой пшеницы является критическим в потреблении азота:
- а) всходы;
 - б) кущение;
 - в) полная спелость.
21. Какое из перечисленных удобрений является физиологически кислым:
- а) NaNO_3 ;
 - б) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
 - в) CaNO_3 .
22. Какое из перечисленных удобрений является физиологически щелочным:
- а) CaNO_3 ;
 - б) NH_4NO_3 ;
 - в) KCl .
23. Какое из этих определений соответствует аммонификации:
- а) восстановление нитратного азота до газообразных форм (NO , N_2O и N_2);
 - б) разложение органических веществ до аммиака;
 - в) окисление солей аммония до нитратов.
24. Какая форма азотных удобрений является лучшей для ранневесенней прикорневой подкормки озимой пшеницы:
- а) аммиачная селитра;
 - б) сульфат аммония;
 - в) хлористый аммоний.

25. Какой из представленных элементов не относят к необходимым элементам питания:

- а) азот;
- б) цинк;
- в) олово.

26. Физико-химическая (обменная) поглотительная способность почвы:

- а) способность поглощать ионы почвенного раствора, преимущественно катионы, путем эквивалентного обмена на одноименно заряженные ионы диффузного слоя минеральных, органических и органоминеральных коллоидов твердой фазы почвы;
- б) обусловлена пористостью почвы, способностью задерживать твердые частицы из воздуха и фильтрующихся вод;
- в) обусловлена наличием в почве живых организмов – растений, микроорганизмов и других, которые избирательно поглощают из почвенного раствора и воздуха питательные элементы.

27. Нуждаемость почв в гипсовании устанавливают:

- а) по содержанию Na в ППК;
- б) требовательности культур к реакции почвы;
- в) содержанию Ca в ППК.

28. Минимальная доза подстилочного навоза при разбросном внесении в зоне неустойчивого увлажнения составляет (т/га):

- а) 5;
- б) 20;
- в) 50.

29. Лучшее время заделки навоза в почву после разбрасывания его по полю:

- а) в течение суток;
- б) в течение недели;
- в) в течение месяца.

30. При посеве под все культуры наиболее эффективно внесение:

- а) суперфосфата;
- б) аммиачной селитры;
- в) сульфата натрия.

31. Оптимальная доза припосевного удобрения под озимую пшеницу в зоне неустойчивого увлажнения составляет:

- а) P_{50} ;
- б) P_{20} ;
- в) P_{40} .

32. Какие формы азота доступны растениям?
- а) NO_3^- ;
 - б) NH_4^+ ;
 - в) N_2 ;
 - г) NO_2^- ;
 - д) NH_2 ;
 - е) все перечисленные.
33. На содержание азота в растениях существенное влияние оказывает обеспеченность почвы:
- а) подвижным фосфором;
 - б) обменным калием;
 - в) не оказывает влияния.
34. Азотные удобрения повышают в растении содержание:
- а) жира;
 - б) золы;
 - в) сырого протеина;
 - г) не влияют на химический состав растения.
35. В органическом веществе почвы содержится азота:
- а) до 5 %;
 - б) до 10 %;
 - в) до 15 %.
36. Озимая пшеница особенно чувствительна к недостатку фосфора в фазу:
- а) всходы – кушение;
 - б) кушение – выход в трубку;
 - в) выход в трубку – колошение;
 - г) колошение – молочная спелость;
 - д) молочная спелость – полная спелость.
37. Корнями растений фосфор поглощается в виде:
- а) H_2PO_4^- ;
 - б) HPO_4^{2-} ;
 - в) PO_4^{3-} ;
 - г) все перечисленные.
38. Какие формы фосфора в почве доступны для растений:
- а) органические;
 - б) минеральные.
39. Фосфоритная мука наиболее эффективна:
- а) на кислых почвах;
 - б) нейтральных почвах;
 - в) щелочных почвах.

40. Коррекцию доз удобрений осуществляют по результатам:
- а) почвенной диагностики;
 - б) растительной диагностики;
 - в) сочетание а) и б).
41. Водорастворимые соли калия представлены в почвенном растворе:
- а) карбонатами;
 - б) сульфатами;
 - в) хлоридами;
 - г) нитратами;
 - д) всеми перечисленными формами.
42. Почвы Ставропольского края характеризуются в целом как:
- а) низкообеспеченные калием;
 - б) среднеобеспеченные калием;
 - в) высокообеспеченные калием.
43. По мере развития растения содержание в нем азота, фосфора, калия:
- а) повышается;
 - б) остается неизменным;
 - в) снижается.
44. Система удобрений – это:
- а) организационно-хозяйственный, агротехнический и агрохимический комплекс мероприятий, направленный на выполнение научно обоснованного плана применения удобрений с указанием вида, доз, сроков и способов внесения удобрений под сельскохозяйственные культуры;
 - б) основанное на знаниях свойств и взаимоотношений растений, почв и удобрений агрономически и экономически наиболее эффективное и экологически безопасное применение удобрений при любой обеспеченности ими хозяйства в каждом агроландшафте с учетом природно-экономических условий;
 - в) всесторонне обоснованные виды, дозы, соотношения, сроки и способы применения удобрений и мелиорантов с учетом потребностей и чередования культур и уровня плодородия почв в каждом агроландшафте, обеспечивающие максимальные урожаи культур хорошего качества с одновременной оптимизацией плодородия почв.

45. Эффективность удобрений зависит от:
- а) почвенно-климатических условий;
 - б) агротехнических и почвенно-климатических условий;
 - в) видов, доз, соотношений, форм, сроков и способов их применения;
 - г) всех условий, перечисленных выше.
46. В подкормки под различные культуры переносят чаще всего:
- а) азотные удобрения;
 - б) фосфорные удобрения;
 - в) калийные удобрения;
 - г) органические удобрения.
47. Органическая часть почвы представляет собой:
- а) негумифицированные органические вещества растительного или животного происхождения;
 - б) органические вещества специфической природы гумусовые или перегнойные;
 - в) комплекс негумифицированных и гумусовых веществ.
48. При плодородии почв ниже требований культур баланс фосфора и калия должен быть:
- а) отрицательным;
 - б) положительным.
49. К азотным удобрениям относятся:
- а) кальциевая селитра;
 - б) селвинит;
 - в) преципитат.
50. К комплексным удобрениям относятся:
- а) селвинит;
 - б) аммофос;
 - в) двойной суперфосфат.
51. К органическим удобрениям относятся:
- а) сидераты;
 - б) птичий помет;
 - в) солома;
 - г) сапропель;
 - д) все перечисленные.
52. К минеральным удобрениям не относятся:
- а) сапропель;
 - б) селвинит;
 - в) преципитат.

53. К микроэлементам не относятся:
- а) цинк;
 - б) бор;
 - в) марганец;
 - г) фосфор.
54. Абсолютные показатели баланса элементов выражаются:
- а) в \pm кг/га д. в.;
 - б) %;
 - в) мг/кг.
55. Интенсивность баланса элементов выражается:
- а) в \pm кг/га д. в.;
 - б) %;
 - в) мг/кг.
56. К кислым относятся почвы по реакции pH:
- а) 6,5;
 - б) 7,4;
 - в) 4,5.
57. Какой период развития озимой пшеницы является критическим в потреблении фосфора:
- а) первые 15 дней после появления всходов;
 - б) фаза колошения;
 - в) на протяжении всей вегетации.
58. Какой период развития озимой пшеницы является критическим в потреблении азота:
- а) всходы;
 - б) кущение;
 - в) полная спелость.
59. Какое из перечисленных удобрений является физически кислым:
- а) NaNO_3 ;
 - б) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;
 - в) NH_4Cl .
60. Какое из перечисленных удобрений является физиологически щелочным:
- а) CaNH_3 ;
 - б) NH_4NO_3 ;
 - в) KCl .

61. Какое из этих определений соответствует аммонификации:
- а) восстановление нитратного азота;
 - б) разложение органических веществ до аммиака;
 - в) окисление солей аммония до нитратов.
62. Какая форма азотных удобрений является лучшей для прикорневой подкормки:
- а) аммиачная селитра;
 - б) сульфат аммония;
 - в) хлористый аммоний.

ТЕСТ-КОНТРОЛЬ «Дополните ответ»

1. Оптимальное место внесения навоза в звене севооборота – однолетние травы, озимая пшеница, картофель, ячмень ...
2. На фоне навоза наиболее эффективны ... минеральные удобрения.
3. Для уменьшения потерь азотные удобрения следует применять ...
4. Усвояемость фосфора суперфосфатов культурами возрастает при ...
5. Потребность в калийных удобрениях на кислых почвах возрастает при ...
6. Из минеральных удобрений в запас вносят чаще ...
7. Наиболее эффективный способ применения микроудобрений под однолетними культурами – это ...
8. Баланс питательных элементов – это разница между ...
9. Абсолютные показатели баланса элементов выражаются в ...
10. Коэффициент возврата – это отношение ...
11. Интенсивность баланса – это отношение ...
12. При любом плодородии почв баланс азота под культурами теоретически должен быть ...
13. Свежая растительная масса, запахиваемая в почву для обогащения ее и последующих культур фактическим веществом и питательными элементами называется ...
14. Отходы свеклосахарных заводов, содержащие CaCO_3 и Ca(OH)_2 , а также в небольших количествах органическое вещество, азот, фосфор, калий и микроэлементы, называются ...

15. Органические и минеральные отложения пресноводных озер и прудов называются ...
16. Разложение органических веществ почвы до аммиака, называется ...

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ

для студентов агрономического факультета

1. Значение органических удобрений, пути увеличения накопления и улучшения использования.
2. Значение внешних факторов питания (свет, тепло, вода, концентрация раствора, pH и другие) для поступления питательных веществ в растение.
3. Сернокислый аммоний – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
4. Роль удобрений в повышении урожайности и изменении качества продукции растениеводства.
5. Аммиачная селитра – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
6. Питание растений. Внутренние и внешние условия питания.
7. Комплексные удобрения. Их агрохимическая и агроэкологическая характеристика.
8. Питание растений азотом. Особенности питания растений $N-NO_3$ и $N-NH_4$.
9. Медленнодействующие азотные удобрения – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
10. Физико-химическая или обменная поглотительная способность почвы и ее влияние на превращение элементов питания.
11. Способы хранения навоза и изменения, происходящие в нем при хранении.
12. Особенности применения удобрений на орошаемых землях.
13. Мочевина – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
14. Состояние и перспективы химизации земледелия в свете Федеральной Программы повышения плодородия почв.

15. Натриевая селитра – производство, свойства, взаимодействие с почвой, зоны эффективного применения.
16. Калийная селитра – производство, свойства, взаимодействие с почвой, зоны эффективного применения.
17. Кальциевая селитра – производство, свойства, взаимодействие с почвой, зоны эффективного применения.
18. Периодичность питания и приемы регулирования питания растений.
19. Основные микроудобрения – свойства и условия эффективного применения. Баланс микроэлементов в земледелии Юга России.
20. Роль воды в питании растений.
21. Содержание азота в почве и динамика его соединений.
22. Некорневое питание растений и внекорневые подкормки.
23. Нитрофосы, нитрофоски – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
24. Биологическая поглотительная способность почвы и ее роль в превращении элементов питания.
25. Зеленые удобрения – значение, подбор растений. Применение зеленых удобрений и их эффективность в различных почвенно-климатических условиях.
26. Роль академика Д.Н. Прянишникова и его школы в развитии агрохимии.
27. Роль микроэлементов (В, Мо, Мп, Сu и др.) в питании растений.
28. Основные принципы построения системы удобрений в севообороте.
29. Сырые калийные удобрения (сильвинит, калимаг, калимагнезия) их свойства и применение. Распознавание калийных удобрений в производственных условиях.
30. Питание растений Са, Мg, S, Fe.
31. Краткая агрохимическая характеристика основных типов почв Юга России. Основные направления химизации.
32. Обоснование способов, доз и сроков внесения удобрений под зерновые культуры.
33. Мета- и полифосфаты аммония – получение, состав, свойства, применение.
34. Агрохимическая служба РФ и ее роль в химизации земледелия.

35. Птичий помет – состав, свойства, хранение, применение.
36. Жидкие комплексные удобрения – получение, состав, свойства и применение.
37. Качественное распознавание азотных удобрений в производственных условиях.
38. Источники поступления и потерь азота из почвы.
39. Диаммофос – получение, состав, свойства и применение.
40. Особенности применения удобрений на эродированных землях.
41. Навозная жижа – состав, свойства, хранение, применение.
42. Какие азотные удобрения наиболее эффективны при ранневесенней подкормке озимой пшеницы?
43. Влияние органических и минеральных удобрений на агрохимические свойства почвы.
44. Хлористый аммоний – производство, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
45. Вегетационный опыт и его значение. Методы диагностики питания растений.
46. Сернокислый калий – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
47. Предмет и методы агрономической химии. Краткий исторический обзор развития науки.
48. Особенности питания и удобрение кукурузы.
49. Питание растений фосфором.
50. Эффективность гипсования солонцов и солонцеватых почв. Изменения, вызываемые в почве гипсом. Материалы, применяемые для гипсования.
51. Хранение и подготовка минеральных удобрений к внесению. Техника безопасности.
52. Особенности питания и удобрение подсолнечника.
53. Эффективность органических и минеральных удобрений в условиях Юга России.
54. Хлористый калий – производство, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
55. Дозы удобрений в зависимости от способов удобрения и биологических особенностей культур.
56. Бактериальные удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфоробактерин и др.) и условия их эффективного применения.

57. Вынос питательных веществ сельскохозяйственными культурами, коэффициенты выноса и их использование на практике.
58. Карбамид-аммиачная селитра (КАС) – получение, состав, свойства, применение.
59. Потенциальные и эффективные запасы питательных веществ в различных типах почв Юга России.
60. Виды навоза по степени разложения и их характеристика. Доступность питательных веществ навоза растениям.
61. Химический состав растений как свидетельство их минерального питания.
62. Нитроаммофос, нитроаммофоска – получение, состав, свойства, применение.
63. Органическое вещество почвы как источник питательных веществ для растений (аммонификация, нитрификация, денитрификация).
64. Особенности питания и удобрение озимой пшеницы.
65. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии Юга России.
66. Преципитат – получение, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
67. Качественное распознавание фосфорных удобрений в производственных условиях.
68. Аммонизированный суперфосфат – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
69. Эволюция основных теорий питания растений. Типы питания. Синтетическая деятельность корней.
70. Компосты как средство увеличения производства и улучшения качества органических удобрений.
71. Современные теории поглощения и представление о механизме поступления и усвоения питательных веществ растениями.
72. Особенности питания и удобрение картофеля.
73. Механическая поглотительная способность почвы, ее влияние на поведение элементов питания.
74. Физическая поглотительная способность почвы, ее влияние на поведение элементов питания.
75. Превращение азота в растениях и внутренние условия его регулирующие (аминирование, переаминирование, дезаминирование, образование амидов).

76. Действие и последствие навоза на урожайность сельскохозяйственных культур.
77. Сырье для производства калийных удобрений. Основные месторождения калийных солей в РФ. Калийная соль – получение, состав, свойства и применение.
78. Пути потерь азота из органических удобрений и способы их уменьшения.
79. Простой суперфосфат – получение, производство, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
80. Химическая поглотительная способность почвы, ее значение в превращении питательных веществ.
81. Навоз подстилочный, полужидкий, жидкий – состав, свойства, хранение и применение.
82. Концентрированный суперфосфат – получение, состав, свойства, взаимодействие с почвой, применение.
83. Определение норм удобрений под сельскохозяйственные культуры (на основе полевых опытов, картограмм, балансово-расчетные методы).
84. Аммофос. Состав, свойства, условия применения.
85. Сочетание органических и минеральных удобрений при применении их под полевые культуры.
86. Состав почвы. Роль органической и минеральной частей почвы в питании растений.
87. Тукосмеси, их состав и свойства. Значение тукосмешения.
88. Качественное распознавание калийных удобрений в производственных условиях.
89. Содержание азота в почвах. Источники поступления и потерь азота в почве. Баланс азота в земледелии.
90. Способы (допосевное, припосевное, послепосевное) и приемы (локальное, разброс, запасное) внесения удобрений.
91. Жидкий аммиак и аммиачная вода, свойства и условия применения.
92. Способы внесения удобрений, их назначение в питании растений.
93. Методы агрохимических исследований (вегетационный, полевой и производственный опыт). Построение схем полевых опытов.
94. Особенности питания и удобрения яровых зерновых культур (овес, ячмень).

95. Особенности питания и удобрения сахарной свеклы.
96. Классификация удобрений.
97. Солома – как органическое удобрение, состав, условия применения.
98. Агрохимическая характеристика основных подтипов черноземов.
99. Агрохимическая характеристика каштановых почв.
100. Навозная жижа – состав, хранение и условия применения.
101. Плодородие почвы, его виды. Пути повышения эффективного плодородия почвы.
102. Значение и виды зеленого удобрения, условия применения.
103. Качественное распознавание азотных удобрений в производственных условиях.
104. Физико-химическая или обменная поглотительная способность почвы и ее практическое значение для применения удобрений.
105. Фосфоритная мука, состав, свойства, условия применения.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ВОПРОСЫ для студентов факультета защиты растений

1. Предмет, методы и задачи агрохимии.
2. Роль русских и зарубежных ученых в развитии учения о питании растений.
3. Химизация земледелия. Состояние и перспективы применения удобрений и средств химизации в РФ и Ставропольском крае.
4. Влияние удобрений на устойчивость растений к вредителям, болезням и сорнякам.
5. Периодичность поступления питательных веществ в растения и способы ее регулирования.
6. Химический состав растений.
7. Вынос элементов питания урожаем сельскохозяйственных культур.
8. Основные теории поглощения элементов питания.
9. Влияние внешних условий на поглощение питательных веществ растениями (свет, вода, температура).

10. Влияние внешних условий на поглощение питательных веществ растениями (концентрация и состав почвенного раствора, аэрация, реакция почвенной среды).
11. Физиологическая реакция удобрений.
12. Способы внесения удобрений, их назначение в питании растений.
13. Влияние прикорневых и поверхностных подкормок азотными удобрениями на урожайность и качество зерна озимой пшеницы, совместное применение с пестицидами.
14. Плодородие почвы, его виды. Пути повышения эффективного плодородия почвы.
15. Состав почвы. Роль органической и минеральной частей почвы в питании растений.
16. Биологическая, механическая и физическая поглощательная способность почвы в связи с применением удобрений.
17. Химическая поглощательная способность и ее значение для применения фосфорных удобрений.
18. Физико-химическая или обменная поглощательная способность почв и ее практическое значение для применения удобрений.
19. Отношение сельскохозяйственных растений к реакции почвы.
20. Нуждаемость в гипсовании (дозы, сроки и способы внесения гипса).
21. Нуждаемость в известковании (дозы, сроки и способы внесения извести).
22. Агрохимическая характеристика основных подтипов черноземов.
23. Агрохимическая характеристика каштановых почв.
24. Классификация удобрений.
25. Роль азота в питании растений.
26. Особенности питания растений нитратами и аммиачным азотом.
27. Превращение азота в почве (аммонификация, нитрификация и денитрификация).
28. Содержание азота в почвах. Источники поступления и потеря азота в почве.
29. Влияние азотных удобрений на урожай и качество сельскохозяйственных культур, устойчивость растений к болезням

- и вредителям.
30. Влияние фосфорных и калийных удобрений на урожай и качество сельскохозяйственных культур, устойчивость растений к болезням и вредителям.
 31. Кальциевая селитра: свойства и условия применения.
 32. Натриевая селитра: свойства и условия применения.
 33. Хлористый аммоний: состав, свойства и условия применения.
 34. Серноокислый аммоний: состав, свойства и условия применения.
 35. Жидкий аммиак и аммиачная вода: свойства и условия применения.
 36. Аммиачная селитра: свойства и условия применения.
 37. Мочевина: свойства и условия применения.
 38. КАС: состав, свойства и условия применения.
 39. Роль фосфора в питании растений.
 40. Содержание и формы соединений фосфора в почве.
 41. Перспективы применения фосфорных удобрений. Сырье для производства фосфорных удобрений.
 42. Суперфосфат простой: состав, свойства, условия применения.
 43. Концентрированный суперфосфат: состав, свойства, условия применения.
 44. Преципитат: состав, свойства, условия применения.
 45. Фосфоритная мука, состав, свойства, условия применения.
 46. Роль калия в питании растений.
 47. Соединения калия в почве. Круговорот и баланс калия в почве.
 48. Хлористый калий: состав, свойства, условия применения.
 49. 40 %-ная калийная соль: состав, свойства, условия применения.
 50. Серноокислый калий: свойства и условия применения.
 51. Сырые калийные удобрения (сильвинит, карналлит): состав, свойства, условия применения.
 52. Понятие о комплексных удобрениях. Их экономическое и агротехническое значение.
 53. Аммофос: состав, свойства, условия применения.
 54. Диаммофос: состав, свойства, условия применения.
 55. Калийная селитра: состав, свойства, условия применения.

56. Нитрофос и нитрофоска: состав, свойства, условия применения.
57. Нитроаммофос и нитроаммофоска: состав, свойства, условия применения.
58. Жидкие комплексные удобрения: состав, свойства, условия применения.
59. Тукосмеси: состав, свойства. Значение тукосмешивания.
60. Значение микроэлементов для растений, необходимость их применения.
61. Борные и медные удобрения: роль в питании, содержание в почве, свойства и условия применения.
62. Цинковые и марганцевые удобрения: роль в питании, содержание в почве, свойства и условия применения.
63. Молибденовые и кобальтовые удобрения: роль в питании, содержание в почве, свойства и условия применения.
64. Правила хранения удобрений и подготовка их к внесению.
65. Задачи системы удобрения и принципы ее построения.
66. Особенности построения системы удобрений при комплексной химизации.
67. Способы (допосевное, припосевное, послепосевное) и приемы (локальное, разброс, запасное) внесения удобрения.
68. Определение норм удобрений под сельскохозяйственные культуры (на основе полевых опытов, картограмм, балансово-расчетные методы).
69. Сочетание минеральных и органических удобрений при применении их под полевые культуры.
70. Удобрение озимой пшеницы.
71. Удобрение подсолнечника.
72. Удобрение сахарной свеклы.
73. Удобрение кукурузы.
74. Удобрение яровых зерновых культур (ячмень, овес).
75. Качественное распознавание азотных удобрений в производственных условиях.
76. Качественное распознавание фосфорных удобрений в производственных условиях.
77. Качественное распознавание калийных удобрений в производственных условиях.
78. Солома как органическое удобрение, состав, условия применения.

79. Птичий помет: его состав, хранение, условия применения.
80. Значение и виды зеленого удобрения, условия применения.
81. Навозная жижа: состав, хранение, условия применения.
82. Подстилочный и бесподстилочный навоз. Их составные части, свойства, условия применения.
83. Значение навоза и других органических удобрений в повышении урожаев сельскохозяйственных культур и плодородия почвы.
84. Рассчитать возможную урожайность озимой пшеницы, если содержание в почве подвижного фосфора составляет 40 мг/кг, а обменного калия – 250 мг/кг почвы.
85. Рассчитать возможную урожайность озимой пшеницы, если содержание в почве нитратного азота – 50 мг/кг, а аммонийного – 30 мг/кг почвы.
86. Методы расчета экономической эффективности от применения удобрений.
87. Эффективность органических удобрений в различных почвенно-климатических зонах страны, действие и последствие их на урожайность сельскохозяйственных культур.
88. Методы агрохимических исследований (полевой, вегетационный и производственный опыты). Построение схемы полевых опытов.
89. Задачи и структура современной агрохимической службы РФ.
90. Охрана окружающей среды при использовании средств химизации.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В СЕВООБОРОТЕ ХОЗЯЙСТВА»
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 110203.65
«ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ»**

ЗАДАЧИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

Изучение курса агрономической химии студентами факультета защиты растений завершается разработкой системы удобрения в севообороте хозяйства.

Основная цель – изучить влияние удобрений на поражение растений болезнями и вредителями; научить студентов правильно анализировать состояние накопления, хранения и применения удобрений, учитывать эффективность удобрений в зоне расположения хозяйства и грамотно обобщить накопленный опыт их применения; теоретически обосновать необходимость применения тех или иных органических и минеральных удобрений в севообороте с учетом почвенно-климатических условий и особенностей питания сельскохозяйственных культур.

Общий объем работы не должен превышать 35–40 страниц формата А4 рукописного или 25–30 страниц машинописного текста (программа Word, шрифт 14). Страницы нумеруются сверху по середине, начиная с 3-й (титульный лист и оглавление работы не нумеруются). Оформление титульного листа приведено в приложении 1. Заголовки отделяются от текста. Оставляются поля слева – 30, сверху – 20, внизу – 25, справа – 10 мм. На странице должно быть размещено 28–30 строк. Оглавление работы приводится на 2-й странице с указанием в правой стороне цифры, обозначающей начальную страницу раздела.

Все таблицы в тексте должны иметь порядковые номера и название. В конце работы приводится список использованной литературы в соответствии с требованиями ГОСТ, нумерация которой ведется в алфавитном порядке. В списке использованной литературы указывают фамилии и инициалы авторов, полное название ста-

тьи или книги; а также город, издательство, год издания и количество страниц. Если приводится статья из периодического журнала, то дается его название, год издания, номер выпуска и нумерация страниц. Выполняется работа по данным своего хозяйства или по заданию преподавателя.

ПЛАН И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение

В этом разделе студент раскрывает значение и роль химизации для интенсификации сельскохозяйственного производства, обосновывает необходимость перехода от разрозненных приемов к применению удобрений в системе севооборота, совместному внесению удобрений и средств защиты растений как агротехнически и экономически оправданному приему. Отмечает роль органических и минеральных удобрений в сохранении и повышении плодородия почвы, увеличении продуктивности сельскохозяйственных культур. Анализирует динамику производства удобрений и средств защиты растений, а также современное состояние и перспективы их применения в стране и крае.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХОЗЯЙСТВЕ

1.1. Название края, района, хозяйства _____

1.2. Специализация хозяйства _____

1.3. Тип, разновидность почвы _____

На пункты 1.1–1.3 даются краткие и четкие ответы.

1.4. Почвенно-климатические условия хозяйства.

Почвенно-климатические условия оказывают значительное влияние на развитие и распространение болезней, вредителей, сорняков и условия формирования урожайности сельскохозяйственных культур. Это необходимо учитывать при выборе форм удобрений, сроков и способов их внесения. Эффективность удобрений повышается при оптимальном водном режиме. Удобрения в свою очередь способствуют более продуктивному использованию растениями влаги.

1.4.1. Почвенные условия. Действие удобрения обусловлено типом почвы, ее механическим и химическим составом, реакцией, содержанием усвояемых питательных веществ. Здесь студент приводит основные показатели эффективного плодородия почвы для полей севооборота (табл. 1).

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика почвы по полям севооборота (0–20 см)

Чередование культур	рН солевой суспензии	Содержание гумуса, %	Содержание поглощенного натрия, %	Содержание доступных элементов питания в почве, мг/кг		
				N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Пар черный						
2. Озимая пшеница						
3. Сахарная свекла и т.д.						

Указывается метод определения элементов питания. Делаются выводы по обеспеченности культур элементами питания в соответствии с существующей группировкой. Намечаются мероприятия по повышению и выравниванию плодородия почвы полей севооборота.

1.4.2. Климатические условия. Одним из решающих факторов формирования урожая является водный режим, который зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в течение года и вегетационного периода. По данным ближайшей метеостанции или агроклиматического справочника приводятся условия увлажнения хозяйства и температурный режим. Данные заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Среднегодовое количество осадков и температура по данным метеостанции _____

Показатели	Месяцы												Сумма
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Осадки, мм													
Температура, °С													

На основании данных, приведенных в таблице 2, студент делает вывод об условиях возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте. Выделяет лимитирующий фактор и намечает пути устранения негативного его влияния.

1.4.3. Урожайность сельскохозяйственных культур. В севообороте приводится фактическая урожайность сельскохозяйственных культур за последние 3 года и определяется планируемая на текущий год с учетом предшественников и возможного эффекта от применяемых удобрений. Нормативы расчета планируемой урожайности для зерновых, кормовых и технических культур определяются преподавателем. Эти показатели заносятся в таблицу 3.

Проводится анализ сложившейся урожайности сельскохозяйственных культур за предшествующие 3 года и указываются причины ее колебания по годам. Фактическая урожайность берется из годовых отчетов хозяйства или из ежегодных статистических сборников.

**Таблица 3 – Полевой севооборот
и урожайность сельскохозяйственных культур**

№ п/п	Чередование культур	Пло- щадь поля, га	Урожайность, ц/га				
			фактическая по годам				планируемая на 201_
			201_	201_	201_	средняя	
1	Пар чёрный						
2	Озимая пшеница						
	и так далее						

2. ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ И МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

2.1. Эффективность и накопление органических удобрений в хозяйстве. Раскрыть значение и влияние органических удобрений на урожай и качество сельскохозяйственной продукции. Привести результаты по эффективному применению органических удобрений в зоне расположения хозяйства (навоз, навозная жижа, солома, сидераты), а при их отсутствии – данные соседних хозяйств или опытных учреждений края. Отметить, какое влияние оказывают органические удобрения на поражение растений болезнями

и вредителями, засоренность посевов. Указать фактический и необходимый уровень их применения в районе для достижения бездефицитного баланса гумуса.

Провести расчет накопления навоза в хозяйстве в зависимости от поголовья скота, приходящегося на площадь данного севооборота (табл. 4).

Таблица 4 – Расчет накопления органических удобрений

Виды скота	Стойловый период, дней	Количество голов		Выход навоза, т	Количество условных голов (по выходу навозной жижи)	Выход навозной жижи, м ³	Выход птичьего помета, т
		физических	условных (по выходу навоза)				
КРС: взрослые молодняк							
Лошади							
Свиньи							
Овцы							
Всего	*	*	*		*		*
Птица	*		*	*	*	*	

При этом за условную голову животных принимается одна физическая голова крупного рогатого скота старше 2-х лет. По выходу навоза 1 условной голове соответствует: 2 головы молодняка КРС старше одного года; 1,5 лошади; 5 свиней; 10 овец.

Продолжительность стойлового периода зависит от вида скота, природно-климатических условий и специализации хозяйства.

За 120 дней стойлового периода от одной условной головы КРС накапливается 4 т навоза. Выход птичьего помета в течение года: от курицы – 6 кг, от утки – 8 кг, от гуся – 10 кг.

По выходу навозной жижи одной условной голове соответствует: 3 головы молодняка КРС от 1 до 2-х лет, 3 лошади, 5 свиней. Выход жижи от одной условной головы за 120 дней стойлового периода планируется 1 м³, за один месяц – 0,25 м³ на каждую условную голову.

В конце раздела студент делает вывод об обеспеченности севооборота органическими удобрениями и намечает пути увеличения

их накопления за счет использования излишков соломы, растительных отходов и приготовления компостов.

2.2. Обоснование места, доз, сроков внесения органических удобрений. При определении места внесения органических удобрений в севообороте необходимо указать поля, где будет внесен навоз, навозная жижа, солома, птичий помет, дать обоснование с учетом особенностей питания удобряемой и последующих культур.

При определении доз, места и сроков внесения органических удобрений следует учитывать зону их применения (засушливая или увлажненная), особенности питания и продолжительность вегетационного периода выращиваемых сельскохозяйственных культур, интенсивность механических обработок, а также содержание основных элементов питания в органических удобрениях (прил. 2). При расчете доз органических удобрений необходимо учитывать накопление этих удобрений в хозяйстве и удобряемую площадь.

2.3. Эффективность применения минеральных удобрений. Виды и формы минеральных удобрений, рекомендуемые хозяйству. На основании агрохимической характеристики почв хозяйства дать обоснование для применения азотных, фосфорных, калийных удобрений по каждому виду отдельно с учетом их растворимости и химических свойств. Обосновать их использование с учетом сроков их применения (допосевное, припосевное и подкормки). Привести химизм взаимодействия азотных, фосфорных и калийных удобрений с почвой (на примере одной формы удобрения). Указать пути снижения химического связывания фосфатов. Раскрыть влияние видов минеральных удобрений на степень развития и распространенность болезней на примере 2–3-х культур севооборота.

2.4. Совместное применение средств химизации в севообороте. Дать теоретическое обоснование значения совместного применения органических, минеральных удобрений и средств защиты растений. Указать под какую сельскохозяйственную культуру в севообороте будут использоваться в сочетании органические, минеральные удобрения и пестициды. На примере 1–2-х культур показать, в какие сроки и каким из существующих приемов (обработка семян, внесение баковой смеси и т. д.) планируется внесение минеральных туков и пестицидов в севообороте.

2.5. Использование микроудобрений. В соответствии с принятой системой удобрения, агрохимической характеристикой почвы

необходимо обосновать применение микроудобрений: их видов, форм, доз и сроков внесения под отдельные культуры севооборота (на примере 1–2-х культур). Указать наиболее доступные в хозяйстве приемы внесения микроэлементов: путем сочетания припосевной обработки семян микроэлементами, внекорневых подкормок с другими обязательными приемами при протравливании семян, обработкой инсектицидами, фунгицидами и гербицидами, внекорневой подкормкой минеральными удобрениями. Рассмотреть микроудобрения как средства защиты растений, привести примеры.

2.6. Рекомендации по химической мелиорации почв. При наличии в хозяйстве солонцеватых почв и солонцов планируется их химическая мелиорация. При этом описываются свойства почв и предполагаемые изменения при применении мелиоранта. Устанавливаются дозы, сроки и место внесения в севообороте. При отсутствии показателей для коренной мелиорации указываются другие приемы (внесение навоза, кальцийсодержащих удобрений, соломы, зеленых удобрений), понижающие накопление щелочных солей.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР СЕВООБОРОТА

3.1. Значение и задачи системы удобрения. На основании литературных материалов дается определение понятия «система удобрения» (с обязательной ссылкой на автора). Раскрываются задачи, решаемые системой. Показывается эффективность системного применения удобрений в сравнении с эпизодическим.

3.2. Определение потребности растений в элементах питания. Любая система удобрения пригодна для хозяйства только в том случае, если она обеспечивает увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение плодородия почв. Достигается это на основе удовлетворения потребности растений в элементах питания по выносу планируемым урожаем за счет использования почвенных запасов и из органических удобрений. А недостаток восполняется применением минеральных удобрений.

Вынос питательных веществ рассчитывается на основе средней потребности растений для формирования 1 ц товарной и побочной продукции (прил. 3) и приводится в форме таблицы 5.

Таблица 5 – **Вынос элементов питания планируемым урожаем сельскохозяйственных культур**

№ полей	Чередование культур в севообороте	Планируемая урожайность, ц/га	Вынос элементов питания, кг/га		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Пар черный				
2.	Озимая пшеница				
3.	Сахарная свёкла и т.д.				
Всего за севооборот					
В среднем на 1 гектар					

3.3. Определение норм минеральных удобрений. Одна из важных и наиболее сложных задач проектирования системы удобрения – определение норм удобрений. Существуют разные методы и подходы. Основным и объективным следует признать метод полевых опытов с удобрениями в конкретных почвенно-климатических условиях. На их основе разрабатываются средние нормы для зоны и в конкретном хозяйстве, они корректируются с учетом эффективного плодородия почвы.

В настоящее время широко используются расчетные методы. Наиболее приемлемым методом для обоснования доз удобрений на планируемый урожай считается формула, предложенная ВИУА:

$$N_y = (100 \cdot B - П \cdot K_n) : K_y,$$

где N_y – норма удобрения N, P₂O₅, K₂O, кг/га;

B – вынос определяемого элемента урожаем сельскохозяйственной культуры, кг/га;

$П$ – запас питательного вещества, кг/га;

K_n – коэффициент использования питательных веществ из почвы, %;

K_y – коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений, %.

Запас питательных веществ рассчитывается по формуле

$$П = Q \cdot h \cdot M : 10,$$

где $П$ – запас элемента питания, кг/га;

Q – содержание элемента питания в почве, мг/кг;

h – глубина обрабатываемого слоя, см;

M – объемная масса почвы, г/см³.

Коэффициенты использования питательных веществ из удобрений и почвы (K_p и K_y) берутся из приложений 4 и 5.

3.4. Размещение удобрений в севообороте. Реальные материально-денежные возможности хозяйства, особенно в настоящее время, далеко не всегда удовлетворяют потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях, дозы которых были определены на основе результатов полевых опытов или расчетными методами. Поэтому руководствуются фактической или заданной обеспеченностью хозяйства удобрениями (кг/га НРК). Для определения общего количества питательных веществ на гектар севооборотной площади обеспеченность (кг/га) умножают на число полей и распределяют их между культурами разными способами.

Прежде всего, необходимо установить дозу и место внесения удобрений длительного действия (навоз, гипс, солома и др.). При этом необходимо учитывать, что в севообороте навоз вносится основным способом в одно или два поля, поскольку обладает длительным последствием.

Распределяя минеральные удобрения по полям севооборота, необходимо определить ведущую культуру и удовлетворить ее потребность в удобрениях в оптимальных дозах. При этом назначаются средние дозы, рекомендуемые научно-исследовательскими учреждениями края, для каждой сельскохозяйственной культуры с учетом предшественника, по которому она размещается.

При разработке системы удобрения по возможности необходимо использовать все способы внесения. При этом основное удобрение, как правило, планируется один-два раза в звене севооборота под ведущую культуру. Другие культуры звена обеспечиваются за счет припосевного и подкормочного удобрения. На-

звание удобрений в системе приводится в виде агрохимических символов (прил. 6). Кроме того, в проектируемой системе рекомендуются под отдельные культуры микроудобрения, пестициды и мелиоранты. Разработанная система удобрения приводится в виде таблицы 6.

Таблица 6 – **Размещение удобрений и средств защиты растений в севообороте**

№ поля	Чередование культур в севообороте	Способы внесения удобрений				
		допосевной		припосевной	подкормки	
		название удобрения, доза, кг/га д.в.	срок внесения	название удобрения, доза, кг/га д.в.	название удобрения, доза, кг/га д.в.	срок внесения
1.	Пар чёрный					
2.	Озимая пшеница					
3.	Сахарная свёкла и т.д.					

3.5. Обоснование разработанной системы удобрения. По каждому полю с привлечением литературных источников проводится обоснование рекомендуемых доз удобрений. При этом необходимо учитывать особенности питания удобряемой культуры, роль предшественника и его влияние на плодородие почвы, последствие органических удобрений, агрохимические свойства почвы, наиболее эффективные способы внесения удобрений и т. д. Обоснование оформляется в виде таблицы 7.

Таблица 7 – **Обоснование сроков, способов и доз удобрений, рекомендуемых к применению в севообороте**

№ поля	Культура	Обоснование и описание
1.	Пар чёрный	
2.	Озимая пшеница	
3.	Сахарная свёкла и т.д.	

3.6. Расчет насыщенности 1 га севооборота удобрениями. После разработки системы удобрения рассчитывается насыщен-

ность 1 га севооборота органическими и минеральными удобрениями. Для этого сумма доз органических и минеральных удобрений делится на количество полей в севообороте. Результаты расчетов представляются в виде таблицы 8.

Таблица 8 – **Обеспеченность сельскохозяйственных культур элементами питания**

№ полей	Чередование культур	Внесено с удобрениями, кг/га								
		органическими			минеральными			всего		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Пар черный									
2.	Озимая пшеница									
и далее по числу полей в севообороте										
Всего за ротацию севооборота, кг										
На 1 га севооборота, кг										

Насыщенность 1 га севооборота удобрениями:

- а) органическими – т/га, в т. ч.: навозом _____ т/га; навозной жижей – м³/га; соломой _____ т/га;
 б) минеральными _____ кг/га, в т. ч.: N _____ кг/га, P₂O₅ _____ кг/га, K₂O _____ кг/га.

При определении соотношения N:P:K количество азота, приходящегося на 1 га, принимается за единицу и расчет проводится по схеме:

$$1 : \frac{P_2O_5}{N} : \frac{K_2O}{N}$$

3.7. Расчет годовой потребности севооборота в минеральных удобрениях. Общая потребность в минеральных удобрениях рассчитывается по данным рекомендуемой системы удобрения (табл. 6) и площади, которую занимает севооборот. Все расчеты заносятся в таблицу 9.

**Таблица 9 – Годовая потребность
в минеральных удобрениях**

Наименование удобрений	Количество, т
<i>Азотные:</i>	
1. Аммиачная селитра	
2. Мочевина	
3. Сернокислый аммоний	
4. КАС и т.д.	
<i>Фосфорные:</i>	
1. Суперфосфат порошковидный и т.д.	
<i>Калийные:</i>	
1. Хлористый калий	
2. 40 % калийная соль	
3. Сернокислый калий и т.д.	
<i>Комплексные</i>	
1. Аммофос	
2. Нитроаммофос	
3. Нитрофоска и т.д.	

Зная содержание действующего вещества в удобрении (прил. 6), можно определить годовую потребность в данном удобрении. Например: под озимую пшеницу на площади 100 га было внесено 60 кг/га д. в. азота в виде аммиачной селитры (34,6 % д. в.). Для пересчета в туки и определения годовой потребности производят следующий расчет: в 1 ц аммиачной селитры содержится 34,6 кг азота, в X ц аммиачной селитры содержится 60 кг азота. Отсюда следует:

$$X = 60 \cdot 1 : 34,6 = 1,73 \text{ ц.}$$

При определении годовой потребности в аммиачной селитре необходимо: $1,73 \text{ ц} \cdot 100 \text{ га} = 173 \text{ ц} = 17,3 \text{ т.}$

3.8. Определение площади склада для хранения минеральных удобрений. Для расчета площади склада годовую потребность в удобрениях в физическом весе умножают на объем одной тонны удобрения (прил. 6) и устанавливают объем всего количества. Объем отдельного удобрения делят на высоту его укладки и определяют потребную площадь пола складского помещения. Учитывая неоднократную оборачиваемость удобрений в системе «склад –

поле», полученную площадь делят на 2, т. е. на принятую минимальную оборачиваемость склада. Результаты расчетов приводятся в таблице 10.

**Таблица 10 – Расчет потребной площади склада
для хранения минеральных удобрений**

№ п/п	Наименование удобрения	Годовая потреб- ность, т	Объем 1 тон- ны, м ³	Объем всего количества туков, м ³	Допусти- мая высота укладки, м	Площадь пола, м ²
1.						
2.						
Итого		*	*	*	*	*

4. БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЕВООБОРОТЕ

Баланс – это математическое выражение круговорота питательных веществ в севообороте, земледелии хозяйства, района, края и более крупных регионов.

Определяется он как разность между приходом в почву элементов питания с удобрениями и их расходом урожаем. Расчеты приводятся в таблице 11.

**Таблица 11 – Общий баланс питательных веществ
в севообороте, кг/га**

№ п/п	Статьи баланса	Элемент питания			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
1	Расход				
1.1	вынос урожаем в севообороте				
2.	Приход				
2.1	с органическими удобрениями				
2.2	с минеральными удобрениями				
2.3	фиксация бобовыми культурами				
3.	Баланс, ±				
4.	Интенсивность баланса, %				

Расчет баланса элементов питания в севообороте осуществляется на основе данных, приведенных в таблицах 5 и 8 (в среднем на 1 га севооборота). Фиксация азота бобовыми культурами определяется на основе деления его среднего накопления (горох 60–70, клевер и люцерна 150–180, эспарцет 80–100 кг/га) на число полей в севообороте.

Интенсивность баланса показывает степень возврата питательных веществ и определяется по формуле

$$X = П : Р \cdot 100,$$

где X – интенсивность баланса, %;

П – приход, кг/га;

Р – расход (вынос с планируемым урожаем), кг/га.

В конце раздела студентом делается вывод о направленности круговорота питательных веществ в севообороте хозяйства. При отрицательном балансе рекомендуются мероприятия по дополнительному применению органических и минеральных удобрений, микроэлементов, отходов сельскохозяйственного производства, а при положительном – проводится перераспределение внесенных удобрений между культурами.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АГРОЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ

В последнее время цены на сельскохозяйственную продукцию, удобрения и другие средства производства постоянно меняются. Существующий диспаритет цен между сельскохозяйственной продукцией и промышленными товарами не позволяет объективно оценить экономическую эффективность производства культур в зависимости от удобрений на основе традиционных показателей. Поэтому предлагается методика расчета окупаемости 1 кг NPK дополнительно полученным урожаем. Расчет агроэкономической эффективности приводится для всех культур севооборота и оформляется в виде таблицы 12.

За прибавку урожая следует принять разницу между планируемой и фактической урожайностью (табл. 3). Для расчета окупаемости удобрений необходимо прибавку урожая, выраженную в килограммах, разделить на количество питательных веществ (N + P + K), внесенных под культуру (кг/га).

**Таблица 12 – Агроэкономическая эффективность
рекомендуемой системы удобрений**

Чередование культур	Прибавка урожая за счет удобрений, кг/га	Внесено минеральных удобрений, кг/га	Окупаемость 1 кг д.в. удобрений продукцией, кг
1. Пар черный			
2. Озимая пшеница			
3. Сахарная свекла и др.			

Сопоставляется полученная окупаемость с нормативной (прил. 7). Делаются выводы об окупаемости туков при использовании в хозяйстве рекомендованной системы удобрений.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА
«СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР
В СЕВООБОРОТЕ ХОЗЯЙСТВА»
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 110201.65 «АГРОНОМИЯ»
110200.62 «АГРОНОМИЯ»
(БАКАЛАВР СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА)**

ЗАДАЧИ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ

Изучение курса агрономической химии студентами агрономического факультета завершается разработкой системы удобрения в севообороте хозяйства.

Основная цель – разработать систему удобрений в хозяйстве с учетом почвенно-климатических условий, биологических особенностей сельскохозяйственных культур, уровня культуры земледелия и рационального использования средств повышения плодородия почвы.

Студент должен уметь: обосновать и применить рациональную систему удобрений в севооборотах; организовать выполнение

намеченной системы удобрений; находить оптимальные решения и творчески корректировать разработанную систему в зависимости от складывающихся условий; изучить свойства удобрений и их влияние на урожайность и качество продукции, их эффективность; анализировать динамику плодородия почвы.

Общий объем работы не должен превышать 45–50 страниц формата А4 для рукописного или 35–40 страниц машинописного текста (программа Word, шрифт 14). Страницы нумеруются сверху посередине, начиная с 3-й (титульный лист и оглавление работы не нумеруются). Оформление титульного листа приведено в приложении 8. Заголовки отделяются от текста. Оставляются поля: слева – 30, сверху – 25, внизу – 20, справа – 15 мм. На странице должно быть размещено 28–30 строк. Оглавление работы приводится на 2-й странице с указанием в правой стороне цифры, обозначающей начальную страницу раздела.

Все таблицы в тексте должны иметь порядковые номера и название. В конце работы приводится список использованной литературы в алфавитном порядке в соответствии с требованиями ГОСТа. В списке использованной литературы указывают фамилии и инициалы автора, полное название статьи или книги; а также город, издательство, год издания и количество страниц. Если приводится статья из периодического журнала, то дается его название, год издания, номер выпуска и нумерация страниц. Выполняется работа по данным своего хозяйства или по заданию преподавателя.

ПЛАН И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Введение

В этом разделе студент оценивает современное состояние химизации земледелия; раскрывает значение и роль удобрений для интенсификации сельскохозяйственного производства, обосновывает необходимость перехода от разрозненных приемов к применению удобрений в системе севооборота, совместному внесению органических и минеральных удобрений как наиболее целесообразному приему. Анализирует динамику производства органических и минеральных удобрений, а также современное состояние и перспек-

тивы их применения в стране и крае. Отмечает роль органических и минеральных удобрений в сохранении и повышении плодородия почвы, увеличении продуктивности сельскохозяйственных культур.

Раздел I ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ХОЗЯЙСТВЕ

1.1. Название края, района, хозяйства _____

1.2. Специализация хозяйства _____

1.3. Тип, разновидность почвы _____

На пункты 1.1–1.3 даются краткие и четкие ответы.

1.4. Структура земельных угодий. Данные по удельному весу типов земельных угодий приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и структура земельных угодий
в _____ на 201__ год

Показатели	Площадь	
	га	%
Общая земельная площадь		
в т.ч. с.-х. угодий		
из них: – пашня		
– сенокосы		
– пастбища		
– многолетние насаждения		
Посевная площадь		
в т.ч. – зерновые		
– технические		
– картофель, овощи, бахчи		
– кормовые		
– пары		

1.5. Климатические условия. Одним из решающих факторов формирования урожая является водный режим, который зависит от количества и интенсивности выпадения осадков в течение года и вегетационного периода. По данным ближайшей метеостанции или агроклиматического справочника приводятся условия увлажнения хозяйства и температурный режим. Данные заносятся в таблицу 2.

**Таблица 2 – Среднегодовые осадки и температура
по данным метеостанции _____**

Показатели	Месяцы												Сумма
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Осадки, мм													
Температура, °С													
ГТК	x	x	x						x	x	x	x	

На основании данных, приведенных в таблице 2, студент делает вывод об условиях возделывания сельскохозяйственных культур в севообороте. Выделяет лимитирующий фактор и намечает пути устранения его негативного влияния.

1.6. Урожайность сельскохозяйственных культур. В севообороте приводится фактическая урожайность сельскохозяйственных культур за последние 3 года и определяется планируемая на текущий год с учетом предшественников и возможного эффекта от применяемых удобрений. Нормативы расчета планируемой урожайности для зерновых, кормовых и технических культур определяются преподавателем.

В условиях Юга России лимитирующим фактором в формировании урожайности сельскохозяйственных культур является влагообеспеченность растений. Уровень урожайности зависит не столько от суммы осадков за вегетационный период, сколько от распределения их по фазам роста и развития растений, а урожайность всех сельскохозяйственных культур в Ставропольском крае, в том числе и озимой пшеницы, сахарной свеклы, подсолнечника и других в большей мере зависит от погодных условий, чем от удобрений. В связи с этим для ряда культур мы приводим уравнения для прогноза урожайности по формулам В. В. Агеева из курса «Математическое программирование урожаев».

Уравнение регрессии для урожайности озимой пшеницы после занятого пара:

$$Y = 35,78 + 0,03X_2 + 0,15X_4, (R - 0,54).$$

Уравнение для прогноза урожайности озимой пшеницы после гороха:

$$Y = 20,21 + 0,15X_2 + 0,12X_4, (R - 0,59).$$

Уравнение для прогноза урожайности озимой пшеницы после кукурузы на силос:

$$Y = 23,39 + 0,155X_2 + 0,106X_4, (R - 0,59).$$

Уравнение для прогноза урожайности озимой пшеницы после колосовых:

$$Y = 20,56 + 0,062X_2 + 0,25X_4, (R - 0,63),$$

где Y – урожайность, ц/га;

X_2 – осадки за допосевной период, мм;

X_4 – осадки за осенний период, мм;

R – коэффициент множественной корреляции.

Уравнение для прогноза урожайности озимой пшеницы после ярового ячменя:

$$Y = 77,24 + 0,07X_1 - 0,11X_2 - 0,01X_3 - 0,64X_4 - 0,1X_5 + 0,29X_6 + 0,15X_7, (R - 0,77),$$

где Y – урожайность, ц/га;

X_1 – количество осадков в летне-осенний период, мм;

X_2 – количество осадков в зимне-ранневесенний период, мм;

X_3 – количество осадков в период «посев – всходы», мм;

X_4 – количество осадков в период «всходы – кущение», мм;

X_5 – количество осадков в период «кущение – выход в трубку», мм;

X_6 – количество осадков в период «выход в трубку – колошение», мм;

X_7 – количество осадков в период «колошение – полная спелость», мм.

Уравнение регрессии для прогноза урожайности гороха:

$$Y = 7,64 + 0,08X_2 + 2,5X_{10}, (R - 0,84),$$

где Y – урожайность гороха, ц/га;

X_2 – осадки за допосевной период, мм;

X_{10} – ГТК от цветения до уборки урожая;

R – коэффициент множественной корреляции.

Уравнение для прогноза урожайности горохо-овсяной смеси:

$$Y = -33 + 0,61X_1 + 1,25X_3, (R - 0,78),$$

где Y – урожайность, ц/га;

X_1 – осадки от уборки предшественника до уборки урожая, мм;

X_3 – осадки от посева до уборки горохо-овсяной смеси, мм;

R – коэффициент множественной корреляции.

Уравнение для прогноза урожайности маслосемян подсолнечника:

$$Y = 33,01 + 0,08X_3 - 0,05X_5 - 18,8X_7 + 3,3X_{10}, (R - 0,60),$$

где Y – урожайность маслосемян подсолнечника, ц/га;

X_3 – осадки от посева до уборки, мм;

X_5 – осадки от цветения до уборки урожая, мм;

X_7 – ГТК за допосевной период;

X_{10} – ГТК от цветения до уборки урожая подсолнечника;

R – коэффициент множественной корреляции.

Уравнение для прогноза урожайности кукурузы на силос:

$$Y = 128,3 + 0,412X_1 + 76,93X_7, (R - 0,7),$$

где Y – урожайность зеленой массы, ц/га;

X_1 – осадки от уборки предшественника до уборки кукурузы;

X_7 – ГТК за допосевной период;

R – коэффициент множественной корреляции.

Уравнение для прогноза урожайности суданской травы:

$$Y = 26,3 + 0,32X_1,$$

где Y – урожайность зеленой массы, ц/га;

X_1 – запасы продуктивной влаги перед посевом, мм.

Эти показатели заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Полевой севооборот и урожайность сельскохозяйственных культур

№ поля	Чередование культур	Площадь, га	Урожайность, ц/га					планируемая на 201_
			фактическая по годам					
			201...	201...	201...	средняя		
1	Пар черный							
2	Озимая пшеница							
	И так далее по числу полей в севообороте							

Проводится анализ сложившейся урожайности сельскохозяйственных культур за предшествующие 3 года и указываются причины ее колебания по годам. Фактическая урожайность берется из годовых отчетов хозяйства или из ежегодных статистических сборников.

Раздел II

АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И СРЕДСТВ МЕЛИОРАЦИИ

2.1. Состояние и перспективы применения удобрений. Приrost урожая за счет применения удобрений по Д. Н. Прянишникову достигает 50 % от всего комплекса агротехнических мероприятий, способствующих повышению урожайности. Доля урожая от вносимых удобрений в настоящее время составляет в степной зоне 18–20 %.

Студент по литературным данным рассматривает эффективность разных видов и сочетаний удобрений под важнейшие культуры севооборота в зоне расположения хозяйства: почвы, дозы, сроки и способы внесения удобрений, прибавки урожая и изменение качества.

Привести химизм взаимодействия азотных, фосфорных и калийных удобрений с почвой (на примере 1–2-х форм удобрения), тем самым доказать правильность выбора видов и форм туков.

В тексте делаются ссылки на использованную литературу таким образом: (Иванов И. К., 2007) или в квадратных скобках ставится цифра, указывающая порядковый номер ее в списке литературы.

2.2. Агрохимическая характеристика почвы полей севооборота (пахотный слой). Здесь необходимо показать значение и периодичность проведения агрохимического обследования почв хозяйства на содержание основных элементов питания. Назвать тип (подтип) почвы, гранулометрический состав. Раскрыть динамику агрохимических свойств почвы, урожайности полевых культур и качества продукции за период между двумя последними турами обследования, ассортимент применяемых удобрений на примере хозяйства, обозначить перспективные виды и формы удобрений.

Данные почвенного обследования из агрохимических паспортов (картограмм) переносятся в таблицу 4.

Руководствуясь данными таблицы 4 и группировками почвы по содержанию питательных веществ, делается вывод об обеспеченности культур севооборота каждым элементом питания.

**Таблица 4 – Агрохимическая характеристика почвы
в полях севооборота (пахотный слой)**

№ поля	рН солевой вытяжки	Содержание гумуса, %	Содержание Na, мг-экв/100 г почвы	Содержание, мг/кг			Запас, кг/га		
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1									
2									
3									
4									
5									
и т.д. по числу полей в севообороте									

При отсутствии данных по содержанию минерального азота доступные формы рассчитываются по гумусу. В среднем масса пахотного слоя (0–25 см) черноземных и каштановых почв составляет 2600 т. В соответствии с содержанием гумуса по пропорции находим массу гумуса. Например, при содержании гумуса 3,0 % его масса в пахотном слое составит 78 т/га. В гумусе содержится 5 % N, следовательно его общее количество составит 3,9 т. Гидролизуете минимум 4 % азота, в результате доступных его форм в нашем примере будет 156 кг (3,9 · 4) : 100.

Запас питательных веществ рассчитывается по формуле

$$З = \frac{Q \cdot h \cdot M}{10}$$

где З – запас элемента питания в Апах, кг/га;

Q – содержание элемента питания в почве, мг/кг;

h – глубина обсчитываемого слоя почвы, см;

M – объемная масса почвы, г/см³.

Усвояемое количество элементов питания находят с учетом коэффициента использования (прил. 5).

2.3. Обоснование видов и форм удобрений, рекомендуемых для применения в хозяйстве. При обосновании видов и форм рекомендуемых удобрений следует указать, какие элементы питания в данном хозяйстве имеют первостепенное значение в получении высоких урожаев и каким образом можно усилить их эффективность.

Учитывая реакцию почвенной среды, азотные удобрения рекомендуются в соответствии с их физиологической кислотностью.

Необходимо определить и рекомендовать лучшие формы фосфорных удобрений по их растворимости в воде, следует учитывать отношение ряда культур к хлорсодержащим удобрениям. Здесь указываются все удобрения, которые можно применять в данной почвенно-климатической зоне. Необходимо обосновать применение микроудобрений с учетом потребности культур севооборота. Показать значение и цель назначаемого микроэлемента. Указать, в каком поле севооборота рекомендуется применение микроудобрений. Определить дозу, срок и способ внесения.

На основании агрохимической характеристики почв хозяйства дать обоснование для применения азотных, фосфорных, калийных удобрений по каждому виду отдельно с учетом их растворимости и химических свойств. Обосновать их использование с учетом сроков их применения (допосевное, припосевное и подкормки). Привести химизм взаимодействия азотных, фосфорных и калийных удобрений с почвой. Указать пути снижения химического связывания фосфатов. Раскрыть влияние форм минеральных удобрений на степень развития и распространенность болезней на примере 2–3-х культур севооборота.

2.4. Потребность почв в химической мелиорации. На основе данных таблицы 4 и отношения сельскохозяйственных культур к реакции почвенной среды определяется необходимость химической мелиорации почв. Указываются мелиоранты, место внесения (поле, культура), обосновываются дозы, срок, способ внесения. Рассчитывается потребность в мелиорантах для севооборота.

2.5. Обеспеченность хозяйства удобрениями (NPK, кг/га). Обеспеченность хозяйства минеральными удобрениями устанавливает преподаватель. Насыщенность (кг/га) пашни севооборота должна соответствовать количеству удобрений, определенному заданием.

Соотношение питательных веществ N:P:K должно быть наиболее целесообразным в зависимости от обеспеченности почв подвижными формами элементов питания и потребности полевых культур севооборота в них. Например, если насыщенность 1 га севооборота азотом 40–30, фосфором 60–43, калием 20–6 кг/га действующего вещества, то соотношение N : P : K будет 1 : 1,5–1,42 : 0,5–0,21.

Раздел III

РАСЧЕТ НАКОПЛЕНИЯ, ХРАНЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

При изложении данного раздела раскрыть влияние органических удобрений на свойства почвы, урожайность и качество сельскохозяйственной продукции. Обратить особое внимание на вовлечение в круговорот веществ таких нетрадиционных удобрений, как солома, дефекационная грязь, промышленно-бытовые отходы, сапропель, лигнины, биогумус и т. д. Привести материалы по эффективному применению органических удобрений в хозяйстве, а если отсутствуют такие данные, то приводятся сведения научно-исследовательских учреждений, учебных заведений, соседних хозяйств в данной почвенно-климатической зоне.

3.1. Расчет накопления органических удобрений от животных, приходящихся на площадь севооборота, выполняется по приведенной ниже методике.

Перевод поголовья в условные головы КРС по выходу навоза: за условную голову КРС принимается одна голова старше 2-х лет. К одной условной голове КРС приравнивается: 1,5 лошади, 2 головы молодняка КРС старше одного года, 3–5 голов молодняка КРС до одного года, 5 свиней, 10 овец.

Пример пересчета: в хозяйстве имеется 60 лошадей. Отсюда искомое равняется:

$$X \cdot 1,5 = 60,$$

где X – количество условных голов;

1,5 – коэффициент перевода лошадей в условные головы;

60 – наличие лошадей в хозяйстве.

За 120 дней стойлового периода от одной условной головы КРС накапливается 3,5 т навоза. Расчет выхода навоза от одной условной головы КРС за стойловый период проводится по формуле

$$X \cdot 120 = 180 \cdot 3,5,$$

где X – искомый выход навоза, т;

120 – число суток, за которое накапливается от условной головы 3,5 т навоза;

180 – продолжительность стойлового периода, суток.

Перевод поголовья в условные головы КРС по выходу жижи: к одной условной голове КРС приравниваются 3 лошади, 3 головы

молодняка КРС от 1 до 2-х лет, 5 свиней. Выход жижи на овцетоварных фермах не рассчитывается.

Выход жижи от одной условной головы КРС за 120 дней стойлового периода составляет 1 м³. Расчет жижи от одной условной головы КРС за стойловый период проводится по формуле

$$X \cdot 120 = 180 \cdot 1,$$

где X – искомый выход жижи от одной условной головы, м³;

120 – число суток, за которое накапливается 1 м³ навозной жижи;

180 – продолжительность стойлового периода, суток.

Выход птичьего помета от одной курицы в течение года 5–6 кг, от утки 8–9 кг, от гуся 10–11 кг. Расчетные данные сводятся в таблицу 5.

Таблица 5 – Выход навоза, навозной жижи и птичьего помета

Виды животных	Стойловый период, дней	Количество голов, шт. (физических)	Количество условных голов, шт. (по выходу навоза)	Выход навоза, т (за стойловый период)	Количество условных голов, шт. (по выходу навозной жижи)	Выход навозной жижи, м ³ (за стойловый период)	Выход птичьего помета, т
КРС: взрослые молодняк							– –
Свиньи							–
Овцы					–	–	–
Лошади: взрослые молодняк							– –
Всего	–	–					–
Птица	–		–	–	–	–	

3.2. Расчет потребности навозохранилищ и объема жижесборников при фермах и навозохранилищах. При определении потребной площади навозохранилищ исходят из того, что на одну условную голову (кроме овец) при стойловом периоде 120 дней требуется иметь 1 м² площади пола навозохранилища.

Отсюда:

$$X \cdot 120 = 180 \cdot 1,$$

где X – искомая площадь пола для условной головы, м^2 ;

120 – число суток, за которое накапливается 1 м^3 навозной жижи;

180 – продолжительность стойлового периода, суток.

Перемножив найденную площадь пола для условной головы на количество условных голов, получают общую потребность площади для хранения навоза. Учитывая, что типовое навозохранилище имеет ширину 10 м, длину 25 м, определяют необходимое количество навозохранилищ путем деления рассчитанной площади на площадь одного навозохранилища.

Объем и количество жижесборников определяются для ферм и навозохранилищ отдельно.

На фермах при неоднократной вывозке навозной жижи каждой условной голове требуется $0,25 \text{ м}^3$ жижесборника (кроме овец) на 1 месяц. Жижесборники при животноводческих помещениях должны вмещать месячный выход жижи. Объем одного типового жижесборника составляет 30 м^3 . Объем навозной жижи, накапливающейся за 1 месяц, делим на объем одного жижесборника и получаем количество жижесборников при животноводческих помещениях.

При навозохранилищах устраиваются жижесборники из расчета 1 м^3 на каждые 100 м^2 площади навозохранилища, т. е. при навозохранилище устанавливаются два жижесборника емкостью 3–4 м^3 .

3.3. Пути увеличения накопления навоза и предложения по вовлечению в круговорот нетрадиционных органических удобрений. Наметить мероприятия по увеличению количества органических удобрений. Рассчитать вовлечение в круговорот нетрадиционных органических удобрений (солома, сидераты, дефекационная грязь, сапропель и др.) исходя из реальных возможностей хозяйства, с тем, чтобы обеспечить вместе с навозом насыщенность севооборота органическими удобрениями не менее 5 т/га.

Раздел IV

СИСТЕМА ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ В СЕВООБОРОТЕ

4.1. Значение и задачи системы удобрения. На основании литературных материалов дается определение понятия «система удобрения» (с обязательной ссылкой на автора). Раскрываются задачи, решаемые системой. Показывается эффективность системного применения удобрений в сравнении с эпизодическим.

Применительно к зональным особенностям рассматриваются связи системы удобрения с технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Раскрывается роль системы удобрения в повышении плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур на основе материалов хозяйства.

4.2. Определение потребности растений в элементах питания. Любая система удобрения пригодна для хозяйства только в том случае, если она обеспечивает увеличение урожайности сельскохозяйственных культур, улучшение качества продукции и повышение плодородия почв. Достигается это на основе удовлетворения потребности растений в элементах питания по выносу планируемым урожаем за счет использования почвенных запасов и из органических удобрений. Дефицит восполняется применением минеральных удобрений.

Вынос питательных веществ рассчитывается на основе коэффициентов выноса, определяющих потребность азота и зольных элементов для формирования 1 ц товарной и побочной продукции (прил. 3), и приводится в форме таблицы 6.

Таблица 6 – **Вынос элементов питания планируемым урожаем сельскохозяйственных культур**

№ поля	Чередование культур в севообороте	Планируемая урожайность, ц/га	Вынос элементов питания, кг/га		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	Пар черный				
2.	Озимая пшеница				
и т.д. согласно полей в севообороте					
Всего за севооборот, кг					
В среднем на 1 гектар, кг					

Вынос в среднем с 1 га севооборота (кг) исчисляется делением суммы элемента на число полей севооборота. Делается вывод о необходимости внесения видов удобрений.

4.3. Расчет норм удобрений под планируемый урожай. Определение оптимальных норм удобрений под запланированную урожайность является сложным вопросом современной агрохимической науки и практики. Все методы определения норм удобрений (а их около 60) сводятся в три группы: по непосредственным результатам полевых опытов, расчетно-балансовые методы, математические методы с применением ЭВМ.

В основу всех расчетных методов положены данные по выносу питательных веществ урожаем и коэффициенты использования элементов питания из почвы и удобрений, а также данные по окупаемости удобрений урожаем.

Приведенные сведения по нормам удобрений в настоящее время нуждаются в уточнении расчетными методами исходя из почвенного плодородия, уровня планируемой урожайности и финансовых возможностей хозяйства. Получение программируемой урожайности достигается на основе удовлетворения главных сельскохозяйственных культур в элементах питания по выносу планируемым урожаем за счет использования почвенных запасов и применения удобрений. В связи с вышеизложенными методическими подходами, расчет норм удобрений под планируемый урожай проводится по формуле, предложенной В. В. Агеевым:

$$N_y = (B_y - B_y \cdot K_n) : K_{iy} \cdot 100,$$

где N_y – норма P_2O_5 , K_2O , кг/га;

B_y – вынос P_2O_5 , K_2O с планируемым урожаем, кг/га;

K_n – коэффициент использования P_2O_5 , K_2O из почвы от выноса с урожаем (прил. 9);

K_{iy} – коэффициент использования питательных веществ из удобрений, % (прил. 4).

Нормы N удобрений рассчитываются по преобразованной формуле

$$N_y = (B_y - (B_y \cdot K_n (\text{фосфора}) \cdot K) : K_{iy} \cdot 100,$$

где K – вынос N с планируемым урожаем, деленный на вынос P_2O_5 с планируемым урожаем.

4.4. Рекомендуемая система удобрения в полевом севообороте.

Реальные материально-денежные возможности хозяйства, особенно в настоящее время, далеко не всегда позволяют удовлетворить потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях, дозы кото-

рых были определены на основе результатов полевых опытов или расчетными методами. Поэтому руководствуются фактической или заданной обеспеченностью хозяйства удобрениями (кг/га NPK). Для определения общего количества питательных веществ на гектар севооборотной площади обеспеченность (кг/га) умножают на число полей и распределяют их между культурами разными способами.

Прежде всего, необходимо установить дозу и место внесения удобрений длительного действия (навоз, гипс, солома и др.), при этом необходимо учитывать, что в севообороте навоз вносится основным способом в одно или два поля, поскольку обладает длительным последствием.

Распределяя минеральные удобрения по полям севооборота, необходимо определить ведущую культуру и удовлетворить ее потребность в удобрениях в оптимальных дозах. При этом назначаются средние дозы, рекомендуемые научно-исследовательскими учреждениями края, для каждой сельскохозяйственной культуры с учетом предшественника, по которому она размещается.

При разработке системы удобрения по возможности необходимо использовать все способы внесения. При этом основное удобрение, как правило, планируется один-два раза в звене севооборота под ведущую культуру. Другие культуры звена обеспечиваются за счет припосевного и подкормочного удобрения. Название удобрений в системе приводится в виде агрохимических символов (прил. 6). Кроме того, в проектируемой системе рекомендуются под отдельные культуры микроудобрения и мелиоранты. Разработанная система удобрения приводится в виде таблицы 7.

Таблица 7 – Рекомендуемая система удобрений в севообороте

№ поля	Чередование культур в севообороте	Способы удобрения				
		допосевное		припосевное	подкормки	
		название удобрения, доза, кг/га д.в.	срок внесения	название удобрения, доза, кг/га д.в.	название удобрения, доза, кг/га д.в.	срок внесения
1	Пар черный					
2	Озимая пшеница					
3	Сахарная свекла					
и т.д. по числу полей						

Для корректировки доз удобрений и удовлетворения растений в питательных веществах следует учитывать:

- периодичность питания каждой культуры севооборота и обеспечение ее элементами в это время, т. е. рассматривая способы удобрения как приемы регулирования питания растений;
- сколько и в какие сроки потребляют растения питательные вещества;
- влияние предшественника на плодородие почвы и последствие удобрений, внесенных под него;
- принятую технологию выращивания сельскохозяйственных культур;
- количество и распределение осадков по периодам вегетации растений.

Возможно планирование основного удобрения один раз в звене севооборота под ведущую культуру, другие культуры звена обеспечиваются за счет последствия, припосевного удобрения и подкормок.

4.5. Обоснование разработанной системы удобрения. По каждому полю с привлечением литературных источников проводится обоснование рекомендуемых доз удобрений. При этом необходимо учитывать особенности питания удобряемой культуры, роль предшественника и его влияние на плодородие почвы, последствие органических удобрений, агрохимические свойства почвы, наиболее эффективные способы внесения удобрений и т. д. Обоснование оформляется в виде таблицы 8.

Таблица 8 – Обоснование сроков, способов и доз удобрений, рекомендуемых к применению в севообороте

№ поля	Культура	Обоснование и описание
1	Пар черный	
2	Озимая пшеница	
3	Сахарная свекла	
и т.д. по числу полей		

Указываются марки машин, рекомендуемых для внесения удобрения. При определении места внесения органических удобрений

севооборота следует учитывать увлажненность почвы, интенсивность обработки почвы в период вегетации, длительность вегетационного периода.

Дозы органических удобрений предопределяются зоной их применения (засушливая или увлажненная), особенностями питания культур, выносом элементов питания и наличием органических удобрений в хозяйствах (следует планировать не больше рассчитанного выхода их в хозяйстве).

4.6. Пути сочетания органических и минеральных удобрений в севообороте. Необходимо обосновать, для чего под отдельные культуры севооборота осуществляют сочетание органических и минеральных удобрений.

Показать пути сочетания удобрений, сроки и способы их внесения. Обосновать место в севообороте и рекомендуемые дозы.

4.7. Расчет насыщенности 1 га севооборота удобрениями. После разработки системы удобрения, рассчитывается насыщенность 1 га севооборота органическими и минеральными удобрениями (прил. 2, табл. 9).

Таблица 9 – Обеспеченность сельскохозяйственных культур элементами питания

№ поля	Чередование культур	Внесено с удобрениями, кг/га								
		органическими			минеральными			всего		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	Пар черный									
2	Озимая пшеница									
и далее по числу полей в севообороте										
Всего за ротацию севооборота, кг										
На 1 га севооборота, кг										

Для этого сумма доз органических и минеральных удобрений делится на количество полей в севообороте.

4.8. Расчет баланса элементов питания в севообороте. Баланс – это математическое выражение круговорота питательных веществ в севообороте, земледелии хозяйства, района, края и более

крупных регионов. Определяется он как разность между приходом в почву элементов питания с удобрениями и их расходом урожаем. Расчеты приводятся в таблице 10.

Расчет баланса элементов питания в севообороте осуществляется на основе данных, приведенных в таблицах 6 и 9 (в среднем на 1 га севооборота). Фиксация азота бобовыми культурами определяется на основе деления его среднего накопления (горох 60–70, клевер и люцерна 150–180, эспарцет 80–100 кг/га) на число полей в севообороте.

Таблица 10 – **Общий баланс питательных веществ в севообороте, кг/га**

№ п/п	Статьи баланса	Элемент питания			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
1.	Расход				
1.1	Вынос урожаем в севообороте				
2.	Приход				
2.1	С органическими удобрениями				
2.2	С минеральными удобрениями				
2.3	Фиксация бобовыми культурами				
3	Баланс, ±				
4	Интенсивность баланса, %				

Интенсивность баланса показывает степень возврата питательных веществ и определяется по формуле

$$X = \Pi : P \cdot 100,$$

где X – интенсивность баланса, %;

Π – приход, кг/га;

P – расход (вынос с планируемым урожаем), кг/га.

В конце раздела студентом делается вывод о направленности круговорота питательных веществ в севообороте хозяйства. При отрицательном балансе рекомендуются мероприятия по дополнительному применению органических и минеральных удобрений, микроэлементов, отходов сельскохозяйственного производства, а при положительном – проводится перераспределение внесенных удобрений между культурами.

Раздел V

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВОЙ ПОТРЕБНОСТИ В УДОБРЕНИЯХ

Общая потребность в химических мелиорантах, органических и минеральных удобрениях определяется из рекомендуемой системы удобрения в севообороте. Минеральные удобрения из действующего вещества (д. в.) пересчитываются в туки и по каждому виду (форме) записываются в соответствующие графы таблицы 11 с учетом севооборотной площади.

Таблица 11 – **Календарный план потребности
в удобрениях (тонн)**

№ п/п	Удобрения	Квартал года				
		I	II	III	IV	за год
1.	Навоз					
2.	Навозная жижа					
3.	Фосфогипс					
1.	Азотные:					
2.	Аммиачная селитра					
3.	Мочевина					
4.	Сернокислый аммоний					
4.	КАС					
1	Фосфорные:					
	Суперфосфат простой					
1.	Комплексные удобрения:					
2.	Аммофос					
3.	Нитроаммофос					
4.	Нитроаммофоска					
5.	Нитрофоска					
5.	ЖКУ					

Пример. Под озимую пшеницу было внесено простого суперфосфата с содержанием P_2O_5 19,5 % 100 кг д. в. Для пересчета в туки производится следующий расчет: в 1 ц суперфосфата содержится 19,5 кг P_2O_5 , а в X ц суперфосфата содержится 100 кг P_2O_5 , следовательно

$$X = \frac{100 \cdot 1}{19,5} = 5 \text{ (ц)}$$

С учетом площади поля 100 га, потребность в суперфосфате при посеве в III квартале составит 50 т.

Потребность в бактериальных удобрениях указывается в гектаропорциях.

5.2. Условия хранения органических и минеральных удобрений.

Студент рекомендует условия правильного хранения органических удобрений в хозяйстве (способ хранения, добавки, уменьшающие потери питательных веществ, срок внесения и заделки). Эффективность минеральных удобрений в значительной степени определяется сохранением питательных веществ при хранении в хозяйстве и их рациональном использовании, обеспечивающим повышение коэффициента использования элементов питания растениями.

Показать пути, исключаящие потери питательных веществ и слеживаемость удобрений при хранении в связи с видами и формами удобрений, определить для них высоту укладки.

5.3. Расчет площади склада минеральных удобрений. Расчет потребной площади склада для хранения минеральных удобрений производится в таблице 12. Наименование удобрений и их годовая потребность берутся из календарного плана потребности в удобрениях (табл. 11).

Объем одной тонны и допустимую высоту укладки находят по справочным материалам (прил. 6).

Полученный объем всего количества туков делим на высоту укладки, что дает потребную площадь пола склада.

Таблица 12 – Расчет площади склада минеральных удобрений

№ п/п	Наименование удобрений	Годовая потребность, т	Объем 1 тонны удобрения, м ³	Объем всего кол-ва туков, м ³	Допустимая высота укладки, м	Площадь пола, м ²
1.	Аммиачная селитра					
2.	Мочевина					
3.	Суперфосфат					
4.	и т.д.					
	Всего					

Примечание. Полученную общую площадь пола с учетом двухразового оборота удобрений в хозяйстве необходимо разделить на 2.

5.4. Сельскохозяйственные машины по транспортировке и внесению удобрений. Подбор машин и орудий по вывозке и внесению удобрений приводится в таблице 13.

Таблица 13 – Организация работ по вывозке и внесению удобрений

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ	Машины по выполнению работ	Период работ
Вывозка навоза	т			
Внесение навоза	га			
Вывозка и внесение навозной жижи	га			
Перевозка минеральных удобрений	т			
Основное внесение минеральных удобрений	га			
Припосевное внесение удобрений	га			
Подкормки поверхностные, прикорневые	га			
Внекорневые подкормки	га			

5.5. Агроэкономическая оценка применения удобрений в севообороте. Для всех культур рассчитывается агроэкономическая эффективность минеральных удобрений в соответствии с показателями таблицы 14.

Таблица 14 – Экономическая эффективность удобрений при внесении под культуру

Показатели	Чередование культур				
1. Урожай за последние 3 года, ц/га					
2. Планируемая урожайность, ц/га					
3. Внесено удобрений: NPK (кг/га) органических (т/га)					
4. Прибавка урожайности за счет удобрений, ц с 1 га (2-1)					
5. Цена 1 ц продукции, руб.					
6. Стоимость дополнительного урожая, руб. с 1 га					
7. Затраты на внесение удобрений, руб. на 1 га					
8. Условно чистый доход, руб. с 1 га (6-7)					
9. Окупаемость 1 кг д.в. удобрений растениеводческой продукцией (кг)					

Величины затрат на внесение удобрений приведены в приложении 10, примерные цены – в приложении 11.

На основании экономического анализа определитесь с производством наиболее выгодных культур по основным показателям (отзывчивость на удобрения прибавками урожая, энергоемкостью внесения удобрений, условно чистый доход, окупаемость 1 кг д. в. удобрений продукцией растениеводства (прил. 7)).

Завершите раздел общим выводом по экономической эффективности применения удобрений в севообороте.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ РАБОТ

Государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 110200 «Агрономия» специальностей 110201.65 – «Агрономия», 110200.62 – «Агрономия» Бакалавр сельского хозяйства очной и заочной форм обучения, утвержденным Минобразования России 17 марта 2000 г. (регистрационный № 143 с/дс) предусмотрена государственная аттестация выпускников в виде защиты выпускной квалификационной работы. Выпускная квалификационная работа должна быть направлена на решение актуальных задач современного земледелия. Она учитывает специализацию подготовки ученого агронома, выполняется на основе экспериментальных данных или по результатам анализа систем земледелия, удобрений хозяйства, технологий возделывания полевых культур, направленных на сохранение и улучшение плодородия почв. В работе должны быть отражены вопросы ресурсосбережения, экологической и экономической эффективности.

К основным требованиям при оценке профессиональной подготовленности выпускника во время защиты выпускной квалификационной (дипломной) работы, необходимым для выполнения им профессиональных функций согласно Методическим рекомендациям по определению структуры и содержания государственных аттестационных испытаний по направлению 110200 «Агрономия», разработанных УМО вузов по агрономическому образованию в 2002 году, относят следующие:

Выпускник должен знать:

- основные свойства почв и их влияние на урожайность сельскохозяйственных культур;
- погодные и климатические факторы, оказывающие влияние на сельскохозяйственное производство;
- способы осуществления основных технологических приемов обработки почвы, внесения удобрений, защиты растений от вредных организмов, ухода за посевами, уборки урожая, мелиорации;
- современные технологии возделывания полевых культур и воспроизводства плодородия почвы;
- методы и технологии приготовления кормов для животноводства.

Выпускник должен владеть:

- методами научных исследований в агрономии;
- способами защиты производственных подразделений в чрезвычайных ситуациях;
- методами расчета экономической эффективности производства продукции растениеводства.

Основной задачей высшей сельскохозяйственной школы является подготовка высококвалифицированных специалистов с глубокими теоретическими и необходимыми практическими знаниями по специальности. Важным средством повышения качества их подготовки является участие студентов в научно-исследовательской работе. Привлечение студентов к исследованиям позволяет использовать их творческий и трудовой потенциал для решения актуальных проблем в области сельского хозяйства.

Научно-исследовательская работа студентов является продолжением и углублением учебного процесса и организуется непосредственно на кафедрах факультета, в научно-исследовательских лабораториях. Основой для планирования и организации научной работы студентов на кафедре должны быть исследования, проводимые профессорско-преподавательским составом и научными сотрудниками кафедр в соответствии с основными научными направлениями по госбюджетной, хоздоговорной тематике и темам договоров о сотрудничестве.

Завершающим этапом научно-исследовательской работы студентов согласно учебному плану по специальностям 110201.65 – «Агрономия», 110200.62 – «Агрономия» Бакалавр сельского хозяйства очной

и заочной форм обучения (образовательные программы для полной, сокращенной форм обучения и бакалавров) ФГОУ ВПО «Ставропольский государственный аграрный университет» является написание в качестве квалификационной работы – **дипломной работы**.

Настоящие методические указания разработаны с целью ознакомления студентов с требованиями и порядком подготовки дипломных работ, выполняемых на выпускающих кафедрах агрономического факультета СтГАУ. Они составлены на основании официальных документов и учета многолетнего опыта профессорско-преподавательского состава по организации выполнения и написания дипломных работ.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К ДИПЛОМНОЙ РАБОТЕ

Дипломная работа является формой самостоятельной работы студентов. Написание дипломной работы – завершающий этап обучения студентов и формирования их как специалистов высшей квалификации – имеет своей целью:

- систематизацию, закрепление и углубление теоретических и практических знаний по специальности и применение их при решении конкретных научных, технических, социально-экономических и производственных задач;
- развитие навыков самостоятельной творческой работы, овладение методикой исследования, экспериментирования и экономического обоснования разрабатываемых в дипломной работе проблем и вопросов;
- умение определить и обосновать экономическую эффективность изучаемых в дипломной работе вопросов;
- подготовку выпускников для работы в условиях производства по специальности.

Общими требованиями к написанию дипломной работы являются:

- четкость построения, логическая последовательность изложения материала;
- краткость и четкость формулировок, исключающих возможность субъективного и неоднозначного толкования;
- убедительность аргументации;
- конкретность изложения результатов работы;

- доказательность выводов и обоснованность результатов;
- соответствие терминов и определений стандартам, а при их отсутствии общепринятым понятиям.

Для выполнения дипломной работы деканат проводит закрепление студентов на 1 курсе обучения за преподавателями выпускающих кафедр факультета. Перевод студента с кафедры на кафедру с целью выполнения научно-исследовательской работы разрешается до конца третьего курса на основании эквивалентного обмена с согласия заведующих кафедрами и деканата.

Тема дипломной работы выбирается студентом не позже, чем на 3 курсе обучения. Она должна быть актуальной и направленной на решение конкретных научных и практических задач различных отраслей растениеводства. Задание на выполнение дипломной работы выдается научным руководителем и утверждается на заседании кафедры.

Руководителями дипломных работ могут быть профессор, доцент, старший преподаватель, научные сотрудники СтГАУ, имеющие ученую степень доктора или кандидата наук. Научный руководитель несет ответственность за актуальность темы, методический и научный уровень дипломной работы.

К написанию и защите дипломной работы допускаются студенты, полностью прошедшие теоретический курс обучения и учебно-производственные практики согласно учебному плану, собравшие необходимый для дипломной работы материал в соответствии с заданием.

Дипломные работы могут быть экспериментальными, технологическими и проектно-аналитическими.

Экспериментальная дипломная работа должна выполняться на основе полевых опытов, которые проводятся на полях научных учреждений или в производственных условиях по изучению сортов, приемов, способов обработки почвы, эффективности удобрений, средств защиты растений и т. д. При проведении опытов необходимо строгое соблюдение основных методических требований.

В основу дипломной работы **технологического характера** должен быть положен анализ передового опыта выращивания полевой культуры на почве определенного типа. Результаты исследований оформляются в виде сравнительных технологических карт с подсчетом затрат, прибавки урожая, экономической эффективности.

В основу **проектно-аналитической работы** должен быть положен анализ состояния систем севооборотов, обработки почвы, запасов гумуса, элементов минерального питания, засоления, заболачивания и т. д. Такие работы выполняются на основе рациональных севооборотов, ресурсосберегающих технологий, по почвенным, агрохимическим и иного характера материалам. Приводя расчет необходимых веществ (гумуса, удобрений, мелиорантов и т. д.) для восстановления утерянного свойства почвы, необходимо дать оценку их рыночной стоимости, а также затрат на внесение и возможную экономическую выгоду от повышения урожайности культуры.

При разработке дипломной работы студент должен применять знания в организации и методологии проведения научных исследований, которые были получены в процессе учебы. Программа и методика исследований должны быть спланированы так, чтобы, независимо от типа дипломной работы, полученный материал можно было бы обработать одним из методов статистического анализа.

2. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Студенту на втором курсе выдается задание на выполнение дипломной работы, составленное научным руководителем и утвержденное заведующим кафедрой. Оно разрабатывается по специальной форме (прил. 12) в двух экземплярах. Один экземпляр находится в период выполнения дипломной работы у студента, другой – на кафедре. В последующем задание вместе с дипломной работой представляется в Государственную аттестационную комиссию. Задание размещают в дипломной работе после титульного листа.

Дипломная работа выполняется студентом самостоятельно при постоянном контроле научного руководителя. Научный руководитель дипломной работы должен:

- выдать студенту задание на научное исследование;
- оказывать студенту помощь в разработке календарного плана (графика) на весь период выполнения дипломной работы;
- рекомендовать студенту необходимую литературу, справочные материалы и другие источники по теме;
- проводить систематические, предусмотренные программой дипломной работы, консультации со студентом;

- проверять ход выполнения дипломной работы;
- после завершения студентом выполнения и написания дипломной работы дать отзыв на дипломную работу.

Студент систематически информирует руководителя о выполнении работы, строго соблюдая сроки, указанные в календарном плане. В соответствии с установленными сроками студент отчитывается на кафедре о выполненной работе. О результатах проверки хода написания дипломной работы руководители и кафедра информируют деканат.

За правильность всех данных и принятых решений в дипломной работе, за своевременность выполнения заданий в соответствии с календарным планом отвечает студент-дипломник.

3. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Объем дипломной работы должен составлять 50–70 страниц машинописного текста в компьютерном исполнении, включая таблицы, рисунки, графики. Список литературных источников и приложение в объем работы не входят.

3.1. Структура дипломной работы:

Титульный лист.

Задание на дипломную работу.

Оглавление.

Введение.

1. Обзор литературных источников.

2. Почвенно-климатические условия места исследований.

2.1. Климат.

2.2. Рельеф, гидрология, растительность.

2.3. Погодные условия в годы проведения опытов.

2.4. Почвенно-агрохимическая характеристика.

3. Цель, задачи, программа и методики исследований.

4. Технология возделывания культуры.

4.1. Биологические особенности.

4.2. Агротехника.

5. Результаты исследований.

5.1.

5.2.

6. Экономическая эффективность результатов исследований.
7. Безопасность жизнедеятельности на производстве.
8. Охрана окружающей среды.

Выводы и предложения.

Библиографический список.

Приложение.

3.2. Методика разработки разделов дипломной работы.

Титульный лист. Титульный лист является первой страницей дипломной работы и заполняется по форме, приведенной в приложении 13.

Введение. Обычно здесь описывается состояние отрасли в почвенно-климатической зоне края, дается обоснование актуальности выбранной темы и необходимости проведения исследований. По объему занимает не более 2-х страниц текста.

1. Обзор литературных источников. Обзор литературы – это объективный критический анализ современной отечественной и зарубежной научно-технической литературы по исследуемому вопросу. В нем освещается степень изученности вопроса. Обзор литературы включает 30–40 источников, из которых 40 % – за последние 5 лет. При изучении литературы главное внимание должно быть обращено не столько на руководства и учебники, которые прорабатывались в процессе обучения в вузе, сколько на современные монографии, статьи в научных и научно-производственных журналах, научных сборниках, диссертации и авторефераты диссертаций.

При написании обзора литературы ссылки на литературные источники в дипломной работе должны делаться так, как принято в научной литературе – с указанием фамилии авторов, их инициалов и года издания. Например: «Ежегодное обогащение почвы фиксированным азотом, содержащимся в корневых остатках многолетних трав, можно в среднем оценить в размере 80–100 кг на 1 га пашни (Прянишников Д. Н., 1945; Соколов А. В., 1957)». Или: «По расчетам Д. Н. Прянишникова (1945), А. В. Соколова (1957), ежегодное обогащение почвы фиксированным азотом, содержащимся в корневых остатках многолетних бобовых трав, можно в среднем оценить в размере 80–100 кг на 1 га пашни».

Раздел необходимо закончить краткими выводами или заключением и сформулировать целесообразность изучения по выбранной теме исследования. По объему он занимает 10–12 страниц текста.

2. Почвенно-климатические условия места исследований.

В этом разделе кратко описываются многолетние климатические условия, рельеф местности, гидрология и естественная растительность зоны, в которой проводилась исследовательская работа. При характеристике почвенных условий необходимо указать тип и подтип почвы, гранулометрический состав, мощность гумусового горизонта, рН опытного участка, содержание гумуса, основных элементов питания, а при необходимости и других показателей; сделать выводы обеспеченности культуры элементами питания. Объем 4–6 страниц.

Характеристику погодных условий (осадки, температура, относительная влажность воздуха и др.) за годы исследований в сопоставлении с метеорологическими условиями за многолетний период применительно к основным фазам развития изучаемой культуры дают по данным метеорологической станции, в зоне действия которой были проведены исследования. Объем 2–3 страницы.

3. Цель, задачи, программа и методики исследований. В разделе приводятся цель, задачи исследований, указывается изучаемая культура. Описывается схема опыта и другие элементы методики опыта (площадь опытной делянки, ее форма, направление, защитные полосы, повторность, повторение, размещение опытных делянок, повторений, вариантов, метод учета урожая). Дается характеристика изучаемых сортов, видов и форм удобрений, способов обработки почвы, применяемых сельскохозяйственных орудий. Здесь же приводятся данные о проводимых наблюдениях и учетах и методике их проведения, а также указывается метод статистического анализа полученных результатов исследований. В приложении к дипломной работе приводятся результаты статистического анализа. По объему занимает 2–3 страницы.

4. Технология возделывания культуры.

4.1. Биологические особенности культуры: требования к теплу, свету, влаге, почве, элементам минерального питания.

4.2. Агротехника. Технология возделывания: предшественник, применение удобрений, система основной и предпосевной обработки почвы, подготовка семян к севу, сев (сроки, способы, норма высева семян, глубина заделки). Мероприятия по уходу за посевами: боронование, культивация, борьба с болезнями, вредителями и сорняками. Уборка. После описания технологии привести технологическую схему в виде таблицы.

Технологическая схема возделывания _____

№	Наименование работ	Единицы измерения	Срок выполнения	Состав агрегата		Технологические требования
				трактор, комбайн, автомобиль, эл. дв.	с.-х. машина	
1	2	3	4	5	6	7

Объем раздела 4–5 страниц.

5. Результаты исследований. Результаты исследований составляют экспериментальную часть дипломной работы. Это ее центральный раздел и занимает он по объему 15–20 страниц текста. Излагают его по данным опыта в соответствии с программой исследований, сравнивая изучаемые варианты, прежде всего, с контролем. Приводятся данные биометрических показателей растений, их продуктивности, параметры почвенного плодородия и другие показатели.

При описании этого раздела приводятся таблицы, графики, схемы, фотографии и другой иллюстрационный материал. После каждой таблицы дается пояснительный текст. Таблицы не должны преобладать над текстом, иначе затрудняется восприятие материала. Кроме того, такая структура работы свидетельствует о недостаточном умении студента анализировать полученные результаты, делать на их основе выводы.

Для объективной оценки полученных результатов проводится статистический анализ. Наиболее распространенными методами статистического анализа являются: дисперсионный анализ, корреляционно-регрессионный метод, оценка существенности различий по t-критерию Стьюдента.

6. Экономическая эффективность результатов исследований. Раздел экономической эффективности объемом 2–3 страницы выполняется под руководством консультанта кафедры предпринимательства. Показатели экономической эффективности разнообразны и зависят от задач исследования, сельскохозяйственной культуры и специфики условий проведения научной работы, но наиболее распространенными являются затраты на единицу продукции и площади, себестоимость, прибыль и уровень рентабельности. Экономическая эффективность рассчитывается по лучшим

вариантам на основании составленных технологических карт, в соответствии со сложившимися ценами на продукцию в годы проведения исследований.

7. Безопасность жизнедеятельности на производстве. Излагается техника безопасности труда, правила производственной, санитарной гигиены и противопожарные мероприятия при организации возделывания изучаемой сельскохозяйственной культуры. Этот раздел дипломной работы выполняется под руководством дипломного руководителя. Объем 2–3 страницы.

8. Охрана окружающей среды. В разделе дается описание экологической и санитарно-эпидемиологической обстановки, источников загрязнения, состояния и использования природных ресурсов.

Раздел должен быть согласован с темой дипломной работы и содержать рекомендации, направленные на улучшение природоохранной работы, снижение отрицательного воздействия сельскохозяйственного производства на окружающую среду и качество продукции. Выполнение этого раздела работы осуществляется под руководством кафедры, ответственной за консультации данного раздела. Объем 4–6 страниц.

Выводы и предложения. Выводы и практические предложения делают на основании агрономического, экономического и статистического анализов данных дипломной работы. Они должны быть всесторонне продуманы, четко и лаконично сформулированы и полностью вытекать из собственных исследований дипломника. Объем этого раздела не более 2 страниц.

Библиографический список. В список литературы включают только те источники, на которые есть ссылки в обзоре литературы или которые использовались в качестве информационного материала при выполнении других разделов дипломной работы.

Библиографический список помещается в конце работы после выводов и предложений. Он является важным свидетельством глубины проработки дипломником состояния изученности вопроса по теме дипломной работы. Библиография составляется в алфавитном порядке, сначала отечественные авторы, затем зарубежные. Работы одного автора размещаются в хронологическом порядке. Библиографическое описание делается в соответствии с ГОСТ 7.1–2003. Например:

Книги одного, двух, трех и более авторов:

1. Авдонин, Н. С. Научные основы применения удобрений / Н. С. Авдонин. – М. : Колос, 1972. – 145 с.
2. Антыков, А. Я. Почвы Ставрополя и их плодородие / А. Я. Антыков, А. Н. Стомарев. – Ставрополь : Ставропольское кн. изд-во, 1970. – 416 с.
3. Гамзиков, Г. П. Баланс и превращение азота удобрений / Г. П. Гамзиков, Г. И. Кострик и др. – Новосибирск : Наука, 1985. – 160 с.
4. Вальков, В. Ф. Почвоведение (почвы Северного Кавказа) : учеб. для вузов / В. Ф. Вальков, Ю. А. Штомпель и др. – Краснодар: Сов. Кубань, 2002. – 728 с.

Статьи из журналов, научных сборников, газет:

1. Гриценко, А. А. Планирование урожайности озимой пшеницы и доз удобрений в богарных условиях Ростовской области / А. А. Гриценко, Л. П. Бельтюков // Агрохимия. – 1988. – № 8. – С. 50–56.
2. Дорожко, Г. Р. Влияние предшественников и обработок на плодородие выщелоченных черноземов и урожайность озимой пшеницы / Г. Р. Дорожко // Актуальные аспекты повышения плодородия почв : сб. науч. тр. / Ставроп. ГСХА. – Ставрополь, 1994. – С. 41–47.
3. Яловой, А. В. Роль вузовской агрономической науки в развитии растениеводства Ставрополя / А. В. Яловой, Ф. И. Бобрышев // Университетская наука – региону : сб. науч. тр. – Ставрополь : АГРУС, 2006. – С. 3–13.
4. Пилипчук, Д. В. Особенности видовой энтомофауны на различных типах фитоценозов / Д. В. Пилипчук // Актуальные вопросы экологии и природопользования : сб. материалов Международной научно-практической конференции. Т. 2. – Ставрополь : АГРУС, 2005. – С. 3–14.
5. Шустикова, Е. П. Залог будущего урожая. Весеннее использование азотно-фосфорных удобрений на почвах ЮФО / Е. П. Шустикова, Н. Н. Шаповалова, Е.В. Богатырева // Аграрное Ставрополье. – 2007. – 8 февраля.

Приложение. Включает вспомогательные материалы к основному содержанию дипломной работы, которые необходимы для повышения наглядности изучаемых вопросов и подтверждения выводов и предложений (таблицы, статистическая обработка экс-

периментальных данных, технологические карты возделывания культуры, результаты расчета экономической эффективности вариантов опыта, графический материал, подтверждающий личный вклад студента в выполнение научно-экспериментальных исследований, а также дополняющий и иллюстрирующий их).

Приложение оформляют как продолжение работы на завершающих ее страницах. Каждое приложение должно располагаться с новой страницы с указанием в левом верхнем углу слова «Приложение» и иметь содержательный заголовок. Если в работе больше одного приложения их нумеруют последовательно арабскими цифрами (без значка №). На все приложения дают ссылки в основном тексте дипломной работы, а в содержании перечисляются все приложения с указанием их номера и наименования.

4. ОФОРМЛЕНИЕ ТЕКСТА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Заключительный этап работы над дипломной работой – ее оформление. Так как дипломная работа является, прежде всего, квалификационной, ее языку и стилю изложения материала следует уделить самое серьезное внимание. При написании работы следует придерживаться строгой последовательности изложения материала.

Текст рукописи дипломной работы должен быть набран в компьютерном исполнении на одной стороне белой односортной бумаги формата А4 (210х297) через 1,5 межстрочных интервала, размер шрифта 14. Размер левого поля 30 мм, правого – 15 мм, верхнего – 20 мм, нижнего – 20 мм.

Каждый новый раздел начинается с новой страницы, это же правило относится и к введению, выводам и предложениям, библиографическому списку, приложению.

Расстояние между названием раздела и последующим текстом должно быть равно 3 интервалам. Не допускаются произвольные сокращения слов в тексте и таблицах кроме общепринятых условных сокращений: «г.», «гг.» (год, годы), «г» (грамм), «га», «ГОСТ», «кг», «м²», «млн», «млрд», «ц/га», «см», «г/см³» и т. д.

Фразы, начинающиеся с новой (красной) строки, печатают с абзацным отступом от начала строки.

Все страницы нумеруются, начиная с титульного листа, но на титульном листе цифра не ставится, а на следующей странице ставится 2. Цифру, обозначающую порядковый номер страницы, ставят в середине верхнего поля страницы.

Заголовки разделов пишутся симметрично тексту прописными буквами, заголовки подразделов – строчными.

Иллюстрации (кроме таблиц) обозначаются словом «Рисунок» или «Рис.» и нумеруются последовательно арабскими цифрами. Таблицы и рисунки должны иметь сквозную нумерацию с выравниванием по центру и исчерпывающее название с указанием единиц измерения приводимых данных, года опыта, срока взятия образцов и т. д. Например:

Таблица 10. Урожайность (ц/га) озимой пшеницы Скифиянка при разных сроках сева, 2003 г.

Цифровой материал, помещаемый в работу, оформляется в виде таблицы. Таблицу помещают после первого упоминания о ней в тексте таким образом, чтобы ее можно было читать без поворота дипломной работы или с поворотом по часовой стрелке. Заголовки таблиц должны начинаться с прописной буквы, подзаголовки – со строчной. Если таблица не помещается на одной странице, то ее можно перенести на следующую страницу с указанием «Продолжение таблицы.....» или «Окончание таблицы.....». Заголовки таблицы на новой странице не повторяются.

Дипломную работу рекомендуется иллюстрировать фотографиями, схемами, графиками. Иллюстрационный материал оживляет работу, повышает уровень ее культуры и оригинальность. Но он не должен дублировать цифровые данные, помещенные в таблицу. Одним из вариантов устранения дублирования может быть помещение графика в тексте, а таблицы – в приложении. Все они должны нести научную информацию, их качество должно обеспечивать их четкое восприятие.

5. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ЗАЩИТА ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Законченная дипломная работа, тщательно выправленная и отредактированная, переплетается в обложку, подписывается авто-

ром, научным руководителем, консультантами и с отзывом научного руководителя за 10 дней до защиты представляется заведующему кафедрой. При положительном отзыве руководителя с визой заведующего кафедрой она направляется на рецензирование.

Рецензентами являются, как правило, опытные преподаватели, занимающиеся вопросами, связанными с тематикой дипломной работы, научные сотрудники других учебных заведений, а также специалисты производства и научных учреждений. Назначаются рецензенты распоряжением деканата факультета. На рецензирование вместе с дипломной работой направляется задание на разработку дипломной работы. После рецензирования запрещается вносить в дипломную работу изменения и исправления. Если рецензент оценил работу на «неудовлетворительно» он должен присутствовать на заседании ГАК при защите.

Дату защиты дипломной работы устанавливает деканат совместно с кафедрой. Рецензия (прил. 14) вместе с дипломной работой и отзывом научного руководителя за пять дней до защиты представляется заведующему кафедрой для решения вопроса о допуске дипломной работы к защите на заседании ГАК.

В случае, если заведующий кафедрой не считает возможным допустить студента к защите дипломной работы, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием научного руководителя. Протокол заседания кафедры через декана факультета направляется на утверждение ректору вуза.

За 3 дня до защиты дипломная работа представляется в деканат агрономического факультета.

В Государственную аттестационную комиссию до начала защиты представляются следующие документы:

- справка деканата факультета с отзывом научного руководителя о выполнении учебного плана;
- рецензия на дипломную работу;
- дипломная работа.

К публичной защите дипломник готовит доклад, излагающий основное содержание исследований и иллюстрационный материал на дискете. Дипломник должен хорошо владеть своим материалом и последовательно изложить содержание работы в течение 7–10 минут. По окончании доклада члены ГАК задают дипломнику вопросы. Ответы на вопросы должны быть краткими, четкими и хорошо аргументированными. После ответов на вопросы слово

предоставляется научному руководителю, присутствие которого на защите обязательно, затем оглашается отзыв рецензента и предоставляется слово присутствующим на защите и желающим выступить. По окончании прений слово предоставляется дипломнику для ответа на замечания рецензента и выступающих.

На закрытом заседании ГАК большинством голосов выносятся решения об оценке выполненной дипломной работы. При этом учитывается актуальность темы, содержание, оформление, грамотность и ясность изложения как работы, так и доклада, правильность ответов на вопросы. По результатам законченных исследований выносятся решения о предложениях производству. Студенту, успешно защитившему дипломную работу, присваивается квалификация ученый агроном по специальности 110201.65 – «Агрономия», 110200.62 – «Агрономия» Бакалавр сельского хозяйства.

Дипломная работа после защиты хранится в архиве вуза.

В тех случаях, когда защита дипломной работы признается неудовлетворительной, ГАК устанавливает: может ли студент представить к повторной защите ту же работу с добавкой, определяемой комиссией, или же обязан разработать новую тему, которая определяется соответствующей кафедрой.

К повторной защите дипломной работы студент допускается в течение 3-х лет после окончания вуза, при предоставлении положительной характеристики с места работы, отвечающей профилю подготовки в вузе.

6. ТЕМАТИКА ДИПЛОМНЫХ РАБОТ

При утверждении тем дипломных работ руководители и студенты обязаны придерживаться кафедральной тематики, утвержденной на методической комиссии агрономического факультета:

Кафедра агрохимии и физиологии растений

1. Разработка системы удобрения в севообороте хозяйства с учетом плодородия почвы.
2. Разработка основ биологизации систем удобрений в севооборотах хозяйства.
3. Удобрение (дозы, сроки, способы внесения) сельскохозяйственной культуры в условиях хозяйства.

4. Последствие удобрений на плодородие почвы и продуктивность культуры в условиях хозяйства.
5. Влияние минеральных и органических удобрений на плодородие почвы и урожайность культуры в условиях хозяйства.
6. Динамика плодородия почвы в связи с химизацией земледелия и урожайностью сельскохозяйственных культур в условиях хозяйства.
7. Изучение эффективности новых минеральных удобрений, микроудобрений, физиологически активных веществ (ФАВ) под различными сельскохозяйственными культурами в основных почвенно-климатических зонах Ставропольского края.
8. Агрохимические основы программирования урожайности сельскохозяйственных культур.
9. Влияние агрохимикатов на химический состав компоста и продуктивность культуры вешенки (шампиньона).
10. Изучение влияния лесных полос на агроценоз и урожайность сельскохозяйственных культур.

Список рекомендуемой литературы

1. Агеев, В. В. Программирование урожая : учебное пособие / В. В. Агеев, В. И. Демкин. – Ставрополь, 1991. – 119 с.
2. Агеев, В. В. Системы удобрения в севооборотах Юга России / В. В. Агеев, В. И. Демкин. – Ставрополь : ЦНТИ, 1992. – 157 с.
3. Агеев, В. В. Системы удобрения в севооборотах Юга России / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – Ставрополь : ЦНТИ, 2001. – 353 с.
4. Агеев, В.В. Агрохимия: южно-российский аспект : учебник (в 2-х томах) / В. В. Агеев, А. И. Подколзин. – Ставрополь, 2005, 2006.
5. Агеев, В.В. Особенности питания и удобрение сельскохозяйственных культур в севооборотах юга России : учебное пособие / В. В. Агеев, А. Н. Есаулко, А. И. Подколзин и др. – Ставрополь, 2008. – 112 с.
6. Агроклиматические ресурсы Ставропольского края. – Ленинград, 1971. – 234 с.
7. Агрохимия / под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1989. – 639 с.
8. Агрохимия / под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 2002. – 585 с.
9. Антыков, А. Я. Почвы Ставрополя и их плодородие / А. Я. Антыков, А. Я. Стомарев. – Ставрополь, 1970. – 416 с.
10. Арстанова, М. Ж. Проблемное обучение в учебном процессе вуза / М. Ж. Арстанова и др. – Алма-Ата, 1979.
11. Безуглова, О. С. Новый справочник по удобрениям и стимуляторам роста / О. С. Безуглова. – Ростов н/Д : Феникс, 2003. – 384 с.
12. Вербицкий, А. А. Психолого-дидактические принципы разработки и проведения учебных деловых игр // Применение в АПК конкретных деловых ситуаций / А. А. Вербицкий. – Л., 1978. – 207 с.
13. Вербицкий, А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход : метод. пособ. – М. : Высш. шк., 1991. – 207 с.
14. Воробьева, Л. А. Химический анализ почв / Л. А. Воробьева. – М. : Изд-во МГУ, 1998. – 260 с.

15. Воробьева, Л. А. Полярнографические методы исследования почв / Л. А. Воробьева, Д. С. Орлов ; под ред. А. И. Бусева. – М. : Изд-во МГУ, 1972. – 280 с.
16. Гриндель, Н. М. Фотометрические методы в почвенном анализе / Н. М. Гриндель. – М. : Изд-во МГУ, 1982. – 247 с.
17. Донских, И. Н. Курсовое и дипломное проектирование по системе применения удобрений / И. Н. Донских. – Л. : Агропромиздат, 1989. – 144 с.
18. Есаулко, А. Н. Рекомендации по использованию соломы на удобрение в Ставропольском крае / А. Н. Есаулко, В. В. Агеев. – Ставрополь : ГУП «Ставропольская типография», 2003. – 36 с.
19. Кореньков, Д. А. Удобрения, их свойства и способы использования / Д. А. Кореньков. – М. : Колос, 1982. – 415 с.
20. Куркаев, В. Т. Сельскохозяйственный анализ и основы биохимии растений / В. Т. Куркаев, С. М. Ерошкина, А. А. Пономарев. – М. : Колос, 1977. – 239 с.
21. Методические указания к курсовому проекту «Система удобрения сельскохозяйственных культур в севообороте хозяйства». – Ставрополь : СГСХА, 1999. – 22 с.
22. Методические указания по выполнению курсовой работы «Проектирование системы удобрения сельскохозяйственных культур в севообороте хозяйства». – Ставрополь : СГСХА, 2001. – 23 с.
23. Методические указания по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий. – М., 1982.
24. Минеев, В. Г. Химизация земледелия и природная среда / В. Г. Минеев. – М. : Агропромиздат, 1990. – 375 с.
25. Органические удобрения в интенсивном земледелии / под ред. В. Г. Минеева. – М. : Агропромиздат, 1987.
26. Особенности питания и удобрение сельскохозяйственных культур на Юге России / В. В. Агеев, А. П. Чернов, А. П. Куйдан и др. – Ставрополь : Ставроп. ГСХА, 1999. – 113 с.
27. Панников, В. Д. Почва, климат, удобрение и урожай / В. Д. Панников, В. Г. Минеев. – М. : Агропромиздат, 1987. – 414 с.
28. Пересыпкин, В. Ф. Атлас болезней полевых культур / В. Ф. Пересыпкин. – Киев : Урожай, 1987. – 144 с.

29. Петербургский, А. В. Практикум по агрохимии / А. В. Петербургский. – М. : Сельхозгиз, 1947. – 280 с.
30. Петербургский, А. В. Лабораторно-практические занятия для лаборантов агрохимлабораторий / А. В. Петербургский, В. П. Замота. – М. : Высшая школа, 1969. – 256 с.
31. Подколзин, А. И. Плодородие почвы и эффективность удобрений в земледелии Юга России / А. И. Подколзин. – М., 1997. – 182 с.
32. Постников, А. В. Химизация сельского хозяйства / А. В. Постников. – М. : Агропромиздат, 1989. – 223 с.
33. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. – М. : Изд-во МГУ, 2009. – 689 с.
34. Практикум по агрохимии / под ред. И. В. Пустового. – М. : Колос, 1995. – 336 с.
35. Практикум по агрохимии / под ред. Б. А. Ягодина. – М. : Агропромиздат, 1990. – 512 с.
36. Рекомендации по применению микроудобрений под полевые культуры. – Ставрополь, 1988. – 33 с.
37. Русин, Г. Г. Физико-химические методы анализа в агрохимии / Г. Г. Русин. – М. : Агропромиздат, 1990. – 302 с.
38. Рядов, А. С. Практикум по агрохимии / А. С. Рядов и др. – М. : Колос, 1980.
39. Церлинг, В. В. Диагностика питания сельскохозяйственных культур : справочник / В. В. Церлинг. – М. : Агропромиздат, 1990. – 235 с.
40. Шкаликов, В. А. Защита растений от болезней / В. А. Шкаликов, О. О. Белошапкина, Д. Д. Букреев и др. ; под ред. В. А. Шкаликова. – М. : Колос, 2001. – 248 с.
41. Юдин, Ф. А. Методика агрохимических исследований / Ф. А. Юдин. – М. : Колос, 1980. – 368 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

1. Оформление титульного листа

ФГОУ ВПО
Ставропольский государственный аграрный университет
Кафедра агрономической химии
и физиологии растений

КУРСОВАЯ РАБОТА

**На тему: «Проектирование системы удобрения
сельскохозяйственных культур в севообороте № 3 СПК «
Русь» Советского района»**

Выполнил: студент 3-го курса 2 группы
Иванов Сергей Петрович
Проверил: доцент Гречишкина Ю.И.

Ставрополь 2011 г.

2. Примерное содержание питательных веществ в органических удобрениях, %

Удобрения	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Полуперепревший навоз	0,5	0,25	0,6
2. Навозная жижа	0,25-0,3	0,03-0,1	0,4-0,5
3. Птичий помет: кур	0,7-1,9	1,5-2,0	0,8-1,0
уток	0,8	1,5	0,4
гусей	0,6	0,5	1,1
4. Торф низинный	2,3-3,3	0,1-0,5	0,15
5. Зеленая масса гороха (сидерат)	0,65	0,15	0,52
6. Солома озимой пшеницы	0,45	0,2	0,9
7. Солома ячменя	0,5	0,2	1,0
8. Солома овса	0,65	0,35	1,6
9. Солома проса	0,4	0,18	1,59
10. Солома гречихи	0,8	0,61	2,42
11. Солома кукурузы	0,75	0,3	1,64
12. Солома гороха	1,4	0,35	0,5
13. Ботва подсолнечника	0,77	0,28	1,38
14. Ботва сахарной свёклы	0,35	0,1	0,4

3. Вынос элементов питания 1 ц основной продукции (с учетом побочной), кг

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Озимая пшеница	3,5	1,0	2,0
Озимая рожь	3,0	1,0	1,8
Яровая пшеница	3,8	1,1	2,4
Кукуруза на зерно	3,0	1,0	2,0
Ячмень	2,9	1,1	1,9
Овес	3,3	1,4	2,0
Просо	3,1	1,1	3,0
Сорго на семена	3,6	1,0	1,4
Гречиха	4,4	3,1	4,4
Горох, вика	4,6	1,6	2,0
Соя на зерно	4,9	1,6	1,8
Сахарная свекла	0,5	0,2	0,7
Подсолнечник	5,0	3,0	13,5
Картофель	0,4	0,2	0,6

Культура	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Кормовые корнеплоды	0,4	0,2	0,6
Однолетние травы, зеленая масса	0,2	0,2	0,5
Однолетние травы, на сено	1,7	0,8	2,3
Многолетние травы, зеленая масса	0,3	0,2	0,4
Многолетние травы, на сено	1,3	0,8	1,9
Кукуруза на силос	0,3	0,1	0,5
Сорго на силос	0,3	0,2	0,3
Рапс, зеленая масса	0,5	0,2	0,3
Горох, зеленая масса	0,3	0,2	0,2
Овес, зеленая масса	0,5	0,1	0,3
Горчица	5,1	1,7	1,0
Рапс, семена	4,5	2,1	3,0

4. Средние коэффициенты использования питательных веществ растениями из удобрений, %

Год действия	Органических			Минеральных		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1-й год	20-25	25-30	50-60	60-70	15-20	50-60
2-й год	20	10-15	10-15	-	10-15	10-20
3-й год	10	5	-	-	5	-
За ротацию севооборота	50-55	40-50	60-75	60-70	30-40	65-80

5. Средние коэффициенты использования питательных веществ сельскохозяйственными культурами из почвы, %

Культура	Черноземные почвы			Каштановые почвы		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерновые, однолетние и многолетние	50	40	5	50	40	5
Кукуруза на силос	50	30	7	50	30	7
Кукуруза на зерно	50	45	10	50	45	10
Подсолнечник	50	50	20	50	50	15
Однолетние бобовые	50	35	5	50	35	5

6. Физические и химические свойства минеральных удобрений

Название удобрения	Агро-хими-ческий символ	Содержание действующе-го вещества, %	Объем 1 тон-ны, м³	Допусти-мая высота укладки, м
1. Аммиачная селитра	Naа	34,6	1,22	1,5
2. Сульфат аммония	Na	21	1,12	2,5
3. Мочевина	Nм	46	1,55	1,5
4. Суперфосфат порошковид-ный	Pс	19	0,8	1,7
5. Суперфосфат гранулирован-ный	Pсг	20	0,9	1,7
6. Суперфосфат двойной	Pсд	45	1,15	1,7
7. Хлористый калий	Kх	56-60	1,05	2,5
8. Сульфат калия	Kс	45-48	0,81	2,0
9. Калийная соль	Kкс	40	0,91	2,5
10. Аммофос	АФ	N-10 P ₂ O ₅ -45	1,1	1,7
11. Диамофос	ДАФ	N-19 P ₂ O ₅ -49	1,15	1,7
12. Нитрофос	НФ	N-23 P ₂ O ₅ -17	1,1	1,7
13. Нитрофоска	НФК	N12-13 P ₂ O ₅ -9-11 K ₂ O-13-14	1,25	1,7
14. Нитроаммофос	НАФ	N-23 P ₂ O ₅ -23	1,24	1,7
15. Нитроаммофоска	НАФК	N-17 P ₂ O ₅ -17 K ₂ O – 17	1,2	1,7
16. Жидкие комплексные удо-брения	ЖКУ	N -10 P ₂ O ₅ -34	1,24	*

7. Нормативы окупаемости удобрений

Культура	Окупаемость 1 кг NPK прибавкой урожая (кг)
Зерновые	4,3
Сахарная свёкла	29,2
Подсолнечник	2,4
Кукуруза на силос	37
Кормовые корнеплоды	42,9
Травы многолетние и однолетние на зеленый корм	11,6

8. Оформление титульного листа

ФГОУ ВПО
Ставропольский государственный аграрный университет
Кафедра агрономической химии
и физиологии растений

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

На тему: «Системы удобрения сельскохозяйственных культур в севообороте № 3 СПК «Русь» Советского района»

Выполнил: студент 3-го курса 2 группы
Иванов Сергей Петрович
Проверил: доцент Радченко В.И.

Ставрополь 2011 г.

**9. Коэффициенты использования элементов питания из почвы
с программируемым урожаем (К_н) (Агеев В. В., 2001)**

Содержание P ₂ O ₅ в почве, мг/кг	К _н фосфора	Содержание K ₂ O в почве, мг/кг	К _н калия
<10,0	0,3	<100	0,5
10,5	0,31	105	0,51
11,0	0,32	110	0,52
11,5	0,33	115	0,53
12,0	0,34	120	0,54
12,5	0,35	125	0,55
13,0	0,36	130	0,56
13,5	0,37	135	0,57
14,0	0,38	140	0,58
14,5	0,39	145	0,59
15,0	0,40	150	0,6
15,5	0,41	155	0,61
16,0	0,42	160	0,62
16,5	0,43	165	0,63
17,0	0,44	170	0,64
17,5	0,45	175	0,65
18,0	0,46	180	0,66
18,5	0,47	185	0,67
19,0	0,48	190	0,68
19,5	0,49	195	0,68
20,0	0,50	200	0,7
20,5	0,51	205	0,71
21,0	0,52	210	0,72
21,5	0,53	215	0,73
22,0	0,54	220	0,74
22,5	0,55	225	0,75
23,0	0,56	230	0,76
23,5	0,57	235	0,77
24,0	0,58	240	0,78
24,5	0,59	245	0,79
25,0	0,60	250	0,8
25,5	0,61	255	0,81
26,0	0,62	260	0,82
26,5	0,63	265	0,83

Содержание P_2O_5 в почве, мг/кг	K_n фосфора	Содержание K_2O в почве, мг/кг	K_n калия
27,0	0,64	270	0,84
27,5	0,65	275	0,85
28,0	0,66	280	0,86
28,5	0,67	285	0,87
29,0	0,68	290	0,88
29,5	0,69	295	0,89
30,0	0,70	300	0,90
30,5	0,71	305	0,91
31,0	0,72	310	0,92
31,5	0,73	315	0,93
32,0	0,74	320	0,94
32,5	0,75	325	0,95
33,0	0,76	330	0,96
33,5	0,77	335	0,97
34,0	0,78	340	0,98
34,5	0,79	345	0,99
35,0	0,80	>350	1,0
35,5	0,81		
36,0	0,82		
36,5	0,83		
37,0	0,84		
37,5	0,85		
38,0	0,86		
38,5	0,87		
39,0	0,88		
39,5	0,89		
40,0	0,90		
40,5	0,91		
41,0	0,92		
41,5	0,93		
42,0	0,94		
42,5	0,95		
43,0	0,96		
43,5	0,97		
44,0	0,98		
44,5	0,99		
>45	1,00		

10. Примерные затраты на внесение удобрений

Название	Единица измерения	Затраты на внесение
Органические:		
Навоз	т	100
Навозная жижа	т	50
Птичий помет	т	70
<u>Азотные:</u>		
Аммиачная селитра	ц	370 – 400
Мочевина	ц	450 – 460
КАС	ц	300 – 310
<u>Фосфорные:</u>		
Суперфосфат гранулированный	ц	585
<u>Калийные:</u>		
Хлористый калий	ц	480
40 % калийная соль	ц	400
Комплексные:		
Аммофос	ц	730
Диаммофос	ц	770
Нитроаммофос	ц	520
Нитроаммофоска	ц	500
ЖКУ	ц	390

11. Примерные цены 1 ц продукции, руб.

Наименование культуры	Цена 1 ц продукции (в ценах 2010 г.)
Озимая пшеница	400-500
Озимый ячмень	200-250
Озимый рапс	800-1000
Кукуруза (зерно)	450 – 500
Кукуруза (силос)	30-40
Подсолнечник (семена)	800-900
Горох	450 – 500
Рис	800-900
Просо	600-700
Гречиха	800-900
Сахарная свёкла	150
Картофель	1200-1500
Горчица	800-900
Соя	700-800
Многолетние травы (сено)	150-200
Многолетние травы (зел. корм)	30-40
Овес	250

12. Образец задания на дипломную работу

ФГОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет

Агрономический факультет

«Утверждаю»

Зав. кафедрой _____

« ____ » _____ 201 ____ г.

Задание на дипломную работу

Студенту _____

1. Тема работы _____

2. Утверждена приказом по университету _____

3. Срок сдачи студентом законченной работы _____

4. Исходные данные к работе _____

5. Содержание дипломной работы (перечень подлежащих разработке вопросов) _____

6. Перечень иллюстрационно-графического материала _____

7. Консультанты по дипломной работе по разделам:

Охрана окружающей среды _____

Экономическая эффективность _____

8. Дата выдачи задания _____

9. Научный руководитель _____

Ф.И.О. _____ подпись

10. Задание принял к исполнению _____

« ____ » _____ 201 ____ г.

подпись

13. Образец заполнения титульного листа дипломной работы

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**КАФЕДРА АГРОХИМИИ
И ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ**
Специальность:
110201.65 – «АГРОНОМИЯ»

БУКРЕЕВ СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

***ВЛИЯНИЕ НОВЫХ ФОРМ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
НА ВЫЩЕЛОЧЕННОМ ЧЕРНОЗЕМЕ
СТАВРОПОЛЬСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ***

Руководитель:

доктор биол. наук, профессор

А. И. Подколзин

Консультанты по:

– **экономическому обоснованию,**

канд. экон. наук, старший преподаватель

С.С. Милаевская

– **охране окружающей среды,**

доктор с.-х. наук

А.Н. Есаулко

Допущена к защите:

зав. кафедрой агрохимии и физиологии растений,
доктор с.-х. наук, профессор

А. Н. Есаулко

« ____ » _____ 2011 г.
СТАВРОПОЛЬ, 2011

14. Образец заполнения рецензии на дипломную работу

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу студента ____ курса _____ факультета

(фамилия, имя, отчество студента)

на тему _____

выполненную на кафедре _____

под руководством _____

Общая характеристика работы:

Положительные стороны работы:

Недостатки:

Заключение:

« ____ » _____ 201 ____ г.

Рецензент _____

подпись

Место работы и должность _____

Ф.И.О. _____

Оглавление

<i>Введение</i>	3
Техника лабораторных работ	4
<i>Занятие 1.</i> Методы отбора растительных образцов	20
<i>Занятие 2.</i> Определение содержания сухого вещества и сырой золы	26
<i>Занятие 3.</i> Мокрое озоление растительной пробы. Определение общего азота в растениях	29
<i>Занятие 4.</i> Определение содержания фосфора в растениях	38
<i>Занятие 5.</i> Определение содержания калия в растениях	40
<i>Занятие 6.</i> Диагностика признаков голодания растений	50
<i>Занятие 7.</i> Определение содержания сахарозы в сахарной свекле поляриметрическим методом	81
<i>Занятие 8.</i> Коллоквиум по теме «Питание растений». Подведение итогов УИРС	89
<i>Занятие 9.</i> Деловая игра «Агрохимик».	90
<i>Занятие 10.</i> Правила отбора почвенных проб. Определение в почве нитратного азота дисульфифеноловым методом по Грандваль – Ляжу	100
<i>Занятие 11.</i> Определение нитрификационной способности почвы по Кравкову в модификации Почвенного института им. В. В. Докучаева	106
Определение нитратов в почве с помощью ионоселективного электрода	111
<i>Занятие 12.</i> Колориметрическое определение содержания аммонийного азота с помощью реактива Несслера	118
<i>Занятие 13.</i> Определение содержания подвижного фосфора в карбонатных почвах по методу Б. П. Мачигина	120
<i>Занятие 14.</i> Определение подвижных соединений калия в почве по методу Б.П. Мачигина в модификации ЦИНАО	123
<i>Занятие 15.</i> Определение содержания в почве тяжелых металлов атомно-абсорбционным методом	125

<i>Занятие 16.</i>	
Потенциометрическое определение pH почвы.	
Определение гидролитической кислотности почвы	141
<i>Занятие 17.</i>	
Определение суммы поглощенных оснований	
по Каппену – Гильковицу.	149
<i>Занятие 18.</i>	
Определение гумуса почвы по методу И. В. Тюрина	
в модификации ЦИНАО	151
Определение органического вещества по методу И.В. Тюрина	
в модификации ЦИНАО	158
<i>Занятие 19.</i>	
Коллоквиум по теме «Свойства почвы	
в связи с питанием растений и применением удобрений».	
Подведение итогов УИРС	161
<i>Занятие 20.</i>	
Изучение свойств минеральных удобрений.	
Распознавание минеральных удобрений	
в производственных условиях. Признаки удобрений	
и качественные реакции при определении их свойств	164
Тесты для текущего и итогового контроля	171
 Методические указания по выполнению курсовой работы	
«Проектирование системы удобрения	
сельскохозяйственных культур в севообороте хозяйства»	
для специальности 110203.65 «Защита растений»	210
 Методические указания по выполнению курсового проекта	
«Системы удобрения сельскохозяйственных культур	
в севообороте хозяйства» для специальности	
110201.65 «Агрономия», 110200.62 «Агрономия»	
(Бакалавр сельского хозяйства)	224
 Методические указания по выполнению дипломных работ	245
 <i>Список рекомендуемой литературы.</i>	261
 <i>Приложение</i>	264

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 28.09.2010. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times». Печать офсетная. Усл. печ. л. 16. Тираж 200 экз. Заказ № 460.

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-953000

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Мира, 302.