МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени В.Я.ГОРИНА»

УТВЕРЖДАЮ:
Декан агрономического факультета,
доктор с-х наук, доцент. С.Д. Лицуков
«23» января 2016 г.

Программа учебной практики по дисциплине «Агрохимия» для студентов агрономического факультета направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень магистратуры)

п. Майский 2016

Рабочая программа составлена с учетом требований:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень магистратуры), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30 марта 2015 г. №316;
- порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 19.12.2013 г. №1367;
- профессионального стандарта «Агрохимия и агропочвоведение», основной профессиональной образовательной программы ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ по направление подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень магистратуры)

Составитель: доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, канд. с-х. наук Кузнецова Лариса Николаевна, профессор кафедры земледелия, агрохимии и экологии, доктор. с-х. наук Лицуков Сергей Дмитриевич, доцент кафедры земледелия, агрохимии и экологии, канд. с-х. наук Линков Сергей Александрович

Рассмотрена на заседании кафедры земледелия, агрохимии и экологии «27» января 2016 г., протокол № 6

Зав. кафедрой _____ Титовская А.И.

Одобрена методической комиссией агрономического факультета «28» января 2016 г., протокол № 5

Председатель методической комиссии
агрономического факультета_____Акинчин А.В.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Учебная практика является составной частью основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 35.04.03 Агрохимия и агропочвоведение (уровень магистратуры) (базовый уровень)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

по агрохимии

Учебная практика проводится после сдачи теоретического экзамена по курсу агрохимии в летний период времени с выездом на поля учебно-опытного хозяйства, передовые хозяйства, научно-исследовательские центры и другие научно-производственные учреждения расположенные в зоне нахождения учебного заведения.

Цели учебной практики:

- закрепление и углубление знаний полученных студентами в процессе теоретического обучения;

- приобретение необходимых умений и навыков и опыта практической работы по изучаемой специальности.

Задачи учебной практики:

- закрепление студентами теоретических знаний по вопросам питания растений, свойств почв, применения удобрений;
- приобретение практических навыков по закладке полевых, вегетационных опытов различной модификации;
- приобретение навыков по отбору почвенных и растительных образцов для агрохимического анализа;
- овладение методикой диагностики питания растений;
- овладение методикой агрохимического обследования почв и составлением картограмм кислотности почв, обеспеченности их подвижными формами фосфора и калия;
- ознакомление студентов с хранением удобрений, смешиванием и внесением их (экскурсии в агрохимический центр);
- ознакомление студентов с работой зональных научно-исследовательских институтов и опытных станций;
- подробный анализ системы удобрения в учебном хозяйстве института или в передовом хозяйстве соответствующей зоны с выездом студентов в хозяйство.

2. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ОПРЕДЕЛЕННЫМ КОМПЕТЕНЦИЯМ

Выпускник должен обладать следующей профессиональныой компетенцияей (ПК-6):

- готовностью применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур

Коды компетенций	Формулировка компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-6	готовность применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур	**Знать:** критерии оптимизации питания растений и агрохимических свойств почвы с помощью приемов химической мелиорации и применения удобрений для производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения и повышения почвенного плодородия; - методы диагностики питания растений, определения потребности в удобрениях и проведении химической мелиорации кислых и солонцовых почв; - состав и свойства, трансформацию в почве минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и технологию их транспортировки, хранения и внесения; - методы агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, агротехнические и экологические требования, экологические ограничения их применения; - основные принципы построения системы удобрения, определения доз, сроков и способов их внесения;
		Уметь: - распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции. - оценивать и использовать в профессиональной деятельности результаты агрохимических анализов почв, растений и удобрений; - обеспечивать правильное и экологически безопасное применение химических мелиорантов и удобрений в соответствии с рекомендациями агрохимслужбы.
		Владеть: способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

Учебная практика проводится в соответствии с учебным планом. Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с графиком учебного

процесса. Продолжительность учебнойпрактики - _____ недель:

До начала практики проводится установочная конференция (собрание магистрантов), на которой студентам разъясняются цели и задачи практики, даются методические советы по выполнению программы практики, обращается внимание на содержание и форму отчетной документации, представляемой магистрантов на защиту практики, выдаются направления на практику, дневник и программа практики.

4. ТРЕБОВАНИЯ К МАГИСТРАНТУ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ПРАКТИКИ

До начала практики магистрант обязан:

- ознакомиться с методическими и инструктивными материалами о практике и пройти собеседование у группового руководителя практики;

- принять участие в установочной конференции (собрании студентов);

Во время прохождения практики магистрант обязан:

- максимально использовать отведенное для практики время, в установленные сроки, в полном объеме и с высоким качеством выполнять все задания предусмотренные программой практики;
- перед окончанием практики составить отчет о прохождении практики

После прохождения практики студент обязан:

- своевременно представить на групповому руководителю отчетную документацию о практике;
- принять участие в итоговой конференции.

5. ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ ПРАКТИКИ

Руководитель практики обязан:

- провести до установочной конференции собеседование с магистрантами

- принять участие в работе установочной конференции (собрании);
- контролировать прибытие студентов при прохождении практики;
- оказывать студентам методическую помощь по выполнению программы практики.

- изучить отчетную документацию студента о практике и принять решение о допуске (или не допуске) студента к защите отчета по практике;

- принять участие в защите отчета по практике;

6. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ПРАКТИКИ

В результате освоения учебной практики по агрохимии магистрант должен иметь практический опыт подготовки и внесения удобрений и корректировки доз удобрений в соответствии с учетом плодородия почв-

6.1. Методы агрохимических исследований

1. Вегетационный метод

Вегетационный метод предусматривает закладку и проведение вегетационных опытов. Их выполняют в специальных сосудах в вегетационных домиках (застекленные павильоны) или на площадках, представляющих собой сетчатые павильоны.

При этом изучается питание растений, действие удобрений и других химикатов на их рост, развитие и урожайность в контролируемых и регулируемых условиях.

Вегетационные опыты помогают более детально рассматривать влияние удобрений в полевых условиях, определить обеспеченность почв доступными питательными веществами и решить другие важные агрохимические вопросы.

Однако вегетационный метод не может заменить полевых опытов, которые дают более правильное определение эффективности удобрений для конкретных почвенно-климатических и производственных условий.

При проведении вегетационных опытов необходимо учитывать, что для нормального роста и развития растений надо обеспечить их всеми элементами питания. Избыток некоторых элементов (марганца, алюминия, бора и др.) оказывает токсическое действие на растение. На практике чаще приходится сталкиваться с недостатком того или иного элемента питания в почве. Это явление оказывает отрицательное влияние на обмен веществ в растениях, что ведет к морфолого-биологическим изменениям стебля, листьев (размер, окраска, количество, отмирание ткани и др.).

Приведем несколько самых распространенных тем и схем вегетационных опытов.

Тема 1. Определение действия основных видов удобрений (NPK) на черноземной суглинистой почве.

Восьмерная полная схема Жоржа Билля (английская): 1) 0; 2) N; 3) P; 4) K; 5) NP; 6) NK; 7) PK; 8) NPK.

Сокращенная пятерная схема Вагнера: 1) 0; 2) NP; 3) NK; 4) PK; 5) NPK.

Сокращенная четверная схема Митчерлиха: 1) NP; 2) NK; 3) PK; 4) NPK.

Тема 2. Отзывчивость овса на удобрения при выращивании на черноземных почвах.

Схема опыта: 1) 0; 2) N; 3) P; 4) K; 5) NPK.

Тема 3. Действие различных доз аммиачной селитры на урожай и качество зерна яровой пшеницы.

Схема опыта: 1) 0; 2) N_1PK; 3) N_2PK; 4) N_3PK.

Тема 4. Влияние различных доз суперфосфата на урожай овса.

Схема опыта: 1) 0; 2) NP_1K; 3) NP_2K; 4) NP_3K; 5) NP_4K.

Тема 5. Влияние повышенных доз калийных удобрений на урожай и крахмалистость клубней картофеля.

Схема опыта: 1) 0; 2) NPK_1; 3) NPK_2; 4) NPK_3; 5) NPK_4.

Количество тем, а соответственно и схем опытов зависит от задач, поставленных в исследованиях. Кроме того, темой вегетационных опытов может быть изучение действия различных видов и форм простых удобрений, эффективности комплексных и смеси простых удобрений.

Объектами изучения вегетационного метода являются почва, растения и удобрения. В зависимости от темы научного исследования, среды, в которой выращивают растения, вегетационный метод применяют в следующих модификациях: 1) почвенные культуры: 2) песчаные культуры: 3) водные культуры; 4) разделенные культуры (метод изолированного питания); 5) стерильные культуры; 6) гидропоника.

В почвенной культуре средой является почва; в водной - вода; в песчаной - песок; в стерильной - вода, песок; в разделенных культурах - вода, песок.

Почвенные культуры наиболее распространены в агрохимических исследованиях. Это наиболее простая модификация вегетационного метода, когда растения выращиваются в сосудах с почвой, что приближает условия их питания к естественным (полевым). Этот метод применяют для изучения взаимодействия удобрений и почвы, почвы и растений, а также для изучения свойств почв и удобрений.

Песчаные культуры - широко распространенный метод выращивания растений в агрохимических исследованиях по изучению питания. При постановке опытов с песчаными культурами изучают влияние отдельных элементов и их форм в питании растений, действие корневых выделений растений на труднодоступные для растений соединения и т.п.

Водные культуры позволяют наиболее строго регулировать состав, концентрацию, осмотическое давление, реакцию (pH) и другие свойства питательного раствора. В водных культурах можно легко наблюдать за ростом корневой системы растений и периодически менять питательный раствор.

Водные культуры широко используют для изучения корневого питания растений в контролируемых условиях; для установления элементов питания, необходимых для нормального роста и развития растений и их соотношения; для выявления роли отдельных элементов; влияния концентрации питательного раствора на рост и развитие растений в различные периоды; для изучения раз-

вития корневой системы у растений при различных условиях питания; влияния реакции и буферности среды на рост и развитие растений; различного уровня питания в разные периоды роста растений.

Разделенные, или изолированные, культуры используют при изучении значения отдельных корней в питании растений, передвижения элементов питания по корневой системе, выделения питательных веществ корнями в окружающую среду. Метод изолированной культуры, или изолированного питания, применяется при изучении взаимодействия двух или нескольких питательных солей и влияния взаимодействия этих солей на рост и развитие растений.

Стерильные культуры используют для выяснения роли микроорганизмов в питании растений, изучения корневых выделений и возможности питания растений органическими соединениями.

После завершения опытов со стерильной культурой необходимо проверить стерильность растворов путем микробиологических тестов.

Ниже рассмотрим порядок и технику закладки наиболее распространенного вегетационного опыта с почвенной культурой.

Закладка вегетационных опытов с почвенной культурой производится в такой последовательности: 1) подготовка вегетационных сооружений и сосудов к закладке опытов; 2) тарирование сосудов; 3) подготовка дренажа; 4) подготовка семян, почвы, удобрений; 5) набивка сосудов; 6) посев; 7) полив, уход за растениями. Затем проводятся фенологические наблюдения и биометрические измерения в течение вегетационного периода; 8) уборка, обмолот и учет урожая; 9) отбор почвенных и растительных образцов; 10) оформление (документация) опыта и составление отчетов.

Подготовка вегетационных сооружений. Прежде чем приступить к закладке вегетационных опытов, необходимо подготовить вегетационный домик, теплицу, сетчатый павильон и окружающую их территорию.

Все помещения тщательно очищают от прошлогодних остатков растений, почвы и т. п., выносят сосуды, если они были оставлены там на зимнее хранение. Все стеллажи вегетационного домика, сетчатого павильона тщательно моют и высушивают. После этого их красят светлой масляной краской и нумеруют.

Подготовка сосудов. Вегетационные сосуды для опытов бывают двух типов, различающихся по способу полива: без и с отверстием в дне. Сосуды без отверстий используют для более точных опытов, поливают их по массе и располагают в сооружениях, защищенных от осадков. Сосуды с отверстиями в дне обязательно имеют поддон для сбора избытков осадков (дождей); их помещают на стеллажах под сеткой. Сосуды могут быть пластмассовые, стеклянные и металлические.

Для защиты от света и перегревания на стеклянные (иногда и на пластмассовые) сосуды надевают чехлы из плотной двухслойной ткани или плотной бумаги. Металлические сосуды покрывают консервантами (внутри асфальтовым лаком, снаружи белой краской) или эмалируют. Наиболее распространены цилиндрические сосуды следующих размеров (см): пластмассовые и стеклянные диаметром 15-30 и высотой 20-25, металлические диаметром 20-30 и высотой 20-30.

Тарирование сосудов заключается в подборе по высоте и доведении их до одинакового веса. Уравновешивают сосуды битым стеклом, галькой, тщательным подбором дренажа. По весу сосуды одного опыта не должны отличаться более чем на 100 г. По высоте и диаметру сосуды для опыта не должны отличаться более чем на 0,5 см.

Подготовка дренажа. При использовании в качестве дренажа битого стекла и гальки их тщательно очищают от примесей, выдерживая в течение нескольких дней в стеклянных сосудах с крепкими кислотами (серной, соляной или азотной) или двухромовокислым калием. Затем промывают водопроводной водой для полного удаления кислоты. Ополаскивают дистиллированной водой и высушивают на солнце или в сушильном шкафу.

Подготовка почвы. Для закладки вегетационного опыта берут почву, типичную для зоны. Необходимо точно знать тип и разновидность почвы, историю участка, с которого заготавливалась почва, указать, откуда она взята. Особое внимание следует обратить на предшествующую ее удобренность.

Обычно почву заготавливают с поля на глубину пахотного слоя в то время, когда почва не мажется (средне-увлажненное состояние). Но соответственно задаче опыта может быть взят любой горизонт почвенного профиля.

Общее количество почвы зависит от числа и емкости сосудов. К этому количеству прибавляется на различные потери не менее 25 % сверх вычисленного. Если почва очень влажная, то ее берут на 30...40 % больше потребного количества.

Почву привозят к вегетационному домику на предварительно выровненную, очищенную площадку навалом на машине или на тракторной тележке. На дне кузова расстилается брезент. Кроме того, почву перевозят в чистых мешках (бумажных и рогожных) и деревянных ящиках.

Доставку, хранение и подготовку почвы надо выполнить так, чтобы почва не успела высохнуть, так как высыхание приводит к повышению в ней количества легкоусвояемых веществ, особенно азотистых и фосфорных. Привезенную почву очень тщательно перемешивают, чтобы создать однородную по составу и свойствам среду, удаляют камни, корпи, пожнивные остатки, пропуская через сито, или грохот, с отверстиями 2...3 см.

Удобрения. В вегетационных опытах с почвенной культурой при изучении влияний различных удобрений (азотные, фосфорные, калийные, известковые и т.п.) необходимо создавать сравнительно высокий фон других макроэлементов, кроме изучаемого, чтобы избежать возможности ограничивающего влияния их на урожай и качество продукции растений.

Рекомендуемые дозы удобрений приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Дозы удобрений (в г питательного вещества на 1 кг сухой почвы)

Культуры	N	P_20_5	K_20
Зерновые	0,15	0,10	0,10
Бобовые	0,10-0,15	0,10-0,15	0,10-0,15
Картофель	0,12	0,20	0,28

Сахарная свекла	0,15	0,22	0,22
Лен	0,05-0,07	0,10-0,12	0,06-0,1
Хлопчатник	0,24	0,35	0,06-0,09
Капуста	0,15-0,2	0,20-0,25	0,20-0,25
Томаты	0,10-0,15	0,15-0,20	0,20-0,30
Огурцы	0,15-0,20	0,15-0,20	0,20-0,25
Лук	0,10-0,15	0,10-0,15	0,15-0,20

В вегетационных опытах могут быть использованы как готовые минеральные удобрения, так и химические соли различной степени очистки. Удобрения могут быть внесены в виде порошков, гранул и в виде раствора.

Порядок набивки сосудов. На дно отпарированного и подготовленного сосуда аккуратно кладут кружок из марли или фильтровальной бумаги соответствующего диаметра. После этого аккуратно укладывают на дно дренаж, а поверх дренажа опять марлевый кружок на 2…3 см шире диаметра сосуда. Этот кружок прижимается к стенкам и дну сосуда точно отвешенным (300...500 г) количеством увлажненного кварцевого песка (на 100 г песка 15 мл воды).

Стеклянную трубку для полива укрепляют в дренаже строго вертикально на расстоянии 1...1,5 см от стенки сосуда. После этого приступают к набивке сосудов. Количество почвы для сосуда устанавливается пробной набивкой.

Надо помнить, что набивка всех сосудов почвой должна заканчиваться в течение одного дня. Поэтому набивку проводят 3 человека: один взвешивает почву, другой вносит удобрения или растворы, третий тщательно перемешивает почву с удобрениями и набивает сосуды. Поверхность почвы в сосуде выравнивают, немного уплотняя деревянным или железным кружком. Уровень почвы не должен доходить на 1,5...2 см до края сосуда.

Для разных культур нужны сосуды различных объемов: для зерновых, зернобобовых и трав 5-7 кг почвы, для картофеля, капусты 25-30 кг, для свеклы и других корнеплодов 15-25 кг. Размеры сосудов зависят не только от культур, но и от целей и задач исследований.

Посев. Чаще всего его проводят пророщенными (наклюнувшимися) семенами. Перед этим поверхность почвы выравнивают, при необходимости слегка увлажняют, стеклянной палочкой или специальным шаблоном намечают гнезда, в которые кладут семена. Заделка семян проводится предварительно выбранной из сосуда почвой на глубину от 0,5 до 2 см. Чем крупнее семена, тем глубже их заделка.

Сосуды устанавливают на стеллажи на постоянное место обязательно по повторностям, а не по вариантам опыта.

Через 2...3 дня после появления всходов, когда они окрепнут, лишние удаляют пинцетом и оставляют в каждом сосуде одинаковое количество растений.

Полив и уход. При проведении вегетационных опытов необходимо, прежде всего, поддерживать установленную влажность почвы в сосудах. Поливают их ежедневно в ранние утренние или вечерние часы (обычно 1 раз в день, а в жаркие дни - 2...3 раза). Чаше всего половину воды дают сверху и половину

снизу.

Для полива используют дистиллированную или водопроводную воду, которую набирают накануне в бочки и другие емкости, чтобы не поливать растения слишком холодной водой.

Полив проводят по массе до установленной для опыта оптимальной влажности. Для нахождения оптимальной влажности определяют полную влагоемкость и влажность почвы при набивке сосудов. Влажность почвы, составляющая 60...70 % от полной влагоемкости, для большинства культур и почв близка к оптимальной.

Сорняки в сосудах сразу удаляют. При заболевании растений (мучнистая роса, ржавчина) или при появлении вредителей (тля, шведская муха) проводят необходимые меры борьбы.

Чтобы во время роста растения не ломались и не полегали, на каждый сосуд надевают каркас или вставляют в сосуды железные или деревянные палочки (по 3...4 на сосуд), между которыми по мере роста растений натягивают несколько рядов шпагата.

Наблюдения. В период вегетации растений проводят фенологические наблюдения и биометрические измерения, результаты которых заносят в специальные журналы. Регистрируют число и месяц наступления фаз роста и развития растений в зависимости от выращиваемой культуры: зерновые (рожь, пшеница, овес, ячмень, просо, рис) – начало всходов, полные всходы, появление 2-го листа, появление 3-го листа, кущение, выход в трубку, колошение, цветение, молочная, восковая и полная спелость; картофель – полные всходы, бутонизация, цветение, начало отмирания ботвы; зернобобовые — всходы, начало образования боковых побегов, образование соцветий, цветение, созревание (начало и полная спелость); гречиха — всходы, появление 1-го настоящего листа, ветвление, образование соцветий, цветение, созревание; сахарная свекла и другие корнеплоды – всходы, появление 1-й пары настоящих листьев, появление 3-го настоящего листам начало утолщения подсемядольного колена, увядание наружных листьев; томат, баклажан, перец — всходы, появление 1-го настоящего листа, образование бутонов (соцветий), цветение, начало развития плодов, съемная спелость; капуста белокочанная, краснокочанная и савойская – всходы, техническая спелость у 10, 30, 75 % кочанов; тыквенные (огурец, дыня, арбуз, тыква) — всходы, появление 1-го, а иногда и 3-го настоящего листа, образование бутонов, цветение (отдельно женских и мужских цветков), отцветание первых женских цветков, созревание, съемная спелость, последний сбор.

Уборка и учет урожая. За 3...4 дня до уборки урожая прекращают полив сосудов. Растения убирают в фазе полной спелости. Их срезают ножницами у самой поверхности почвы, убирают в пакеты и затем высушивают их до воздушно-сухого состояния в вегетационном домике, лаборатории или другом подсобном помещении. После этого урожай обмолачивают и взвешивают.

Если в задачу вегетационных опытов входило изучение структуры урожая различных культур, то эту работу выполняют в период уборки. Во время уборки урожая проводят отбор средних проб почвы для агрохимического анализа, а

также растений (зерно, клубни, солома, ботва и т.п.) для биохимического анализа в период лабораторно-практических занятий студентов по курсу агрохимии.

Заканчивают уборку и учет урожая статистической обработкой полученных данных.

2. Полевой опыт с удобрениями

Полевой опыт проводят на специально выделенном участке для определения действия удобрений на урожай растений, его качество и плодородие почвы.

Полевой опыт - главный метод в агрономических и агрохимических исследованиях, особенно в исследованиях с удобрениями.

Полевые опыты подразделяются на несколько видов. Длительный (стационарный) опыт проводят на одном участке в севообороте или при бессменной культуре в течение ряда лет (десятилетий) с систематическим наложением удобрений.

В кратковременном опыте изучают действие удобрений на урожай и качество продукции в течение одного - трех лет.

Массовые опыты с удобрениями закладывают одновременно по общим схемам.

Полевые опыты могут быть однофакторными, когда выявляют действие одного фактора, и многофакторными, когда изучают влияние на растения и почву многих факторов или одного фактора при разных условиях.

Различают также полевые производственные (крупноделяночные) опыты, которые проводят на больших площадях (0,5-1 га и более).

Производственные опыты выполняют по короткой схеме для получения приближенной оценки отдельных агротехнических приемов и их сочетаний.

Главное условие проведения производственных и всех полевых опытов - соблюдение методик, в том числе повторностей.

Повторность опыта с удобрениями - это количество делянок с одноименными вариантами.

В обычных полевых опытах (при размере делянок 40-300 м^2) повторность должна быть не менее чем 4-кратная. В производственных опытах допускается 3-кратная повторность. Кроме того, для специальных целей проводят микрополевые опыты и лизиметрические полевые опыты с удобрениями. Микрополевой опыт с удобрениями занимает промежуточное положение между мелкоделяночными (обычными) полевым и вегетационным. Эти опыты выполняют в больших сосудах без дна, зарытых на специальной площадке в условиях, близких к полевым (температура, увлажнение, число растений на единицу площади).

Лизиметрический полевой опыт проводят в условиях, близких к полевым, но при этом имеется возможность вести учет количества просочившихся осадков и определять в них питательные вещества.

В этих опытах широко используют меченые удобрения для установления баланса питательных веществ в системе почва - растение.

Техника закладки и проведения полевого опыта. Разбивка опытного участка. После разработки программы опыта, изучения и подготовки земель-

ного участка необходимо нанести намеченное размещение опыта на схематический план участка, где указать размеры делянок (ширина, длина), защитных полос, дорожек, общую площадь, занимаемую под опыт (рис. 13). По схематическому плану и проводится наложение опыта в натуре, т.е. разбивка опыта на делянки, повторности, выделение защитных полос и фиксирование границ опыта и участка.

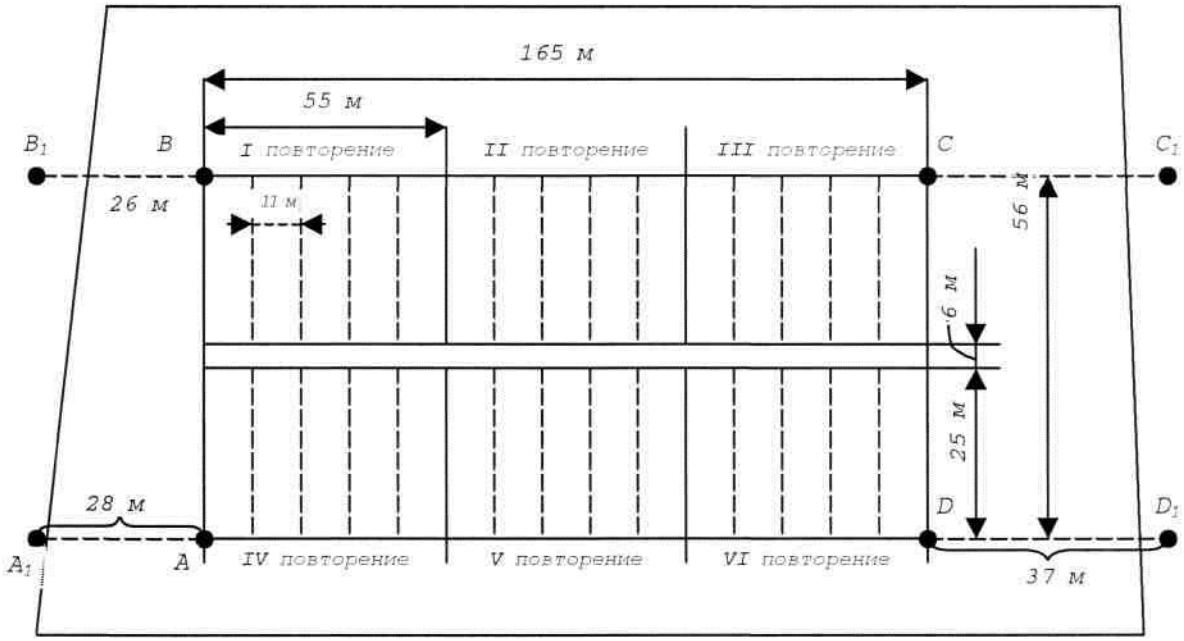


Рисунок 1. Схематический план полевого опыта

Перед выходом в поле для разбивки участка необходимо приготовить теодолит или эккер для построения прямых углов, стальную мерную ленту или рулетку на 10...20 м, шнур 50...100 м, вешки 5...10 шт. длиной 1,5...2 м, 4 угловых столбика (колышка) для фиксирования границ делянок, число их зависит от количества делянок (на каждую делянку необходимо иметь по 4 колышка).

Разбивку участка начинают с выделения общего контура опыта. Для этого по одной из длинных сторон участка прокладывают, отмечая вешками или по шнуру, прямую линию A_1D_1 (рис. 1). Отступают от границы поля не менее чем на 5... 10 м и забивают колышек в точке А. Затем по линии A_1D_1отмеряют необходимое по плану расстояние и ставят колышек в точке D. В точках А и D восстанавливают перпендикуляры к линии A_1D_1. От точек А и D по перпендикуляру откладывают необходимое по плану расстояние и фиксируют границы опыта колышками в точках В и С. Если прямые углы построены верно, то AD = BC и AB = CD; если получилась неувязка, превышающая допустимые пределы 5...10 см на 100 м длины, то работу повторяют.

Если нет теодолита или эккера, отбить линию под прямым углом можно при помощи самодельного эккера или с помощью шнура, рулетки, колышков. Наиболее часто для этой цели используется теорема Пифагора (в прямоугольном треугольнике квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов) или свойство медианы равнобедренного треугольника.

После выделения основного контура опыта проводят его разбивку на делянки, повторения, выделяя дорожки и защитные полосы. Технически эта работа несложная, но требует внимания и аккуратности. Так, колышки на границах делянок нужно вбивать точно возле отметок, все время с одной стороны шпагата. На колышках указывать номер делянок. Каждая делянка ограничивается с обеих сторон колышками, окрашенными светлой краской в верхней половине, на одной стороне которой, обращенной к делянке, пишется черным лаком ее номер.

По окончании разбивки опытного участка необходимо его надежно закрепить, чтобы в любое время можно было бы установить его границы.

Подготовка и внесение удобрений. Это очень ответственные операции, так как допущенные при этом ошибки впоследствии нельзя исправить и обнаружить. Необходимое количество (дозу) каждого удобрения определяют по формуле:

$$X = \frac{(a \times c)}{(b \times 100)}$$, где

X - количество удобрения (тука) в физической массе на делянку (кг);
а - доза питательного вещества (кг/га);
в - содержание питательного вещества в удобрении (%);
с - площадь опытной делянки (м).

Навески менее 1 кг взвешивают с точностью до 1 г, от 1 до 10 кг - до 10 г и более 10 кг - до 100 г. Взвешивают удобрения в лаборатории или в поле. Техника внесения удобрений (сеялками или вручную) должна обеспечивать наиболее равномерное распределение их по каждой делянке, причем вносить удобрения можно раздельно или, соблюдая правила смешивания, в смешанном виде. Малые количества удобрений перед внесением предварительно смешивают с почвой, взятой с той же делянки, чтобы обеспечить более равномерное их внесение.

Все агротехнические работы (обработка почвы, посев, посадка, уход за растениями и т.д.) кроме изучаемого фактора на всех делянках опыта должны проводиться одновременно и высококачественно, так как нарушение принципа единственного различия станет причиной утраты достоверности опыта по существу.

После закладки опыта на всех делянках проводят фенологические и другие сопутствующие учеты и наблюдения, а результаты заносят в специальный журнал полевого опыта.

3. Растительная диагностика питания растений

Метод растительной диагностики - один из методов диагностики питания растений и установления потребности их в удобрениях. Это метод комплексный, основывается на данных физиологии растений, биохимии, агрохимии, почвоведения и т.д.

Методы диагностики основаны на непосредственном анализе состояния

возделываемых растений, позволяют более быстро и точно установить их потребность в питательных веществах и состояние питания, чем полевой опыт или анализ почв. Несомненно, сочетание полевого опыта с диагностическим анализом дает наиболее обоснованные выводы относительно питания растений.

Из применяемых методов растительной диагностики можно выделить два – визуальную и химическую (тканевую и листовую).

Визуальная диагностика. Метод визуальной диагностики основан на изменении морфологических признаков растений, вызванных недостаточным или избыточным содержанием питательных элементов в почве или других субстратах.

Любое нарушение внутреннего процесса в растении отражается на его внешнем виде. Оно может быть обнаружено в различных органах, но для каждого нарушения имеются и наиболее характерные индикаторные органы, по которым диагностику провести значительно легче.

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

Для визуальной оценки определяют:

- общее состояние растений всего массива (выбирают участок, растения, типичные для данного поля);
- массу, высоту растений, соответствие развития сроку вегетации;
- длину междоузлий (учитывая, что у молодых растений они более короткие);
- выполненность стебля и его зрелость (при сбалансированном питании стебель полнее вписывается в круг; зрелость стебля оценивают по окраске среза на уровне 3-го междоузлия сверху);
- упругость стебля и листьев, окраску листьев по ярусам и характер нарушений внутри яруса;
- развитие корневой системы, наличие корневых волосков, окраску корней.

При недостатке или избытке элемента внешние признаки могут различаться в зависимости от вида и даже сорта растений. С другой стороны, есть и общие признаки.

Макроэлементы. ***Азот.*** При недостатке азота наблюдаются угнетение вегетативного роста и ускорение репродуктивного развития при сильном снижении урожая, листья становятся светло-зелеными, затем желто-зелеными до желтых.

При избытке азота растениями-индикаторами могут служить огурец и кабачок, при недостатке – капуста белокочанная и цветная, кукуруза, картофель, черная смородина, яблоня, слива.

Ограничение роста при недостатке азота может выглядеть так же, как при недостатке фосфора, но обязательно будут листья с характерными признаками недостатка азота, хотя и сходными с симптомами недостатка калия, магния, цинка, молибдена, бора, но со своими особенностями.

Азотное голодание легко устраняют внесением соответствующих доз

удобрений. Нормальное или повышенное содержание азота в почвах защищенного грунта в весенне-летний период вызывает усиление пигментации.

Применение высоких доз азота ведет к удлинению вегетационного периода и слишком сильному вегетативному росту. При резком избытке азота могут наблюдаться полная остановка роста и даже гибель растений. Они отличаются меньшей устойчивостью к заболеваниям. Повышается концентрация низкомолекулярных азотных соединений, что ухудшает качество корма.

При избытке азота формируются широкие, сочные листья от темно-зеленого до голубовато-зеленого цвета (если избыток азота не вызван недостатком воды), увеличивается масса растений. Репродуктивные органы развиваются хуже, продукция при хранении повреждается.

Фосфор. При недостатке фосфора замедляется синтез белка, возрастает накопление небелковых азотных соединений, уменьшается синтез крахмала и целлюлозы и усиливается накопление сахаров, увеличивается количество антоциана.

Недостаток фосфора наиболее отчетливо проявляется на томате, яблоне, крыжовнике, брюкве, турнепсе.

Низкая обеспеченность фосфора тормозит клеточное деление, резко ограничивает рост растений. Листья становятся темно-зелеными, грязно-зелеными, затем красноватыми до пурпурных. Раньше других страдают старые листья. Вновь формирующиеся листья мелкие, образуются уродливые, мелкие цветки. У плодовых наблюдается преждевременное опадение плодов, у зерновых – изреженность посевов.

Признаки недостатка фосфора по сравнению с другими элементами определяются труднее. Потребление фосфора значительно меньше при засухах и низких температурах, при нехватке кислорода. Даже при нормальном снабжении фосфором молодые растения могут испытывать недостаток в нем.

Избыток фосфора приводит к преждевременному старению растений, начинающемуся с пожелтения и отмирания старых листьев, ускоренному переходу к репродуктивному развитию. При внесении высоких доз фосфора наблюдается недостаток кальция, а также микроэлементов (например, цинка и железа, бора, меди, марганца), уменьшается поступление токсичных элементов (алюминия и тяжелых металлов).

Калий. При недостатке калия происходят глубокие нарушения в структуре и обмене веществ, обусловленные влиянием элемента на биологические коллоиды и ферментативные реакции. Усиливаются процессы гидролиза, наблюдается обогащение низкомолекулярными соединениями C и N, утончаются клеточные стенки. Увеличиваются потери воды и снижается ее потребление.

Наиболее заметен недостаток калия на капусте, картофеле, крыжовнике, свекле, люцерне, фасоли, красной смородине и яблоне.

К первым признакам недостатка калия относится замедление роста растения; нормально окрашенные или светло-зеленые листья в утренние часы упругие, при усилении освещенности или повышении температуры подвядающие. Молодые листья мелкие. Листья нижних ярусов, имея нормальную или темно-

зеленую окраску, становятся чашеобразными, куполообразными, чаще с краевым подпалом. При сильном недостатке калия признаки распространяются на листья среднего, а затем и верхнего ярусов. У некоторых растений по краю листа появляются точечные некрозы, которые в дальнейшем объединяются в участки светло- и темно-коричневого цвета.

Избыток калия встречается крайне редко. Признакам избытка калия чаще всего сопутствуют признаки избытка хлора. Избыток калия может проявляться как недостаток Ca и Mg. Кроме того, высокое содержание калия снижает потребление B, Zn, Mn и NH_4, поступление Fe может улучшаться.

Кальций. Кальций ответствен за структурную и физиологическую стабильность растительного организма. Этот элемент участвует в упорядочении клеточного деления, образовании клеточных стенок и растяжении клеток меристемы побега и корня. При недостатке кальция возрастает синтез фенольных соединений.

Виды растений и сорта значительно различаются по потребности в кальции и по возможности усваивать его из почвы. Нарушение питания растений кальцием часто является причиной непаразитических болезней.

Кальций (как и магний) накапливается в вегетативных органах и в ограниченном количестве в плодах.

Между кальциевым и борным питанием имеется тесная функциональная связь. Признаки их недостатка имеют внешнее сходство, что затрудняет диагноз.

Высокие концентрации Ca^{2+} за счет антагонизма уменьшают поступление других катионов, что особенно важно при наличии в почве солей тяжелых металлов. Отмечено положительное действие кальция при повышенной концентрации в почвенном растворе макроэлементов и большинства микроэлементов (кроме Mo).

Прежде всего страдают апикальная меристема, побег и корень, цветки и плоды. Старые листья вначале приобретают темно-зеленую окраску, затем могут желтеть и отмирать. Корни остаются короткими, ослизняются, приобретают коричневый оттенок и отмирают. У верхних, самых молодых листьев вначале белеет кончик. При больших нарушениях поражается край листа.

Снижение поступления кальция при пониженной транспирации приводит к надламыванию побега внешне нормальных и интенсивно развивающихся растений.

Избыток Ca встречается крайне редко, как результат грубого нарушения режима питания при известковании. Одновременно, как правило, отмечается недостаток K, B, Mn, а также Zn и Cu, иногда Mg.

Магний. Входит в состав хлорофилла (до 15-20 % всего количества, содержащегося в растении) и, следовательно, принимает участие в фиксации CO_2. На синтез других пигментов магний также оказывает положительное действие; он влияет на течение около 300 ферментативных реакций. Почти все процессы обмена клетки, связанные с фосфорилированием, требуют магния. Другая важная функция магния – стабилизация клеточной мембраны.

Некоторое улучшение снабжения растений калием повышает содержание

магния в семенах и плодах; при высоких дозах калийных удобрений поступление магния уменьшается.

Недостаток Mg наблюдается на многих почвах и в первую очередь на делювиальных песчаных, сильно вымываемых и кислых, а также на известкованных почвах за счет антагонизма Ca и Mg. Недостаток магния при его оптимальном содержании в почве может быть обусловлен антагонизмом с H^+, K^+, NH_4, Ca^{2+} и Mn^{2+}. 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 – пурпурно-красную.

При нехватке магния (аналогично N, P и K) начинается его отток из старых листьев. У здоровых растений магния больше в нижних листьях, чем в верхних. При недостатке элемента на нижних листьях наблюдается межжилковый хлороз, затем появляются коричневые и темно-коричневые некрозы. Уменьшается накопление крахмала в картофеле, сахара в сахарной свекле, жира в масличных растениях, а также белка по сравнению с небелковыми соединениями азота.

При недостатке магния в вегетативных органах содержится больше фосфора, а в семенах – меньше. В дальнейшем снижается содержание фосфора и в листьях, появляются внешние признаки недостатка этого элемента. Угнетается процесс восстановления нитратов и производства фитогормонов. При критических концентрациях прекращается фиксация CO_2. Листья становятся хрупкими, в плодах уменьшается содержание белков, углеводов или жиров.

Избыток Mg может наблюдаться при нарушении соотношения Ca : Mg, особенно когда в результате недостатка Ca специфически повреждается корневая система, снижается урожай, ограничивается рост, падают содержание калия и потребление Mg. Поступлению Mg способствует ион NO_3.

Микроэлементы. В современной литературе много сведений о влиянии как отдельных микроэлементов, так и их комбинаций на урожай, устойчивость растений к грибной и бактериальной инфекции, а также к вирусам. Увеличение потребности в микроэлементах связано с широким применением известкования, интенсивным возделыванием почв, повышающимся уровнем урожая. Следует учитывать, что микроэлементы могут действовать и токсично.

Бор. При недостатке бора отмечаются значительные нарушения в обмене нуклеиновых кислот, белков и углеводов, в процессах дыхания и фотосинтеза, а также в содержании фитогормонов.

Признаки недостатка бора проявляются прежде всего на самых молодых листьях, на кончиках растущих побегов и корней. Содержание бора в старых листьях всегда выше, особенно при его избытке.

При недостатке бора наблюдаются:

- хлорозы, пожелтение, а затем побурение кончиков самых молодых листьев, у томата почернение точки роста стебля;
- отмирание конуса роста, торможение образования корней, цветков, семян;
- подсыхание листьев, измельчение, прекращение доминирующего разви-

тия центрального побега и ненормальное разрастание боковых побегов и корней.

Недостаток бора заметнее всего на брюкве, турнепсе, сахарной и кормовой свекле, подсолнечнике, цветной и кормовой капусте, бобовых, плодово-ягодных, томате, сельдерее, льне, ржи.

При избытке бора происходит побеление краев листьев, затем они становятся коричневыми, возможно появление точечных хлорозов, в первую очередь у старых листьев; в значительной степени внешне это может совпадать с признаками недостатка калия.

Молибден. При недостатке молибдена светлеет окраска листьев, прежде всего вдоль центральной жилки, что напоминает признаки при недостатке азота (посветление окраски листа) и избытке нитратного азота (более темная окраска и побеление края листа). Поступление азота в репродуктивные органы задерживается, что приводит к снижению урожая. Избыток молибдена вызывает сильное угнетение роста растений.

Недостаток этого элемента особенно ярко проявляется на цветной капусте, бобовых и зеленных культурах, томате. У большей части культур развивается желтая пятнистость листьев, у огурца – хлороз края листовых пластинок.

Медь. В почве медь аккумулируется в виде органо-минеральных комплексов и частично в обменно-поглощенном состоянии. Доступность меди ухудшается при повышении pH с 5,5 до 6,0. Недостаток меди особенно четко выражен на невозделываемых ранее пустошах, на легких почвах.

Недостаток меди в большей степени отражается на клевере, бобовых, овощных культурах, овсе, ячмене, пшенице, злаковых травах, льне, кормовых и столовых корнеплодах.

При недостатке меди кончики листьев становятся белыми и позднее засыхают; растения с большим запозданием выбрасывают метелки, которые остаются пустозерными или зерно образуется щуплое.

При высоком содержании в почвах меди отмечаются признаки цинковой недостаточности; возможно индуцирование признаков недостатка железа. Избыток, как и недостаток меди, проявляется прежде всего на молодых листьях.

Железо. Железное голодание растений встречается на почвах, богатых кальцием и имеющих щелочную реакцию. Железо должно поглощаться растением на протяжении всей вегетации, так как не реутилизируется из старых листьев.

Недостаток железа сказывается на молодых листьях и только при очень сильном дефиците затрагивает и старые. Вначале появляется светло-зеленая окраска молодых листьев, затем пожелтение и побеление. Жилки и прилегающие к ним ткани остаются зелеными. Хлороз уменьшается по направлению сверху вниз.

При избытке железа, встречающемся крайне редко, листья приобретают темно-зеленую и голубовато-зеленую окраску, что связано с сильным ограничением роста побегов, листьев и корней.

Марганец. Как и других микроэлементов, марганца больше всего в гумусовом слое и в илистой фракции почвы. Количество подвижных соединений

марганца возрастает при внесении аммиачных удобрений.

При недостатке марганца появляются точечные хлорозы, переходящие затем в некрозы на молодых листьях, а при избытке – на старых.

Марганцевое голодание сказывается прежде всего на овсе, пшенице, картофеле, столовых и кормовых корнеплодах, кукурузе, капусте, бобовых, подсолнечнике, плодово-ягодных культурах, ряде овощных культур. Например, у овса наблюдается серая пятнистость листьев, у сахарной свеклы – пятнистая желтуха.

Избыточное количество марганца легко устраняют известкованием или более высокими дозами железа.

Цинк. При недостатке цинка уменьшается рост, наблюдаются асимметричность листа, гофрированность листовой пластинки, межжилковый хлороз.

К недостатку цинка очень чувствительны плодовые культуры, а также кукуруза, соя, фасоль, гречиха, свекла, картофель, клевер луговой.

Больше всего нуждаются растения в цинке на нейтральных и слабощелочных почвах. При систематическом применении навоза потребность в нем в значительной степени снижается.

Избыток цинка встречается крайне редко. Возможны хлорозы, связанные с недостатком железа, окраска жилок листьев такая же, как при недостатке фосфора; выборочные хлорозы вдоль жилок ближе к краям листа; краевые хлорозы листьев.

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 появление внешних признаков дефицита того или иного элемента минерального питания свидетельствует о том, что в метаболизме растений произошли достаточно глубокие изменения, последствия которых ликвидировать полностью невозможно.

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 за питанием растений и осуществляется с помощью полевых портативных приборов: переносной лаборатории «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 растительных образцах по методу В. В. Церлинг, а также определения спелости зерна.

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

Получить информацию о качественном составе растений позволяет ис-

пользование передвижной лаборатории, которая оборудована приборами для потенциометрического анализа, фотоколориметрирования, титрования.

Массовое определение содержания нитратного азота в тканях растений в поле без больших затрат труда и времени можно провести с использованием дифениламина. Этот метод применяют для оценки целесообразности азотных подкормок:

Средний балл поля	*Доза азота, кг/га д. в.*
1,0—1,8	60
1,9-2,5	30
2,6—3,0	Подкормка нецелесообразна

Для диагностики азотного питания озимых зерновых культур применяют индикаторную бумагу «Индам». Диагностику проводят в фазы кущения, выхода в трубку, колошения, цветения (табл. 2). Анализируют определенную часть стебля: в фазе кущения – узел кущения, выхода в трубку – второй стеблевой узел, колошения и цветения – последний перед колосом стеблевой узел.

Таблица 2 - Оценочная шкала обеспеченности азотом озимых зерновых культур

Окраска индикатора	Балл	Обеспеченность азотом	Средний балл	Доза азота, кг/га д.в.	
				кущение-трубкование	колошение-цветение
Белая, бело-розовая	1	Низкая	До 1,8	60-80	Неэффективна
Розовая	2	Средняя	До 1,9-2,5	30-40	40-50
Розовая интенсивная, малиновая	3	Высокая	2,6	-	0-30

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

Наблюдение за обеспеченностью озимой пшеницы нитратным азотом от начала фазы выхода в трубку с помощью тканевой диагностики (нитрат-теста) позволяет определить периоды наибольшей потребности в азотных подкормках. Достоверные различия результатов нитрат-теста между вариантами с разным уровнем азотного питания (контрольный и опытные) показали достаточную информативность экспресс-анализа до стадии зеленой спелости. Обеспеченность растений общим азотом характеризуется результатами нитрат-теста, проведенного на участке локализации нитратного азота в стебле.

Листовая диагностика. Суть ее заключается в том, что проводят валовой анализ химического состава листьев целого растения или отдельных органов, сравнивают его с имеющимися таблицами и определяют обеспеченность элементами минерального питания с учетом состояния, роста и развития растений в конкретную фазу.

Растительные образцы отбирают с типичных для данного поля участков (характерный почвенный покров, состояние растений) в определенные для каждой культуры фенофазы для того, чтобы получить результаты, сопоставимые с уже имеющимися показателями (табл. 3).

Таблица 3 - Оптимальное валовое содержание азота, фосфора и калия в растениях, % на абсолютно сухую массу

Культура	Фаза развития	Часть растения	N	P_2O_5	K_2O
Озимая пшеница	Кущение	Надземная	4,0-5,9	0,44-0,65	3,3-4,2
		Листья	4,0-5,9	0,44-0,65	3,3-4,2
	Трубкование	Надземная	3,8-5,0	0,52	2,5-3,3
Ячмень	Кущение	Надземная	4,7-5,0	0,52-0,78	4,2
		Листья	4,7-5,0	0,52-0,78	4,2
	Трубкование	Листья	4,7	0,52	4,0
Клевер	Бутонизация	Надземная	3,5-4,0	0,26-0,39	2,9
	Цветение	Надземная	2,5-3,5	0,17-0,26	2,2
		Листья	3,8	0,22	2,9
Кукуруза	Всходы	Надземная	4,3	0,52	5,2
	3-5 листьев	Надземная	3,0-3,6	0,30-0,65	2,8-3,3
		Листья	3,8-4,0	0,35-0,57	3,2-4,2
	6-10 листьев	Надземная	3,5-4,0	0,30-0,52	3,5-4,2
Сахарная свекла	4-6 листьев	Листья	5,2-5,5	0,44-0,52	4,1-6,0
	10-18 листьев	Листья	3,7	0,35	-
	Смыкание рядков	Средние листья	3,6-4,0	0,33-0,40	4,0
Картофель	До бутонизации	Надземная	5,2-6,0	0,39-0,61	4,2
		Листья	4,5-5,0	0,26-0,57	4,2

Наиболее эффективен ранний диагностический контроль. Для правильной оценки нуждаемости растений в питательных элементах необходимо строго учитывать специфику потребности различных сельскохозяйственных культур по периодам вегетации.

При работе с проростками, рассадой и молодыми растениями проводят анализ всей надземной части. У взрослых растений для определения нитратов берут нижнюю часть стебля или черешки нижних листьев. При определении суммарного выноса питательных веществ анализируют все органы растений. С целью диагностики можно выполнять анализ и индикаторных органов, подверженных наибольшим изменениям химического состава в зависимости от условий питания. В полевых опытах с зерновыми культурами смешанный образец для валового анализа составляют из 50-70 индикаторных листьев.

Для выявления недостаточности того или иного элемента, способного к реутилизации, обычно берут верхний, полностью сформировавшийся лист, а для элементов, обладающих незначительной способностью к реутилизации, анализируют нижние листья. Параллельно проводят анализы корней и устанавливают соотношение содержания элементов минерального питания в листьях и корнях, после чего делают окончательное заключение.

Для проведения диагностики методом экспресс-анализа по Церлинг смешанный образец составляют из 10-20 целых растений в период кущения и трубкования и из 20 – в фазы колошения и цветения. Для биометрического контроля за ростом и развитием растений, который осуществляют параллельно с химическими анализами, с каждой опытной делянки отбирают по 20 растений с корнями, для валового анализа в производственных посевах – по 70-100 с каждого ключевого участка, для биометрического контроля – по 25-30. Отбор проводят в утренние часы, проходя по диагоналям исследуемого участка (2-3 дня, предшествующие взятию проб, должны быть без дождя и без полива).

Доставленные в лабораторию пробы растений или листьев вытирают марлей или ватой, взвешивают и определяют содержание неорганических форм. Образцы можно зафиксировать при 105 °С в термостате, высушить, затем проанализировать общепринятыми методами. Результаты анализов приводят только в расчете на элемент. В корневой системе и листьях растений за время от взятия образца до анализа может происходить восстановление нитратов. Это следует учитывать при их определении экспресс-методами.

Для проведения химических анализов растений применяют общепринятые методики.

6.2. АГРОХИМИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПОЧВ И СОСТАВЛЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ КАРТОГРАММ

1. Организация агрохимического обследования

Получение максимального выхода сельскохозяйственной продукции с земельной площади возможно при системном подходе к применению агротехнических приемов, способствующих повышению урожайности сельскохозяйственных культур, с учетом местных природных и хозяйственных условий.

В каждом хозяйстве необходим более полный учет агрохимических свойств почв. Большое значение приобретает широкое развитие почвенно-агрохимических исследований в хозяйствах с составлением детальных почвен-

ных планов и картограмм для каждого поля севооборота.

Почвенные исследования проводят для изучения уже используемых почв хозяйства, выявления новых земель, пригодных для освоения под пашню, луга и пастбища, улучшения естественных кормовых угодий, отвода участков под сады, виноградники и пр. В результате почвенно-агрохимических исследований дается характеристика существенных свойств почвенного покрова, которые необходимо учитывать при разработке мероприятий по наиболее производительному использованию земель, повышению плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур, при правильном построении систем севооборотов, осуществлении мероприятий по борьбе с эрозией почв и рациональном применении других мелиоративных и агротехнических приемов.

Отразить все агропроизводственные и агрохимические свойства почвы на почвенной карте не представляется возможным. Например, на почвенной карте не могут быть выделены площади, различающиеся по кислотности, содержанию доступных форм азота, фосфора и калия и ряду других свойств. Поэтому для каждого хозяйства должны составляться специальные картограммы, отображающие наиболее важные агропроизводственные и агрохимические свойства почв.

2. Химический анализ почвы и составление агрохимических картограмм

Агрохимические картограммы кислотности почв, содержания в почвах подвижных форм фосфора и калия составляются в нашей стране зональными (областными) агрохимическими лабораториями по единой методике. Агрохимические картограммы являются основным документом в хозяйстве для определения нуждаемости почв в известковании и определении дозы извести, а также наряду с данными полевых опытов с удобрениями для распределения удобрений по полям в хозяйстве и установления доз удобрений в зависимости от выращиваемой культуры.

При составлении агрохимических картограмм выделяют несколько этапов работ: 1) подготовка к полевой работе; 2) полевые исследования; 3) лабораторные анализы; 4) составление и оформление агрохимических картограмм и пояснительной записки к ним.

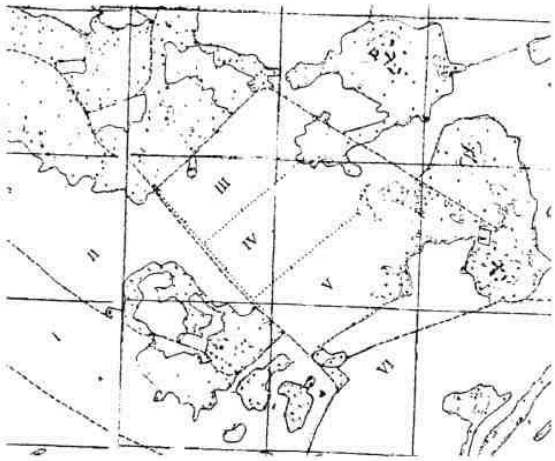
Подготовка картографического материала к полевому обследованию почв. Каждая группа студентов делает планировку своего участка с землеустроительного плана и переносит на эту выкопировку почвенные контуры и индексы с почвенной карты (в четырех экземплярах: 1 - рабочий, 3 - для составления картограмм). На рабочий экземпляр выкопировки с почвенной карты переносят почвенные контуры и индексы, обозначающие почвенные разновидности. На остальные экземпляры выкопировки почвенные контуры не наносят. Эти экземпляры будут необходимы по завершении полевого периода работ. Рабочая карта-схема является основой составления плана полевых работ, по ней определяется последовательность работ по полям. Вся обследуемая территория

разбивается на элементарные участки (рис. 2). Элементарный участок - это площадь, с которой отбирается один смешанный образец почвы. Площадь элементарного участка и его конфигурация устанавливаются с учетом однородности рельефа, почвенного покрова и вида сельскохозяйственного угодья и посева.

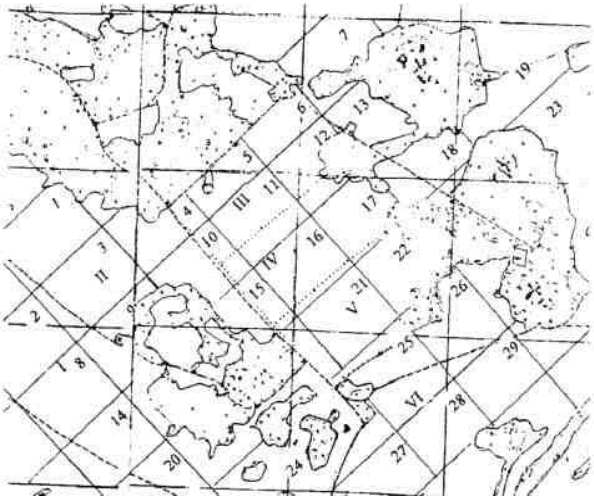
При обследовании площадь участков в ЦЧЗ составляет в среднем 3 га.

После определения количества смешанных образцов студенты наносят на рабочий экземпляр карты-схемы карандашом сетку элементарных участков. По возможности конфигурация элементарных участков должна быть квадратной или прямоугольной формы. Элементарные участки каждая бригада нумерует отдельно по порядку (т.е. с № 1). Продумывается и ориентировочно намечается маршрут для отбора образцов: либо по диагонали элементарного участка, либо через середину вдоль длинной его стороны.

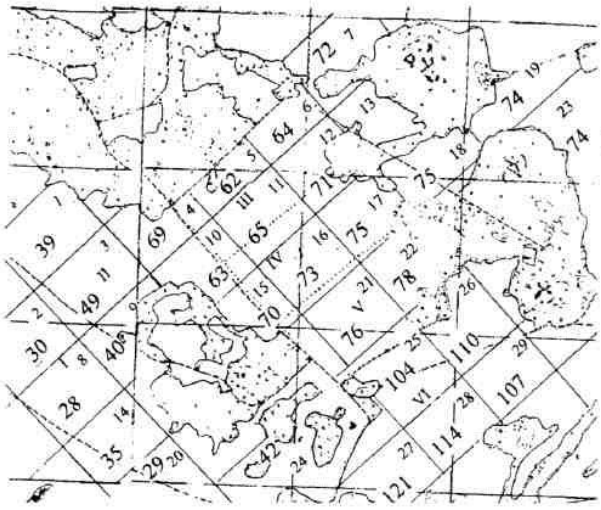
Старший бригады получает для работы в поле тростьевой бур для взятия почвенных образцов и приспособления для чистки бура, вешки (1,5...2,0 м), мешочки, лопату, сантиметровую ленту, почвенный нож, рюкзак, компас.

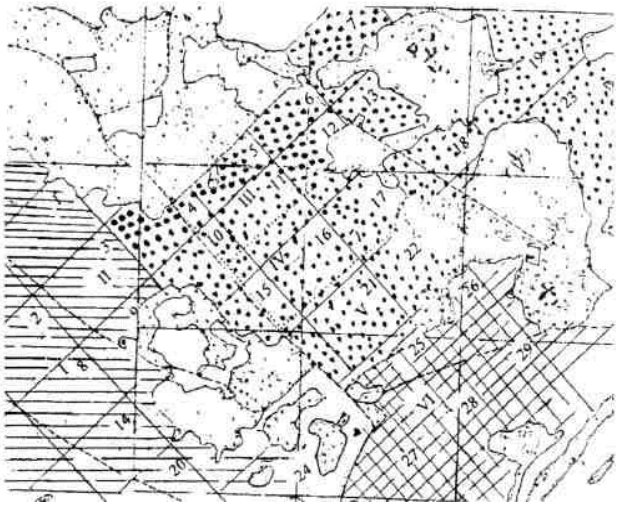


I



II





IV

III

- низкое - среднее - повышенное

Рисунок 2. Порядок работ по составлению агрохимических картограмм

I - картографическая основа; II - разбивка полей на элементарные участки; III - перенесение результатов анализа на карту-основу; IV - агрохимическая карта содержания подвижных фосфатов (20-50 мг - низкое, 50-100 мг -среднее, 50-100 мг - повышенное содержание P_2O_5 на кг почвы, по Чирикову).

Образцы почв на поле берут с глубины пахотного слоя (обычно 0-20-22 см). Их извлекают почвенным буром Осипова или тростьевым буром. Поскольку тростьевой бур забирает небольшую пробу, то, чтобы получить смешанный образец весом 300-400 г, необходимо взять не менее 20 проб. При использовании бура Осипова число проб можно сократить до 10.

При вдавливании бура в почву нажимом ноги на упор одновременно делают небольшой поворот его против часовой стрелки, что предупреждает попадание почвы в паз при заглублении. Затем, отталкивая ручку от себя, резко поворачивают бур по часовой стрелке на 180°, при этом происходит наполнение верхней части бура почвой. Перехватив ручку бура и одновременно её оттолкнув, продолжают дальнейший поворот, при этом заполняется нижняя часть бура. Почву из паза бура переносят в мешочек или коробку с помощью стамески или специального скребка (рис. 3).

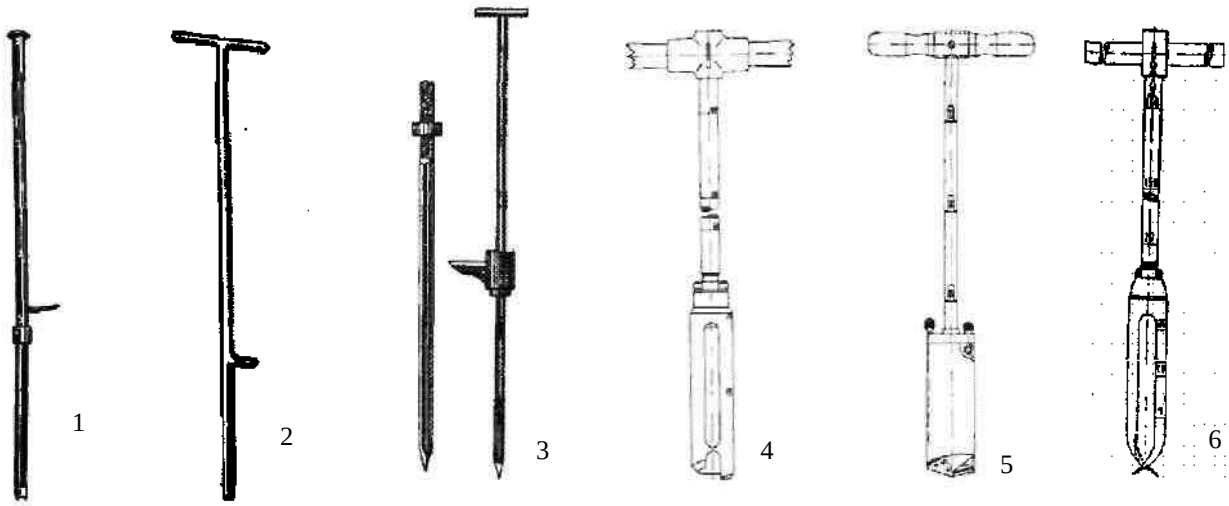


Рисунок 3. Почвенные буры

1 - бур Осипова - ВИУА со стаканом объемом 70 см^3; 2 - тростьевой бур; 3 - тростьевой бур со сменной рабочей поверхностью; 4 - бур почвенный (БП-44); 5 - бур почвенный разъемный (БПР-100); 6- бур почвенный (АМ-16).

Следует следить за тем, чтобы каждый элементарный участок был приурочен к определенной почвенной разновидности, если это не удается, смешанные образцы необходимо брать с преобладающей почвенной разновидности в пределах элементарного участка. Надо также избегать смешивания проб с площадей поля, резко отличающихся по микрорельефу, окраске почв, развитию растительности.

Доставленные с поля почвенные образцы немедленно просушивают в затененном от солнца и проветриваемом помещении. Каждый смешанный образец снабжается этикеткой по форме:

Номер студенческой группы_____

Номер образца_____

Глубина взятия образца (см)_____

Номер поля_____

Сельскохозяйственная культура_____

Название хозяйства_____

Дата _____

Фамилия_____

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимия / Б.А. Ягодин, Ю.П. Жуков, В.И. Кобзаренко. – М.: КолосС, 2002. - 584 с.

2. Агрохимия / Минеев В.Г. – М.: КолосС, 2004. - 720с.

3. Диагностика питания сельскохозяйственных культур / В.В. Церлинг. – М.: Агропромиздат, 1990. - 235 с.

4. Кидин, В. В. Агрохимия : учебное пособие [направление 35.03.03 "Агрохимия и агропочвоведение"] / В. В. Кидин. - М. : Инфра-М, 2015. - 351 с. - (Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010009-8

5. Практикум по агрохимии : учебное пособие / под ред. В.В. Кидина. - М. : Колосс, 2008. - 599 с.

6. Практикум по агрохимии / Б.А. Ягодин. – М.: Агропромиздат, 1987. - 512 с.

7. Расчет доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры : учебное пособие для выполнения курсовой работы по агрохимии для студентов направления подготовки 110100.62 - Агрохимия и агропочвоведение. Квалификация (степень) выпускника - бакалавр / БелГСХА им. В.Я. Горина ; сост.: Л. Н. Кузнецова, С. Д. Лицуков. - Белгород : Изд-во БелГСХА им. В.Я. Горина, 2013. - 38 с.

8. Справочник по органическим удобрениям / Васильев В.А., Филиппова Н.В.- М.: Росагропромиздат, 1989. - 255 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения 3
1. Цели и задачи учебной практики 3
2. Образовательные результаты освоения соответствующие определенным компетенциям 4
3. Организация и порядок проведения учебной практики 4
4. Требования к магистранту при прохождении учебной практики 5
5. Обязанности руководителя практики
6.1. Методы агрохимических исследований 6
1. Вегетационный метод 6
2. Полевой опыт с удобрениями 12
3. Растительная диагностика питания растений 14

6.2. Агрохимическое обследование почв и составление агрохимических картограмм 24
1. Организация агрохимического обследования 24
2. Химический анализ почвы и составление агрохимических картограмм 24
Литература 29

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Компетенция	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня компетенции)	Уровни и критерии оценивания результатов обучения, шкалы оценивания			
		Компетентность не сформирована	***Пороговый уровень компетентности***	***Продвинутый уровень компетентности***	***Высокий уровень***
		не зачтено /неудовлетворительно	***Зачтено /удовлетворительно***	***Зачтено /хорошо***	***Зачтено /отлично***
ПК-6	готовность применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур	готовность применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур не сформирована	Частично владеет готовностью применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур	Владеет готовностью применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур	Свободно владеет готовностью применять разнообразные методологические пдходы к проектированию агротехнологий и моделированию агроэкосистем, оптимизации почвенных условий, систем применения удобрений для различных сельскохозяйственных культур
	Знать: критерии оптимизации питания растений и агрохимических свойств почвы с помощью приемов химической мелиорации и применения удобрений для производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения и повышения почвенного плодородия; - методы диагностики питания растений, определения потребности в удобрениях и	Допускает грубые ошибки при характеристике критерии оптимизации питания растений и агрохимических свойств почвы с помощью приемов химической мелиорации и применения удобрений для производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения и повышения почвенного плодородия;	Может изложить критерии оптимизации питания растений и агрохимических свойств почвы с помощью приемов химической мелиорации и применения удобрений для производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения и повышения почвенного плодородия; - методы диагностики питания растений, определе-	Знает критерии оптимизации питания растений и агрохимических свойств почвы с помощью приемов химической мелиорации и применения удобрений для производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения и повышения почвенного плодородия; - методы диагностики питания растений, определе-	Аргументировано проводит сравнение критерии оптимизации питания растений и агрохимических свойств почвы с помощью приемов химической мелиорации и применения удобрений для производства качественной и безопасной сельскохозяйственной продукции, сохранения и повышения почвенного плодородия; - методы диагностики пи-

	проведении химической мелиорации кислых и солонцовых почв; - состав и свойства, трансформацию в почве минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и технологию их транспортировки, хранения и внесения; - методы агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, агротехнические и экологические требования, экологические ограничения их применения; - основные принципы построения системы удобрения, определения доз, сроков и способов их внесения;	- методы диагностики питания растений, определения потребности в удобрениях и проведении химической мелиорации кислых и солонцовых почв; - состав и свойства, трансформацию в почве минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и технологию их транспортировки, хранения и внесения; - методы агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, агротехнические и экологические требования, экологические ограничения их применения; - основные принципы построения системы удобрения, определения доз, сроков и способов их внесения;	ния потребности в удобрениях и проведении химической мелиорации кислых и солонцовых почв; - состав и свойства, трансформацию в почве минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и технологию их транспортировки, хранения и внесения; - методы агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, агротехнические и экологические требования, экологические ограничения их применения; - основные принципы построения системы удобрения, определения доз, сроков и способов их внесения;	ния потребности в удобрениях и проведении химической мелиорации кислых и солонцовых почв; - состав и свойства, трансформацию в почве минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и технологию их транспортировки, хранения и внесения; - методы агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, агротехнические и экологические требования, экологические ограничения их применения; - основные принципы построения системы удобрения, определения доз, сроков и способов их внесения;	тания растений, определения потребности в удобрениях и проведении химической мелиорации кислых и солонцовых почв; - состав и свойства, трансформацию в почве минеральных и органических удобрений, химических мелиорантов и технологию их транспортировки, хранения и внесения; - методы агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений, агротехнические и экологические требования, экологические ограничения их применения; - основные принципы построения системы удобрения, определения доз, сроков и способов их внесения;
	Уметь: распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции. - оценивать и использовать в профессиональной деятельности результаты агрохимических анализов почв, растений и удобрений; - обеспечивать правильное и экологически безопасное	Не умеет обосновать распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции. - оценивать и использовать в профессиональной деятельности результаты агрохимических анализов почв, растений и удобрений;	Частично умеет обосновать распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции. - оценивать и использовать в профессиональной деятельности результаты агрохимических анализов почв, растений и удобрений;	Способен обосновать распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции. - оценивать и использовать в профессиональной деятельности результаты агрохимических анализов почв, растений и удобрений;	Способен самостоятельно обосновать распознавать и проводить качественные и количественные анализы удобрений, мелиорантов, почв и грунтов, определять качество растениеводческой продукции. - оценивать и использовать в профессиональной деятельности результаты агрохимических анализов почв, растений и

	применение химических мелиорантов и удобрений в соответствии с рекомендациями агрохимслужбы	- обеспечивать правильное и экологически безопасное применение химических мелиорантов и удобрений в соответствии с рекомендациями агрохимслужбы	- обеспечивать правильное и экологически безопасное применение химических мелиорантов и удобрений в соответствии с рекомендациями агрохимслужбы	- обеспечивать правильное и экологически безопасное применение химических мелиорантов и удобрений в соответствии с рекомендациями агрохимслужбы	удобрений; - обеспечивать правильное и экологически безопасное применение химических мелиорантов и удобрений в соответствии с рекомендациями агрохимслужбы
	Владеть: способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов	Не владеет способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов	Частично владеет способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов	Владеет способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов.	Свободно способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов.