МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА АГРОНОМИИ

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ «ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ»

для обучающихся магистратуры по направлению подготовки 35.04.04 Агрономия

(Адаптивные системы земледелия)

Магас – 2023 г.

УДК 631.5 (07)
Методическое пособие рекомендовано к изданию УМС ИнгГУ /протокол №_1_ от _28_ __09__ 2023 г.

Составители: доцент, канд. биол. наук Леймоева А.Ю., доцент, канд. биол. наук Хашагульгова М.А., доцент, канд. с.-х. наук Хашагульгов У.А.,

Рецензенты:
Директор ФГБНУ «ИнгНИИСХ», канд. с.-х. наук Базгиев М.А.
Канд. с.-х. наук, доцент ИнгГУ Костоева Л.Ю.

Методические указания содержат теоретический материал, задания для выполнения на практических занятиях, список рекомендованной учебной литературы, контрольные вопросы.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе сельскохозяйственной деятельности, связанной с отчуждением с урожаем растениеводческой продукции, почвой расходуются минеральные и органические вещества, ухудшаются водный и воздушный режимы, фитосанитарное состояние микробиологическая активность. В связи с этим происходит потеря плодородия, которое в условиях интенсивного земледелия требуется поддерживать на приемлемом уровне, а в идеальном случае должно стремиться к оптимальному обеспечению факторов жизни растений.

Восстановление плодородия почвы основывается на достижении оптимальных показателей плодородия почвы применительно к конкретным условиям производства и технологии воспроизводства плодородия. В его основе заложен закон возврата.

Воспроизводство плодородия можно разделить на простое и расширенное.

Простое воспроизводство плодородия — мероприятия, направленные на возвращение плодородия почвы к исходным параметрам.

Расширенное воспроизводство плодородия — мероприятия, направленные на восстановление плодородия почв выше их исходных параметров.

Управление плодородием почв — комплекс мероприятий, направленных на контроль плодородия почв и простое или расширенное его воспроизводство в условиях конкретного предприятия. Оно основывается на модели, выстроенной с учетом фактических значений показателей плодородия, находящихся в корреляции с урожайностью, почвенно-климатических и производственных условий.

Предисловие

Методические указания для практических занятий по дисциплине «Инструментальные методы исследований» составлены в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, предназначены для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство, направленности Агрохимия.

Дисциплина «Инструментальные методы исследований» входит в вариативную часть Блока 1 обязательных дисциплин, предусмотренных учебным планом. На изучение дисциплины отводится часов. Аудиторных занятий 44 часа. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляется в виде зачёта.

Цель дисциплины – освоить и владеть современными инструментальными методами исследования почвенного плодородия и продукционного процесса агрофитоценозов.

Для достижения поставленной цели при освоении дисциплины решаются следующие задачи:

- уметь грамотно и обоснованно составлять рабочую гипотезу и план научных исследований;
- знать и правильно применять на практике методы отбора проб почвенных и растительных образцов и подготовки их к анализу;
- определять базовые агрофизические, агрохимические, биологические показатели плодородия почвы и растений с помощью современных приборов и оборудования.

Учебное издание освещает вопросы методологического обеспечения исследования почв и растений по широкому набору показателей, позволяет познакомиться с современными инструментальными методами анализа, узнать их принципы и особенности.

Выполнение практических заданий направлено на формирование следующих общепрофессиональных компетенций (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения ОПОП):

- владение культурой научного исследования в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обу-

стройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий;

- способность к разработке новых методов исследования и их применению в области сельского хозяйства, агрономии, защиты растений, селекции и генетики сельскохозяйственных культур, почвоведения, агрохимии, ландшафтного обустройства территорий, технологий производства сельскохозяйственной продукции с учетом соблюдения авторских прав.

ТЕМА 1. Обоснование и выбор методики исследования. Отбор образцов

Цель занятия. Научиться выбирать методы исследований, познакомиться с общими приемами отбора и подготовки образцов к анализу.

Научная деятельность – это получение знаний, организация взаимодействия между различными их областями и отраслями, хранение и распространение научных данных.

Научные исследования, эксперименты проводятся как в поле, так и в вегетационных домиках, теплицах, фитотронах, где строго регулируются условия жизни растений. Научное исследование – это изучение конкретного объекта, явления или предмета для раскрытия закономерностей его возникновения и развития. Характерные черты научного исследования: объективность, возможность воспроизведения, доказательность и точность результатов. Исследования проводят на трех основных взаимосвязанных уровнях – эмпирическом, теоретическом и описательно-обобщающем. В зависимости от познавательной или практической цели научные исследования условно подразделяются на фундаментальные и прикладные.

Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы. Их результатом является законченная система научных знаний и ориентация на использование этих знаний в определенной отрасли практической деятельности человека.

Прикладные исследования в агрономии направлены на изучение факторов жизни растений и взаимосвязей между растениями и средой, нба создание перспективных сортов и гибридов. Главная задача этих исследований – разработка эффективных приемов повышения урожайности сельскохозяйственных растений и улучшения качества продукции.

Любой объект исследования рассматривается как система, состоящая из отдельных элементов, расположенных в определенном порядке. Принцип системного подхода сводится к следующему: процесс анализа должен начинаться с определения и четкой формулировки конечных целей; всю проблему рассматривают как единую систему со

всеми взаимосвязями и последствиями каждого возможного ее решения; необходимо выявлять и анализировать альтернативные пути достижения цели; цели отдельных подсистем не должны противоречить одна другой и целям всей программы. Началом научного исследования служит предварительный анализ существующей информации по исследуемому вопросу, изучение условий и методов решения задач, формулирование исходных гипотез и их теоретический анализ. Планирование и организация исследований являются важной частью научного исследования.

Инструментальные методы – методы анализа, основанные на использовании специальных приборов. Перед проведением исследований необходимо изучить основное и дополнительное оборудование, мерную посуду, реактивы для проведения анализов, правила работы и технику безопасности. От правильной организации работы и рабочих мест, качественных реактивов, новейших методик, профессиональной подготовки исследователя зависит качество проводимых исследований.

Задание 1. Используя рекомендуемую литературу, изучить классификацию инструментальных методов исследований. Результаты оформить в виде таблицы (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация инструментальных методов исследований

Название метода	Краткая характеристика метода	Определяемые показатели

Задание 2.Отбор образцов и подготовка их к химическому анализу

Отбор пробы – этот процесс, правильно отражающий состав анализируемого вещества или материала.

Для каждого вида анализируемой продукции разработаны инструкции по отбору средних проб, основные положения которых установлены нормативно-технической документацией.

Исходный образец (первоначальная проба) берется небольшими порциями и обязательно во многих местах исследуемого объекта. Масса его устанавливается специальными правилами, инструкциями, стандартами. Доставленный в лабораторию исходный образец служит материалом для отбора средней пробы. Первоначальную пробу рассыпают или раскладывают тонким слоем на стекле или на чистом листе фанеры и из многих мест ее берут в стеклянную банку или картонную коробку небольшое количество материала.

Средняя проба после соответствующей подготовки является материалом аналитической пробы.

Масса аналитической пробы зависит от количества и методики проводимых исследований и колеблется от 50 до 100г растительного материала и от 200 до 1 кг почвы.

Отбирается аналитическая проба следующим образом: при помощи шпателя или ложки материал ровным, тонким слоем распределяется на листке глянцевой или пергаментной бумаги, делится диагоналями на четыре части. Два противоположных треугольника убираются, а оставшееся вещество вновь распределяется на листке бумаги. Так, поступают до тех пор, пока не останется количество вещества, необходимое для аналитической пробы.

Отобранная аналитическая проба переносится в стеклянную банку или пакет и хранится для следующих анализов.

Контрольные вопросы

1. Сущность и принципы научного исследования.
2. Принципы классификации инструментальных методов.
3. Значение фундаментальных и прикладных исследований.
4. Как отбирается средняя проба?
5. Особенности высушивания грубоизмельченных растительных образцов.
6. Особенности высушивания средних проб почвы.

ТЕМА 2. Методы определения базовых характеристика агрофизического состояния почв

Цель занятия. Изучение инструментальных методов, позволяющих получить агрофизическую информацию для управления плодородием почвы.

Плодородие – это способность почв обеспечивать рост и развитие растений. Оно является главным функциональным свойством почвы, которое обуславливается составом, свойствами и режимами почв. Почвообразующие породы и образующиеся на них почвы состоят из частиц (гранул) различного размера, которые называют механическими элементами. Свойства механических элементов зависят от их размеров. Близкие по размерам элементарные частицы объединяются во фракции. Группировка частиц по размерам во фракции называется классификацией механических элементов. Каждая фракция почвы имеет свои специфические свойства. Относительное содержание в почве механических элементов, объединенных во фракции, называется гранулометрическим составом.

В основу классификации почв по гранулометрическому составу положено соотношение частиц «физического песка» и «физической глины». В зависимости от этого почва получает основное название: песчаная, супесчаная, суглинистая, глинистая.

Соотношение механических элементов в «физическом песке» «физической глине» варьирует, поэтому Н. А. Качинский ввел понятие преобладающих фракций. Он выделил 5 фракций: гравелистая (1-3 мм), песчаная (1,0-0,05 мм), крупнопылеватая (0,05-0,01), пылеватая (0,5-0,01 мм) и илистая (<0,0001 мм). Принято к основному названию почвы по гранулометрическому составу прибавлять название преобладающей фракции (ставится на последнее место).

Структура почвы – совокупность агрегатов различной величины, формы и качественного состава.

Способность почвы распадаться на агрегаты называется структурностью. Агрономической ценной структурой является комковатая и зернистая структура верхних горизонтов почвы размером от 0,25 мм до 10 мм, обладающая водопрочностью и связностью. Структурной считается почва, содержащая более 55% водопрочных агрегатов. Все иные почвы считаются бесструктурными. Коэффициент структурности

почвы – это отношение количества агрегатов от 0,25 до 10,0 мм, к суммарному содержанию агрегатов меньше 0,25 мм и более 10,0 мм. Чем больше коэффициент структурности, тем лучше структура почвы. У черноземов коэффициент структурности может быть 20-30, а у малоструктуренных дерново-подзолистых почв – менее единицы.

Плотность почвы – масса сухого вещества почвы в единице ее объема, ненарушенного естественного сложения (объем почвы включает поры). Показатели плотности используются для агрономической и генетической характеристики почв, а также для пересчета данных по содержанию каких-либо веществ в почве на запасы в определенном слое. Может варьировать от 0,04-0,4 (торф) до 1,8 г/см^3 в глеевых горизонтах. Плотность почвы зависит от: гранулометрического состава; минералогического состава; структуры; содержания гумуса; обработки почвы. Оптимальная плотность для большинства сельскохозяйственных культур – 1,0-1,2 г/см^3. От плотности зависят: поглощение влаги; воздухообмен; жизнедеятельность микроорганизмов; развитие корневых систем растений.

Плотность твердой фазы – средняя плотность частиц, из которых состоит почва – масса сухого вещества твердой фазы почвы в единице объема. Плотность твердой фазы используют для расчета пористости почвы, она характеризует соотношение органической и минеральной частей почвы.

Задание 1. Определение микроагрегатного состава почвы по методу Н.А.Качинского

Вводные пояснения. При микроагрегатном анализе определяют количество микроагрегатов в следующих фракциях: 1) 1-0,25 мм, 2) 0,25-0,05 мм, 3) 0,05-0,01 мм, 4) 0,01-0,005 мм, 5) 0,005-0,001 мм, 6) мельче 0,001 мм.

Ход работы. Для анализа берут на аналитических весах 10 – 15 г воздушно-сухой почвы, растертой в ступке пестиком с резиновым наконечником и пропущенной через сито с отверстиями 1 мм. Навеску пересыпают в стеклянную емкость 750 мл и приливают250 мл дистиллированной воды. Почву оставляют размокать 24 часа, после чего, закрыв склянку резиновой пробкой встряхивают в мешалке с горизонтальными толчками в течение 2 часов (180 толчков в минуту). Затем всю почву из склянки переносят на сито с отверстиями 0,25 мм, которое поставлено

на большую воронку, вставленную в литровый цилиндр. Почву на сите промывают дистиллированной водой до тех пор, пока через сито не пойдет совершенно чистая вода.

Таблица 1 - Время взятия пробы и глубина погружения пипетки в зависимости от температуры для почвы с удельным весом 2,6 (по С.В.Астапову)

Диаметр агрегатов (мм)	Глубина взятия пробы (см)	Время взятия пробы с начала опыта при температуре			
		15^0	20^0	25^0	30^0
0,05 и <	25	3 мин. 49 сек.	3 мин. 20 сек.	2 мин. 57 сек.	2мин. 38 сек.
0,01 и <	10	38 мин. 06 сек.	33мин. 30 сек.	29мин. 40сек.	26мин. 30 сек.
0,005 и <	10	2 часа 32 мин.	2часа 13 мин.	1час 59 мин.	1час 46 мин.
0,001 и <	7	63часа 29 мин.	55час. 42мин.	49час. 21 мин.	43час 6 мин.

Оставшиеся на сите микроагрегаты почвы от 1 до 0,25 мм собирают в маленькую, предварительно высушенную при 105^0 и взвешенную фарфоровую чашку, избыток воды сливают декантацией, а остальную воду выпаривают на водяной бане. Чашку с почвой вновь высушивают в течение 3 часов при температуре 105^0 и после охлаждения в эксикаторе взвешивают. Разность в весе даст содержание в навеске микроагрегатов от 1 до 0,25 мм.

Цилиндр доливают до 1 л водой и все остальные фракции берут пипеткой так же, как и при механическом анализе. Скорость падения микроагрегатов см. по таблице. Микроагрегаты в отличие от механических элементов являются пористыми. Во время анализа микропоры в микроагрегатах заполнены водой, благодаря чему объемный вес последних значительно меньше удельного веса механических элементов.

Количество (в процентах) полученных фракций вычисляют по формуле:

$$x = \frac{a \times 1000 \times 100K}{вс},$$

где: *а* – вес фракции, в граммах, найденный при анализе;

К – коэффициент для пересчета на сухую почву;

в – объем пипетки в миллилитрах;

с – навеска почвы, взятая для анализа.

Вес фракций нужного размера находят путем вычитания из веса фракций большего диаметра веса фракций с меньшим диметром. Величину фракций 0,25-0,05 мм получают по разности между 100 и суммой всех фракций плюс потеря при обработке, выраженной в процентах. При определении механического состава по данным анализа потерю от обработки бескарбонатных почв нужно причислять к илистой фракции (частицы ‹ 0,001 мм), а в карбонатных почвах - к фракции физического песка (›0,01 мм).

Реактивы и оборудование: Аналитические весы, ступка, сита (1мм, 0,25мм), колба на 1000мл, колба с резиновой пробкой, мешалка, воронка, сушильный шкаф, водяная баня, цилиндр на 1 мм, дистиллированная вода.

Задание 2. Агрегатный анализ методом Н.И. Саввинова

В задачу агрегатного анализа входит определение содержания агрегатов того или иного размера в пределах 0,25—10 мм и качественная оценка структуры по содержанию водопрочных агрегатов.

Содержание агрегатов определенного размера находят методом «сухого» агрегатного анализа, а водопрочных агрегатов — методом «мокрого» агрегатного анализа.

Метод «сухого» агрегатного анализа. Из образца нерастертой воздушно-сухой почвы берут среднюю пробу 0,5—2,5 кг. Осторожно выбирают корни, гальку и другие включения. Среднюю пробу просеивают через колонку сит диаметром 10; 7; 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. На нижнем сите должен быть поддон. Почву просеивают небольшими порциями (100—200 г), избегая сильных встряхиваний. Когда сита разъединяют, каждое из них слегка постукивают ладонью по ребру, чтобы освободить застрявшие агрегаты.

Сухим просеиванием почва разделяется на фракции: >10, 10—7, 7—5, 5—3, 3—2, 2—1, 1—0,5, 0,5—0,25 и <0,25 мм.

Каждую фракцию агрегатов переносят в отдельные чашки или другую тару. После просеивания всей средней пробы каждую фракцию взвешивают на технохимических весах и рассчитывают ее содержание в процентах от массы воздушно-сухой почвы. Результаты записывают

по форме 11. За 100% принимается вся взятая для анализа навеска почвы (табл.2).

Таблица 2 – Результаты исследований

Название почвы	Генетический горизонт, глубина	Размер агрегатов в мм, содержание в % от массы воздушно-сухой почвы														
		сухое просеивание								мокрое просеивание						
		>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	>5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25

Метод «мокрого» агрегатного анализа. Из отдельных фракций агрегатов, полученных при сухом просеивании, составляют среднюю навеску почвы массой 50 г. Для этого из каждой фракции на технохимических весах берут навеску в граммах, равную половине процентного содержания данной фракции в почве. Например, если по результатам сухого просеивания содержание фракции размером 5—3 мм составило 24%, то для средней пробы ее берут в количестве 12 г, при содержании фракции 3—2 мм 16% — 8 г и т.д. Фракцию меньше 0,25 мм не включают в среднюю пробу, чтобы не забивались нижние сита при просеивании почвы. Поэтому масса навески почвы для мокрого просеивания всегда бывает меньше 50г.

Подготавливают набор из 6 сит диаметром 20 см, высотой 3 см, с отверстиями от верхнего сита к нижнему 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сита скрепляют металлическими пластинками и устанавливают в баке с водой так, чтобы над бортом верхнего сита находился слой воды 5—6 см.

Навеску осторожно высыпают в литровый цилиндр и насыщают водой, которую осторожно приливают по стенкам цилиндра, чтобы вытеснить из агрегатов воздух, не защемляя его (защемленный воздух разрушает агрегаты). Цилиндр заполняют водой на 2/3 объема. Увлажненную почву оставляют на 10 мин в покое, после чего цилиндр доливают водой доверху. Для полного удаления воздуха цилиндр закрывают часовым стеклом, наклоняют до горизонтального положения и ставят вертикально. Эту процедуру повторяют дважды. Когда воздух

будет удален, цилиндр закрывают пробкой, следя, чтобы под ней не осталось воздуха, и быстро переворачивают вверх дном. Держат в таком положении до тех пор, пока основная масса агрегатов не упадет вниз. Затем цилиндр переворачивают и ждут, когда почва достигнет дна. Так повторяют 10 раз, чтобы разрушить все непрочные агрегаты.

При последнем обороте оставляют цилиндр дном кверху, переносят к набору сит и погружают в воду над верхним ситом. Под водой открывают пробку цилиндра и, не отрывая его от воды, плавными движениями распределяют почву на поверхности верхнего сита, не касаясь его краем цилиндра. Через минуту, когда все агрегаты больше 0,25 мм упадут на сито, цилиндр закрывают пробкой под водой, вынимают из воды и отставляют.

Почву, перешедшую на сито, просеивают под водой следующим образом: набор сит поднимают в воде, не обнажая оставшиеся агрегаты на верхнем сите, и быстрым движением опускают вниз. В этом положении держат 2—3 с, чтобы успели просеяться агрегаты, затем медленно поднимают вверх и быстро опускают вниз. Сита встряхивают 10 раз, затем вынимают из бака два верхних сита, а нижние встряхивают еще 5 раз. Оставшиеся на ситах агрегаты смывают струей воды из промывалки в большие фарфоровые чашки. Избыток воды в чашках сливают. Из больших чашек агрегаты смывают в заранее взвешенные маленькие чашечки, затем высушивают на водяной бане до воздушно-сухого состояния и взвешивают.

Масса фракций, умноженная на 2, дает процентное содержание водопрочных агрегатов того или иного размера. Количество агрегатов меньше 0,25 мм находят по разности: 100% — 2 всех фракций >0,25 мм в %.

По результатам сухого просеивания вычисляют коэффициент структурности (К), под которым понимается отношение количества агрегатов от 0,25 до 10 мм (в %) к суммарному содержанию агрегатов меньше 0,25 и больше 10 мм (в %):

$$K = \frac{А}{Б},$$

где К — коэффициент структурности; А — сумма макроагрегатов размером от 0,25 до 10 мм, %; Б — сумма агрегатов <0,25 мм и агрегатов >10 мм, %.

Чем выше коэффициент К, тем лучше оструктурена почва.

Структурное состояние почвы оценивают по количеству воздушно-сухих (сухое просеивание) и водопрочных (мокрое просеивание) агрегатов оптимального размера (табл.3).

Таблица 3 - Оценка структурного состояния почвы

Содержание агрегатов 0,25—10 мм, % от		Оценка структурного состояния
сухое просеивание	мокрое просеивание	
>80	>70	Отличное
80-60	70-55	Хорошее
60-40	55-40	Удовлетворительное
40-20	40-20	Неудовлетворительное
<20	<20	Плохое

Контрольные вопросы

1. Классификация механических элементов почвы.
2. Значение гранулометрического состава.
3. Методика определения гранулометрического состава почвы.
5. Методы определения количества агрегатов разного размера.
6. Агрономическая оценка структурного состояния почвы.
7. Методика определения плотности сложения почвы.
8. Агроэкологическая оценка порозности и плотности почвы.

ТЕМА 3. Методы исследования химических свойств среды обитания растений

Цель занятия. Изучение методов исследования агрохимического состояния почв.

Спектроскопические (оптические) методы анализа основаны на взаимодействии анализируемого вещества с электромагнитным излучением. По величине используемых длин волн различают следующие разновидности методов оптической спектроскопии: ультрафиолетовая (180-400 нм); спектроскопия в видимой области (400-700 нм); спектроскопия в ближней (обертонной) инфракрасной области (740-2500 нм); инфракрасная спектроскопия в основной области (2500-20000 нм).

Взаимодействие вещества с электромагнитным излучением сопровождается различными явлениями, наиболее важными из которых для современного аналитического применения являются испускание, поглощение, отражение, рассеивание, преломление, вращение плоскости поляризации излучения.

В зависимости от использования того или иного явления оптические методы анализа делятся на следующие группы:

1.Методы, основанные на поглощении (адсорбции) веществом электромагнитного излучения (спектрофотометрия, фотометрия, атомно-адсорбционный метод).

2. Эмиссионные методы, в основе которых лежит способность вещества испускать электромагнитные волны под действием дополнительной энергии. В зависимости от формы возбуждения атомов эмиссионные методы делятся на фотометрию пламени, эмиссионный спектральный анализ, атомно-флуоресцентный, люминесцентный, атомно-эмиссионный с индуктивно связанной аргоновой плазмой.

3. Рефрактометрический метод анализа, основанный на изменении величины показателя преломления света при переходе из одной прозрачной среды в другую.

4. Поляриметрический метод, в котором используют способность оптически активных веществ вращать плоскость поляризации поляризованного луча света.

Фотометрический анализ относится к абсорбционным методам, основан на избирательном поглощении электромагнитного излучения

в видимой, ИК и УФ областях молекулами определяемого компонента или его соединения с подходящим реагентом. Включает: спектрофотометрию, фотоколориметрию и визуальную фотометрию.

Спектроскопию в видимой и УФ (ультрафиолетовой, 180-400 нм) области принято называть спектрофотометрией. Она основана на изменении поглощения веществом монохроматических излучений.

В практике спектрофотометрии используют различные химические реакции, приводящие к образованию соединений, обладающих сравнительно большими поглощающими свойствами.

Приборы для измерения светопоглощения должны выполнять две задачи: разложение полихроматического света и выделение нужного интервала длины волн; измерение поглощения света веществом. Каждый абсорбционный прибор состоит из: источника излучения; устройства для выделения нужного интервала длин волн; кюветного отделения, детектора, индикатора сигнала.

Для измерения поглощения излучения в видимой части спектра используют фотоэлектроколориметры. Они пригодны для измерений в видимой, ближней УФ области (до 300 нм). Фотоколориметрический метод используется для определения содержания белковых, фенольных, пектиновых веществ, органических кислот, железа, консервантов и др.

Абсорбционная спектрофотометрия наиболее широко применяется в практике агрохимических исследований почв и растений. Этот метод позволяет определять макроэлементы (азот, фосфор, углерод, железо, алюминий, кальций, магний, кремний) и микроэлементы (медь, марганец, кобальт, цинк, бор, молибден), а также тяжёлые металлы с выраженным токсическим действием (кадмий, хром, ртуть, мышьяк и др.). Кроме того, на основании данного анализа можно выявить некоторые биохимические и физиологические показатели состояния растений.

Полученные результаты анализов необходимы для оценки обеспеченности агроэкосистем элементами питания, а также для контроля получения экологически безопасной сельскохозяйственной продукции.

Потенциометрические методы исследований относятся к электрохимическим методам. Они основаны на зависимости равновесного потенциала электрода от активности (концентрации) определяемого иона. Главные достоинства – возможность проведения анализа в полевых условиях и то, что анализ является недеструктивным – анализируемая проба в ходе анализа не расходуется и не меняет своих свойств.

Задание 1. Определение актуальной и обменной кислотности почв потенциометрическим методом

Концентрация водородных ионов в растворе может быть определена потенциометрическим методом. Для этой цели применяются специальные приборы, называемые потенциометрами. Чаще всего используют лабораторный pH-метр ЛПУ-01 (лабораторный потенциометр универсальный). В последние годы широко применяют прибор для лабораторного и полевого исследования почв – преобразователь pH-метрический «Статус-2» (2000).

Данные измерительные приборы состоят из собственно потенциометра и двух электродов: измерительного и электрода сравнения.

В качестве измерительного электрода применяют стеклянный и мембранный электроды, потенциал которых определенным образом связан с pH раствора или почвы и определяется им.

Стеклянный электрод представляет собой трубку с полым шариком из литиевого электродного стекла внизу. При погружении этого электрода в раствор в результате обмена ионы лития в поверхностном слое стекла замещаются ионами водорода. Трубка внутри заполнена раствором и содержит внутренний электрод.

В качестве электрода сравнения в природе чаще используют хлорсеребряный электрод, потенциал которого постоянен и не зависит от pH раствора. В нем насыщенный раствор хлористого калия медленно вытекает по трубке в анализируемый раствор, не допуская проникновения ионов из анализируемого раствора в систему электрода сравнения.

Потенциометрический метод определения pH основан на измерении электродвижущей силы (ЭДС), возникающей при опускании в почвенную суспензию, в водную или солевую вытяжку двух электродов. Между электродом сравнения и измерительным электродом воз-

никает разность потенциалов, которую можно измерить. По ее величине можно рассчитывать величину pH анализируемого раствора. Если прибор градуирован в милливольтах и в единицах pH, то необходимость расчета отпадает. Преобразователь pH-метрический «Статус-2» цифренно преобразует входной сигнал в ЭДС и pH, которые отображаются на цифровом индикаторе прибора.

Цель работы: изучить и определить виды кислотности (актуальную и обменную) у различных типов почв, приобрести навыки работы с измерительными приборами.

Материалы и оборудование: pH-метр, почвенные сита с диаметром ячеек 1 мм, фарфоровые чашки с пестиками, колбы объемом 100 мл, мерные стаканчики, фильтровальная бумага, образцы почв.

Реактивы: дистиллированная вода, 0,1 н раствор HCl, насыщенный раствор KCl, 1 н раствор KCl, буферные растворы на pH-метр.

Объект исследования: различные типы почв (чернозём, дерново-подзолистая, темно-серая лесная, торф, солонец).

Ход работы. Для определения pH почвенного образца необходимо выполнить следующие этапы: подготовить электроды для работы, подготовить прибор для измерения, подготовить почвенные вытяжки для анализа. При подготовке электродов их необходимо вымочить в 0,1 н растворе HCl в течение 5–7 суток до установления постоянного потенциала асимметрии. Электрод сравнения заполнить насыщенным раствором KCl и дать отстояться в течение суток.

Для подготовки прибора к работе следует проверить его исправность. После его включения и подключения электродов провести настройку прибора по буферным растворам и установить температурную компенсацию.

Известно, что при установлении pH в вытяжке из минеральных горизонтов, принято соотношение почва/вода (или раствор 1 н KCl) 1:5; при изучении торфяных почв и лесных подстилок – 1:25. Поэтому для приготовления почвенной вытяжки необходимо взвесить на весах две навески массой по 10 г воздушно-сухой почвы, просеянной через сито с диаметром отверстий 1 мм. Навески почвы поместить в конические колбы объемом 100 мл и добавить в одну колбу 50 мл дистиллированной воды (водная вытяжка почвы), а в другую – 50 мл раствора хлористого калия (солевая вытяжка). Водная вытяжка почвы служит для определения актуальной кислотности почвы, а солевая вытяжка с KCl

– для определения обменной кислотности. Каждую колбу со смесью закрыть пробкой и взболтать в течение 5 минут. В полученной суспензии определить pH почвенного раствора на pH-метре. Для этого почвенную вытяжку перелить в стаканчик для анализируемого раствора и аккуратно погрузить туда электроды на глубину не менее 3 см. Перед погружением и после него электроды хорошо промыть дистиллированной водой и просушить фильтровальной бумагой. Измерения проводить при открытом отверстии электрода сравнения, после чего его закрыть во избежание испарения раствора хлористого калия в нерабочем режиме.

Приготовьте водную и солевую (KCl) вытяжки различных типов почв, проведите измерения величины pH на приборе. Полученные результаты запишите в таблицу 1. Ранжируйте и сравните типы почв по кислотности.

Таблица 1 - Кислотность почв

Тип почвы	Генетический горизонт	Глубина взятия образца, см	Масса почвы, г	Объем H_2O, мл	Объем KCl, мл	Активная кислотность, pH	Обменная кислотность, pHKCl	Ранг почвы

Задание 2. Освоить принципы спектроскопических методов исследования почвы.

Контрольные вопросы

1. Достоинства и недостатки потенциометрических методов исследования.
2. Аппаратура для потенциометрического анализа.
3. Особенности фотометрического метода анализа.
4. Использование результатов анализа почв с помощью фотоэлектроколориметров и pH-метров.
5. В чем заключается различия между фотоэлектроколориметрами и спектрофотометрами.
6. На чем основан спектрофотометрический анализ?
7. Приборы, применяемые в спектрометрии и их составные части.
8. Принципы работы на спектрофотометре.

ТЕМА 4. Биохимические методы исследования растений (семинар)

Цель занятия. Изучение классических биохимических методов.

К классическим биохимическим методам относят определение активности ферментов. Ферменты – это биологические катализаторы, образующиеся в клетке и являющиеся белками. Они не только синтезируются в клетке, но и постоянно разрушаются, следовательно, они должны образовываться вновь. В любой клетке содержится тысячи ферментов. Каждый организм имеет свой набор ферментов, зависящий от его наследственности.

Все ферменты делятся на два класса – ферменты, состоящие только из белка (однокомпонентные, простые), и ферменты, состоящие из белка и небелковой части (двухкомпонентные (сложные).

Важное свойство ферментов – их специфичность: обычно фермент катализирует одну какую-нибудь реакцию или один тип реакции.

Ферменты катализирую разнообразные реакции в растении. По характеру действия их делят на шесть классов:

- оксидоредуктазы – катализируют окислительно-восстановительные реакции; играют большую роль в дыхании и фотосинтезе;
- транферазы – переносят функциональные группы атомов от одних соединений к другим;
- гидролазы – катализируют расщепление различных, сложных органических соединений с участием воды, а иногда и синтез веществ;
- лиазы – катализируют отщепление или присоединение каких-либо групп от субстратов без участия воды;
- изомеразы – катализируют изомеризацию;
- лигазы – катализируют соединение двух молекул, связанное расщеплением пирофосфатной связи в АТФ или в других нуклеозидтрифосфатах.

Оптимальной температурой для большинства ферментов является 25-30^{o}С. При более высоких температурах реакции ускоряются, но

нарушается их согласованность в клетке, необходимая для определенной направленности обмена веществ. При температуре выше 55°С происходит денатурация белков и полная инактивация ферментов.

Синтез ферментов генетически предопределен и осуществляется при участии нуклеиновых кислот. Ферменты сохраняют свою активность и при выделении их из клетки. В клетке растений активность и специфичность ферментов могут отличаться от действия вне клетки. Активность ферментов определяют фотометрически и с помощью электрофореза.

Содержание сахаров в растении определяют поляриметрическим методом. Основой поляриметрического метода исследований является свойство оптически активных веществ изменять угол вращения плоскости поляризации света. Это свойство обусловлено наличием в молекуле асимметричного атома углерода или других функциональных групп, обусловливающих пространственную асимметрию молекул. Большинство углеводов, антибиотики, алкалоиды, эфирные масла и некоторые другие соединения оптически активны.

Электромагнитное излучение (свет) представляет собой бесконечный поток фотонов с хаотичной ориентацией их в плоскости колебания. Такой поток света называется неполяризованным.

При пропускании его через изотропные (оптически неактивные) вещества разнонаправленность колебаний волн остается переменной. Однако существуют некоторые вещества, которые ориентируют плоскость колебания, проходящего через него света. К ним относятся исландский шпат, турмалин, поляроидные плёнки и другие анизотропные тела. При прохождении светового излучения через анизотропные тела (поляризаторы) оно разделяется на две поляризованные, но взаимно-перпендикулярные составляющие.

Разработан целый ряд устройств, позволяющих получить поляризованный свет в одной плоскости (призма Николя и др.). Такие устройства называются поляризаторами.

Поляриметрический метод анализа основан на количественных зависимостях между концентрацией оптически активных веществ в растворах и направлением (или углом) вращения поляризованного света. При работе поляриметра свет от источника излучения проходит через поляризатор (например, призму Николя), после чего он становится линейно поляризованным.

Если на пути такого света поставить второй поляризатор, который называется анализатором, повернутый относительно первого на 90°, то свет через него не пройдет. Поместив между поляризатором и анализатором оптически активное вещество, например, раствор сахара, можно зарегистрировать прохождение света через анализатор. Для того, чтобы этот луч света погасить, анализатор поворачивают на дополнительный угол – угол вращения плоскости поляризации оптически активным веществом. Этот угол возрастает с увеличением оптического пути луча в веществе и концентрации оптически активного компонента. Величину оптической активности измеряют в градусах на дециметр пути в активной среде (например, тростниковый сахар ($C_{12}H_{22}O_{11}$) – удельное вращение 20° – + 66,5^{o}).

В агрохимической практике применяют как различные поля.

Поляриметры простых типов (сахариметр СУ-3, поляриметр-глюкозиметр ПГ и др.), так и автоматические поляриметры универсального типа назначения. Поляриметрический анализ широко используется для определения содержания сахара. Метод экономичен, отличается простотой выполнения, быстротой и высокой точностью. Он имеет большое значение для теоретических исследований, т.к. позволяет получить представление о химическом строении и пространственной конфигурации органических соединений, о механизме реакций, продукты которых имеют асимметрический атом углерода.

Задание 1. Используя рекомендуемую литературу, изучить методы определения активности ферментов (каталазы, пероксидаза, полифенолоксидазы).

Задание 2. Используя рекомендуемую литературу, изучить методику определения сахаров поляриметрическим методом.

Контрольные вопросы

1. В чём заключается сущность поляриметрического метода анализа?
2. Какие вещества определяют на поляриметрах?
3. Порядок работы поляриметра и использование результатов анализа.
4. Как определяют активность каталазы в растениях?
5. Методы определения пероксидазы и полифенолоксидазы.

ТЕМА 5. Методы диагностики вредного влияния сорных растений

Цель занятия. Изучение методов учета засоренности полей и почвы.

К сорным растениям, или сорнякам, относятся растения, произрастающие среди сельскохозяйственных культур и на обрабатываемых землях, не занятых посевами, а также на бросовых участках и обочинах дорог. В группу сорняков входят также ядовитые, вредные, несъедобные растения, произрастающие на естественных лугах и пастбищах и ухудшающие достоинство травостоя.

Сорняки причиняют большой вред сельскому хозяйству. Они иссушают и обедняют почву, отнимая у культурных растений влагу и пищу, заглушают посевы, затрудняют уборку урожая, увеличивают потери при уборке. Семена сорняков, попадая в зерно при уборке, вызывают его самосогревание и порчу.

На сорняках живут и размножаются многие виды вредных насекомых и возбудителей болезней растений, которые затем переходят на культурные растения. Многие сорняки способствуют сохранению и распространению вирусных болезней, передающихся сельскохозяйственным культурам. Некоторые сорные растения вызывают массовые аллергические заболевания человека.

Особенно опасны сорняки иноземного происхождения. В связи с интенсивным развитием международных связей и торговли они стали быстро расселяться по разным странам мира, несмотря на карантинные ограничения.

Издавна человек боролся с сорняками. Наиболее распространенный метод борьбы с ними – агротехнический, заключающийся физическом истреблении сорных растений путем прополки, культивации, боронования почвы.

Однако интенсификация сельскохозяйственного производства требует более совершенных и быстродействующих приемов искоренения сорняков. В настоящее время широко применяют химический метод, создан широкий набор гербицидов.

Тем не менее, механические и химические средства не всегда эффективны или рентабельны в борьбе с сорняками, а в некоторых случаях они вообще не могут быть использованы (например, борьбе с водными сорняками, на пастбищах, в парках и лесных насаждениях).

В подобных ситуациях эффективным может оказаться биологический метод. Суть его заключается в использовании естественных врагов сорных растений: животных-фитофагов и возбудителей болезней.

При разработке и проведении мероприятий по борьбе с сорняками необходим систематический учет их в посевах всех сельскохозяйственных культур. В зависимости от поставленных программой целей и уровня ответственности исследований используют количественные и глазомерные методы учета.

Для оценки засоренности используют показатели обилия (численность, масса, проективное покрытие, объем), а также встречаемость и ярусность сорняков в посевах.

Количественные методы основаны на учете сорных растений с помощью различных инструментов. По своему исполнению они трудоемки и используются в основном в научно-исследовательской работе.

В производственных условиях учет засоренности полей и других сельскохозяйственных угодий проводят с помощью глазомерных методов. Обследование посевов на засоренность выполняют путем учета сорняков в местах остановки по маршруту вдоль или по диагонали поля. По результатам обследований составляют карту засоренности полей и список видового состава сорных растений, которые служат основанием для дифференцированного подхода к разработке системы мероприятий по борьбе с сорняками.

Задание 1. Используя рекомендуемую литературу, изучить особенности количественного и качественного учета засоренности посевов. Указать какое снаряжение и оборудование необходимо использовать при этом. Результаты представить в виде таблицы 1.

Таблица 1 - Определение засоренности посевов

Показатель, метод учета, способ обследования	Площадь поля, количество учетных площадок	Шкалы оценки, %, балл

Задание 2. Методы учета засоренности посевов

При разработке и проведении мероприятий по борьбе с сорняками необходим систематический учет их в посевах всех сельскохозяйственных культур. Для оценки засоренности используют показатели обилия (численность, масса, объем, проективное покрытие), а также встречаемость и ярусность сорняков в посевах. В зависимости от поставленных программой целей и уровня ответственности исследований используют количественные или глазомерные методы.

Количественные, или инструментальные методы основаны на учете сорных растений с помощью различных инструментов (рамки, весы, мерные линейки, эталоны и т.п.). По своему исполнению они трудоемки и используются главным образом в научно-исследовательской работе.

Численность и масса. Под ч и с л е н н о с т ь ю (отдельных видов, их групп, всех сорняков или всех растений агрофитоценоза) понимают число особей (стеблей) растений, приходящееся на единицу площади (1м2).

Численность (А) рассчитывают по формуле:

$$A = \frac{a}{ns} = \frac{a}{S},$$

где а – число встреченных особей (стеблей) растений; n – число учетных, или пробных площадок; s – величина учетной площадки, в м2; S – общая учетная площадь, в м2.

Численность сорняков определяют непосредственным подсчетом их стеблей на пробных площадках, выделяемых с помощью рамки известного размера. Наиболее удобны рамки прямоугольной формы при отношении ширины к длине от 1:1 до 1:3. На культурах сплошного посева (зерновые, лен, травы) применяют квадратную рамку, располагая ее так, чтобы один из рядков посева совпал с ее большей диагональю. В пропашных культурах удобнее использовать прямоугольные рамки. При широкорядном посеве ширина рамки должна быть кратна расстоянию между соседними рядками, а длина произвольная. При гнездовом посеве ширина рамки должна быть кратна ширине междурядий, а ее длина кратна расстоянию

между гнездами в рядке. Минимальный размер пробной площадки для учета малолетних сорняков в большинстве случаев не должен быть менее 0,25 м2, а многолетних – не менее 3 м2.

При однократном учете сорняков пробные площадки накладывают в процессе выполнения работы. Если таких учетов предполагается провести несколько, то выделяют стационарные площадки, которые закрепляют колышками или вешками, а на схематическом плане делают их привязку. Численность сорняков определяют по каждому виду или по каждой хозяйственно-биологической группе.

Массу всех наземных органов растений выражают в граммах на единицу площади (1 м2). Она характеризуется тремя величинами: массой живых растений (сырая масса), их абсолютно-сухой массой и массой растений в воздушно-сухом состоянии, из которых первые две наиболее важны.

Оценка обилия сорняков в посевах более полно достигается при одновременном определении их численности и массы. В этом случае с площадки, ограниченной сторонами рамки, сорняки выбирают и помещают в полиэтиленовый пакет, чтобы не допустить их высыхания.

В лаборатории сорняки разбирают по видам или определенным группам, подсчитывают, отрезают по уровню корневой шейки сохранившиеся корни и взвешивают.

Результаты засоренности посевов записывают по определенной форме, которая содержит сведения не только по отдельным видам и группам сорняков, но и по всему полю в целом (табл. 2).

Таблица 2 - Ведомость численности и массы сорных растений в посеве

Вид или группа сорняков	Номер пробной площадки						Сумма по всем площадкам		Среднее на 1 м^2	
	1		2		и т.д.					
	штук	масса	штук	масса	штук	масса	штук	масса	штук	масса

Задание 2. Дать краткое описание учета сорных растений методом картирования. Выявить достоинства и недостатки метода, порядок составления схем в контуре каждого поля.

Контрольные вопросы

1. Какой вред наносят сорняки сельскому хозяйству?
2. Достоинства и недостатки различных методов учета сорных растений.
3. Для чего необходима карта засоренности полей и как ее составляют?
4. Сроки и способы учета сорных растений.
5. Мероприятий по снижению засоренности полей.

ТЕМА 6. Методы исследования почвенной биоты и биологической активности почв (семинар)

Цель занятия. Изучение методов исследования микроорганизмов, насекомых, дождевых червей, нематод, определение дыхания почвы, активности ферментов.

Почвенная биота – комплекс разнообразных почвенных организмов, различающихся по экологическим функциям и таксономическому положению. Они являются обязательным компонентом почвы. Основная их часть – микроорганизмы. Доминирующее значение принадлежит растительным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты). Животные организмы представлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко в почве распространены моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые). Количество живых организмов в 1 г хорошо окультуренной почвы может достигать нескольких миллиардов, а общая масса их – 10 т/га.

Почвенная биота принимает участие в процессах формирования почвенного плодородия: в минерализации органического вещества, вовлечении химических элементов минералов литосферы и круговорот, биологической фиксации азота. Почвенные организмы разрушают отмершие остатки растений и животных, поступающие в почву. Одна часть органического вещества минерализуется полностью, а другая – переходит в форму гумусовых веществ живых тел почвенных организмов. Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободноживущие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву. Почвенные организмы (особенно фауна) способствуют перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной частей почвы, созданию прочной комковатой структуры. Кроме того, они выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, участвующие в трансформации одних питательных веществ в подвижную форму и, наоборот, других – в недоступную для растений форму.

В обрабатываемой почве функции почвенных организмов сводятся к поддержанию оптимального питательного режима, что выражается в частичном закреплении минеральных удобрений с последующим освобождением по мере роста и развития растений, оструктурировании почвы, устранении неблагоприятных экологических условий в почве. Поддержание экологически благоприятных условий в почве осуществляется благодаря наличию тесных связей между почвенными организмами, которые находятся в состоянии непрерывно изменяющегося равновесия. Одни группы микроорганизмов предъявляют простые требования к пище, другие – сложные. Между одними группами существуют симбиотические (взаимно полезные) связи, между другими – антибиотические. В последнем случае микроорганизмы выделяют в почву вещества, подавляющие развитие других микроорганизмов. Это имеет непосредственное значение в очищении почвы от фитопатогенной микрофлоры.

Для оценки деятельности почвенной биоты используют биологическую активность почвы. С одной стороны, этот показатель характеризуется численностью компонентов почвенной биоты, с другой – количественными критериями результатов жизнедеятельности почвенных организмов.

Определение численности почвенной биоты осуществляют, подсчетом общего количества почвенных организмов, а также подсчетом количества микроорганизмов разных физиологических групп (нитрифицирующие, целлюлозоразлагающие и др.).

Оценку биологической активности почвы по результатам деятельности почвенных организмов проводят методом определения количества поглощенного кислорода и продуцируемого диоксида углерода, разложившейся целлюлозы, почвенных ферментов, нитратного и аммиачного азота, фитотоксичных соединений и др. Каждый отдельно взятый показатель характеризует активность определенной группы микроорганизмов, а не всей почвенной биоты в целом.

Привести к интегральному показателю исключительно многообразную деятельность почвенной флоры и фауны очень сложно. Однако имеются попытки выразить активность почвы через «биологический балл», являющийся усредненным показателем состояния различных биологических процессов в почве. Высокая биологическая активность

почвы способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур при прочих равных условиях.

Для нормального функционирования почвенных организмов необходимы, прежде всего, энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии – органическое вещество почвы. Поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества. Источниками поступления органического вещества в почву являются внесение навоза, торфа, соломы, птичьего помета, зеленых удобрений, сапропеля, посев многолетних трав, промежуточных культур. Биологическую активность почвы используют для характеристики многообразной деятельности почвенных микроорганизмов, она определяет реальное плодородие почвы.

Задание 1. Используя рекомендуемую литературу, изучить методы исследования почвенных грибов, бактерий, актиномицетов, водорослей, насекомых, дождевых червей, нематод.

Задание 2. Используя рекомендуемую литературу, изучить методы определения биологической активности почв. Указать оборудование, необходимое для их проведения.

Контрольные вопросы

1. Роль животных в почвообразовании.
2. Роль микроорганизмов в почвообразовании.
3. Достоинства и недостатки различных методов исследования почвенных микроорганизмов.
4. Перечислить методы определения биологической активности почв.
5. Метод определения дыхания почвы.
6. Методы определения активности ферментов.

Рекомендуемая литература

1. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Т. 1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа / В. П. Васильев – М.: Дрофа, 2007. – 366 с.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Т. 2. Физико-химические методы анализа / В. П. Васильев – М.: Дрофа, 2005. – 383 с.
3. Васильев, И. П. Практикум по земледелию / И. П. Васильев, А. М. Туликов, Г. И. Баздырев [и др.]. – М.: Колос С, 2005. – 424 с.
4. Казаков, Г. И. Обработка почвы в Среднем Поволжье: монография / Г. И. Казаков. – Самара: СГСХА, 2008. – 250 с.
5. Корчагин, В. А. Научные основы современных технологических комплексов возделывания яровой мягкой пшеницы в Среднем Заволжье: монография / В. А. Корчагин, С. Н. Зудилин, С. Н. Шевченко. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – 343 с.
6. Кузнецов, Вл. В. Физиология растений / Вл. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. – М.: Абрис, 2011. – 783 с.
7. Милюткин, В. А. Повышение продуктивности сельхозугодий внутрипочвенным внесением удобрений при точном (координатном) земледелии: монография / В. А. Милюткин, Г. И. Казаков, А. П. Цирулёв [и др.]. – Самара: РИЦ СГСХА, 2013. – 269 с.
8. Пискунов, А. С. Методы агрохимических исследований / А. С. Пискунов. – М.: Колос С, 2004. – 312 с.
9. Семыкин, В. А. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России / В. А. Семыкин, Н. И. Картамышев, В.Ф. Мальцев [и др.]. – М.: КолосС, 2012. – 471 с.

Оглавление

Введение …… 3
Предисловие…….…….. 4
Тема 1. Обоснование и выбор методики исследования.
Отбор образцов……..…….……6
Тема 2. Методы определения базовых характеристик агрофизического состояния почв……..……9
Тема 3. Методы исследования химических свойств среды обитания растений…….…….……..... 16
Тема 4. Биохимические методы исследования растений13
Тема 5. Методы диагностики вредного влияния сорных растений..... 21
Тема 6. Методы исследования почвенной биоты и биологической активности почв…….……..... 29
Рекомендуемая литература……..... 32