

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Министерство образования Самарской области
Юго-Западное управление МО СО
ГБОУ СОШ №1 с.Приволжье
муниципального района Приволжский Самарской области

РАССМОТРЕНО

на заседании предметной
методической кафедры

ПРОВЕРЕНО

и.ф.зам. директора по НМР

УТВЕРЖДЕНО

Директор школы

М.А.Бурдаева

С.А.Фирсова

Протокол №1
от «29» августа 2025 г.

«29» августа 2025 г.

Приказ № 200
от «29» августа 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

элективного курса
«Основы химического мониторинга агроландшафтов»

9-11 классы

Авторы

Салтыкова О. Л.
Запрометова Л. В.
Бокова А. А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Самарский государственный аграрный университет»

Содержание программы

№ за- нятия	Тема	Часы		
		Всего	Теория	Прак- тика
1-2	Введение в основы химического мониторинга агроландшафтов <i>(Теория 2 часа)</i> Изучение техники безопасности в лаборатории. Инструктаж <i>(Практика 2 часа)</i> .	4	2	2
3-4	Ознакомление с терминами и химической посудой. <i>(Теория 2 часа)</i> Ознакомление с химической посудой и оборудованием в Агрокласе. <i>(Практика 2 часа)</i> .	4	2	2
5-6	Методика проведения полевых работ, пробоотбора и пробоподготовки. <i>(Теория 2 часа)</i> Проведение подготовительных работ по отбору почвы. <i>(Практика 2 часа)</i> .	4	2	2
7-8	Основные морфологические признаки и физические свойства почвы. <i>(Теория 4 часа)</i> Подготовка почвенных образцов к анализу. Изучение физических свойств почвы <i>(Практика 4 часа)</i>	8	4	4
9-10	Определение химических элементов почвы. <i>(Теория 2 часа)</i> . <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
11-12	Анализ почвенных образцов на кислотность. <i>(Теория 2 часа)</i> . <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
13-14	Питание растений. Визуальная и химическая диагностика. <i>(Теория 2 часа)</i> Подведение итогов агрохимического исследования почв, оформление результатов. <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
15-16	Питание растений. Визуальная и химическая диагностика <i>(Теория 2 часа)</i> Отбор растительных образцов. Подготовка растительных образцов к анализу. <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
17-18	Изучение методов определения азота фосфора и калия в растениях (Кьельдаля, Церлинг, Магницкого). <i>(Теория 2 часа)</i> Определение азота, фосфора и калия в растениях методом Церлинг. <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
19-20	Химический анализ урожая. <i>(Теория 2 часа)</i> Подведение итогов по химическому определению состава растений, оформление результатов. <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
21-22	Белки. Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции <i>(Теория 2 часа)</i> Определение содержания белковых веществ в растениях. <i>(Практика 4 часа)</i>	6	2	4
23	Изучение районированных сортов зерновых и бобовых культур. <i>(Теория 2 часа)</i>	2	2	-
24-25	Определение содержания сахара и сухих веществ рефрактометрическим методом. <i>(Теория 2 часа)</i> . <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
26-27	Крахмал. Строение и свойства полисахарида <i>(Теория 2 часа)</i> . Определение содержания крахмала в картофеле. <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
28-29	Каротиноиды. Химическое строение, функции. Биологическая роль <i>(Теория 2 часа)</i> . Определение содержания каротина в моркови. Подведение итогов химического анализа плодов, оформление результатов. <i>(Практика 2 часа)</i>	4	2	2
30	Итоговая аттестация (защита проекта с презентацией) заслушивание докладов с презентацией, вопросы, дискуссия. <i>(Практика 4 часа)</i>	4	2	2
Итого		68	34	34

Занятие 1
Введение в основы химического мониторинга агроландшафтов
(теория 2 часа)

Занятие 2
Изучение техники безопасности в лаборатории. Инструктаж.
(практика 2 часа)

Цель работы: сформировать у обучающихся знания о правилах техники безопасности при работе в химическом кабинете.

Общие правила выполнения лабораторных работ

При проведении эксперимента необходимо соблюдать следующие правила:

1. Опыт проводят всегда в чистой посуде.
2. Нельзя выливать избыток реактива из пробирки обратно в реактивную склянку.
3. Сухие соли набирают чистым шпателем или ложечкой, причём избыток реактива нельзя высыпать обратно в склянку.
4. Не следует путать пробки от разных склянок. Чтобы внутренняя сторона пробки оставалась чистой, пробку кладут на стол внешней поверхностью.
5. Нельзя уносить реактивы общего пользования на свое рабочее место.
6. После опытов остатки металлов в раковину не выбрасывают, а собирают в банку.
7. Дорогостоящие реактивы (например, остатки солей серебра) собирают в специально отведенную посуду.
8. Работать в агрохимических лабораториях нужно в халатах, так как попавшие реактивы могут загрязнить платье или разрушить ткань.

Правила техники безопасности

1. Не трогайте, не включайте и не выключайте без разрешения преподавателя рубильники и электрические приборы.
2. Не загромождайте свое рабочее место лишними предметами.
3. Нельзя брать вещества руками и пробовать их на вкус. При определении веществ по запаху склянку следует держать на расстоянии и направлять движением руки воздух от отверстия склянки к носу.
4. Опыты с ядовитыми веществами надо проводить в вытяжном шкафу.
5. При добавлении реактивов нельзя наклоняться над отверстием сосуда во избежание попадания брызг на лицо и одежду.
6. Нельзя наклоняться над нагреваемой жидкостью, так как ее может выбросить.
7. Разбавляя концентрированные кислоты, особенно серную, осторожно вливают кислоту в воду.
8. Все опыты с концентрированными кислотами и щелочами проводить только под тягой.
9. С легковоспламеняющимися нельзя работать вблизи нагревательных приборов.

Правила противопожарной безопасности

1. Осторожно обращайтесь с нагревательными приборами. При перегорании спирали электроплитки отключите плитку от электросети.
2. При проведении опытов, в которых может произойти самовозгорание, необходимо иметь под руками песок, войлок и т.п.
3. В случае воспламенения горючих веществ быстро погасите горелку, выключите электронагревательные приборы, оставьте сосуд с огнеопасным веществом и тушите пожар:
 - а) горящие жидкости прикройте войлоком, а затем, если нужно, засыпьте песком, но не заливайте водой;
 - б) в случае воспламенения щелочных металлов гасите пламя только сухим песком, но не водой.
4. Во всех случаях пожара в лаборатории немедленно вызовите пожарную команду; до прихода пожарной команды воспользуйтесь углекислотным огнетушителем.

Первая помощь при несчастных случаях

В лаборатории бывают случаи, требующие неотложной медицинской помощи, – порезы рук стеклом, ожоги горячими предметами, кислотами, щелочами. В особо серьезных случаях необходимо немедленно обратиться к врачу.

Для оказания первой помощи в лаборатории имеется аптечка. Основные правила первой помощи сводятся к следующему:

1. При механическом ранении небольшие раны дезинфицируют небольшим количеством раствора йода и закрывают бинтом. Большие раны не промывают, а только забинтовывают стерильной марлей, ватой и бинтом, после чего прибегают к срочной медицинской помощи. При ранении стеклом удалите осколки из раны, смажьте края раны раствором йода и перевяжите бинтом.

2. При попадании концентрированной кислоты на кожу рук или лица необходимо промыть пораженный участок кожи сначала водой, а затем слабым раствором пищевой соды. Концентрированную щелочь, попавшую на кожу, смывают вначале слабым раствором уксусной кислоты, а затем водой, накладывается повязка с мазью от ожогов.

3. При попадании кислот, щелочей через ротовую полость необходимо тотчас же вызвать рвоту – лучше всего механически или принимая внутрь мыльную пену или горчичную воду. После чего пострадавшему дают активированный уголь, молоко, в крайнем случае – в большом количестве воду.

4. При ожогах на пораженное место накладывают кусок марли с висмутовой мазью и ежедневно обновляют повязку. Если появились волдыри, следует прибегнуть к медпомощи, приставшие остатки вещества удалять нельзя.

5. При ожоге горячей жидкостью или горячим предметом обожженное место обработайте свежеприготовленным раствором перманганата калия, смажьте обожженное место мазью от ожога или вазелином. Можно присыпать ожог пищевой содой и забинтовать.

6. При химических ожогах глаз обильно промойте глаза водой, используя глазную ванночку, а затем обратитесь к врачу.

7. При отравлении газами (CO , H_2S), парами растворителя, пострадавшего выводят на свежий воздух. Нельзя допускать, чтобы человек заснул, для этого его лицо опрыскивают холодной водой, при остановке дыхания применяют искусственное дыхание.

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

Первая помощь при несчастных случаях в химических лабораториях

Возможные несчастные случаи	Первая помощь
Порезы стеклом	Удалить осколки стекла, вытереть рану чистой марлей или ватой, присыпать порошком белого стрептоцида и завязать.
Ранения с сильным кровотечением	Остановить кровь перевязкой выше места ранения (толстостенной резиновой трубкой или резиновым ремнем), забинтовать пострадавшего и отправить в медицинский пункт.
Ожог раскаленными предметами	Смазать обожженное место насыщенным раствором KMnO_4 или 5%-ным линиментом синтомицина.
Ожог водяным паром или кипящей водой	Помощь та же, что и при ожоге раскаленными предметами.
Ожоги концентрированными кислотами	Тщательно смыть кислоту водой, после чего смазать обожженное место слабым раствором (5-10%) двууглекислой соды NaHCO_3 или присыпать порошком этой соды (можно применить порошок CaCO_3).
Ожог плавиковой (фтористоводород-	Погрузить обожженное место на 10-15 минут в 3%-

ной) кислотой	ный раствор NH_4OH или промыть обильным количеством воды и наложить компресс с пастой, приготовленной из суспензии соды.
Ожог глаз концентрированными кислотами	Тщательно промыть глаза 2%-ным раствором NaHCO_3 или буры $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.
Ожог глаз крепкими щелочами	После тщательного промывания глаз водой промыть их слабой кислотой (2%-ным раствором борной или уксусной кислоты)
Ожог жидким бромом	Промыть пораженное место водой и слабым раствором аммиака; поставить компресс из 1%-ного раствора карболовой кислоты.
Отравление лабораторными газами (светильным газом, окислами азота, бромом, аммиаком и др-)	Немедленно вывести пострадавшего на свежий воздух; если нужно – сделать искусственное дыхание и дать кислород; при отравлении бромом и хлором, а также йодом, осторожно вдыхать пары аммиака из 10%-ного раствора NH_4OH ; хорошо проветрить помещение.
Отравление кислотами (HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , CH_3COOH)	Принимать внутрь суспензию магнезии, молоко, муку с водой.
Отравление щелочами (NaOH , KOH , Na_2CO_3 , K_2CO_3)	Принимать внутрь 5%-ную уксусную кислоту, лимонную кислоту или сок лимона.

Утилизация отходов химической лаборатории

При выполнении лабораторных работ и использовании реактивов в результате образуются отходы (органические растворители, щелочи, кислоты).

1. Утилизация отходов кислот и щелочей. Отходы, содержащие кислоты и щелочи, сначала разбавляют водой, при необходимости нейтрализуют и сливают в канализацию.

Сливать неразбавленные кислоты и щелочи в канализацию категорически запрещается!

2. Утилизация хромовой смеси. Свежая хромовая смесь имеет темно-оранжевый цвет. После долгой работы она теряет свои окислительные свойства и приобретает темно-зеленую окраску, что указывает на необходимость ее замены. Использованную хромовую смесь ни в коем случае не следует выливать в раковину. Ее необходимо осторожно перелить в банку для кислых сливов и отнести в специально отведенное для сливов место.

3. Утилизация органических реактивов. Отходы, содержащие органические реактивы, сливают в специально отведенную емкость для слива органических веществ (под тягой).

Контрольные вопросы

1. Какие правила техники безопасности необходимо соблюдать при работе в лаборатории химии?
2. Правила работы с реактивами. Правила работы с кислотами и щелочами.
3. Правила оказания первой медицинской помощи при порезах и ожогах.

Занятие 3

Ознакомление с терминами и химической посудой (теория 2 часа)

Занятие 4

Ознакомление с химической посудой и оборудованием в Агроклассе (практика 2 часа)

Цель работы: ознакомиться с оборудованием и химической посудой Агрокласса, которая будет использоваться для дальнейших агрохимических исследований почвы, растений, плодов.

Материалы и оборудование: дистиллированная вода, фильтровальная бумага, почва (песок) или растительный материал (листья или зерно), пипетки, бюретки, мерные колбы, мерные цилиндры, резиновая груша, эксикатор, тигель, стаканы, выпарительные чашки, ступка с пестиком, шпатель, воронки, весы, рН-метр.

Ход работы. Наглядно показать оборудование и химическую посуду. Зарисовать в рабочую тетрадь и дать описание. Применить в действии:

- забрать пипеткой заданный объем дистиллированной воды;
- залить в бюретку дистиллированную воду и слить ее;
- налить в мерную колбу дистиллированную воду до отметки;
- растереть в ступке листья любого растения с добавлением небольшого количества дистиллированной воды;
- взвесить на весах заданную массу песка, почвы, растительного материала.
- сложить в воронку фильтровальную бумагу и приготовить фильтрат из растительного материала;
- определить с помощью рН-метра кислотность растворов.

Занятие 5

Методика проведения полевых работ, пробоотбора и пробоподготовки (теория 2 часа)

Занятие 6

Проведение подготовительных работ по отбору почвы (практика 2 часа)

Необходимо выбрать участок для будущего отбора образцов почвы (пришкольный участок, парк, сад, у дороги) и после проведения лабораторных работ проводить сравнение.

Применение на практике ранее полученных теоретических знаний по выбору участка для отбора почвы дать его характеристику (географическое расположение, рельеф, растительность, предшественник и т. д.), разметить точки взятия образцов (метод конверта).

Цель работы: освоить процесс получения анализируемой пробы для дальнейшего агрохимического исследования.

На 6 занятии производится отбор проб почвы. В этот же день начинают выполнять работу по определению гигроскопической влажности почвы, которое относится к занятию 8, продолжив ее выполнение на следующем занятии после полного высушивания почвенных образцов.

Отбор почвенных образцов

Материалы и оборудование: лопата штыковая или почвенный бур, сантиметровая лента, полиэтиленовые мешочки для почвы или пакеты из плотной бумаги, простые карандаши, этикетки, мешок или рюкзак для транспортировки образцов, емкость для смешивания образцов.

Ход работы. Отбор проб проводится методом конверта из 5 точек с квадрата 1 м², глубина взятия образцов на штык лопаты (20-25 см) с двух горизонтов: 0-10 см и 10-25 см. Пробы желательно отбирать при таком состоянии почвы, чтобы она не прилипала к лопате. Из пахотного горизонта (слоя) чаще всего составляют смешанные почвенные образцы. При выполнении данных работ необходимо помнить о том, что если поле или участок имеет комплексный почвенный покров, то каждый смешанный образец составляется из отдельных образцов, взятых только в пределах одного почвенного типа или подтипа. Следует избегать нехарактерных мест, таких как площадки из-под удобрений, западин, полос около дорог, бугров и прочих. Из всех отдельных образцов в смешанную среднюю пробу должно попасть примерно одинаковое количество почвы. Отобранные в течение дня объединенные пробы подсушивают в сухом проветриваемом помещении. После просушивания почвы отбирают небольшой объем почвы, масса среднего образца зависит от цели и обычно составляет 300-500 г.

Каждый образец сопровождается этикеткой, подписанной простым карандашом. На этикетке указывается следующая информация:

- наименование места отбора образца (хозяйство, опытная станция);
- культура севооборота (при наличии);
- тип почвы;
- глубина отбора образца;
- дата отбора;
- фамилия исполнителя.

Занятие 7

Основные морфологические признаки и физические свойства почвы (теория 4 часа)

Занятие 8

Подготовка почвенных образцов к анализу. Изучение физических свойств почвы (практика 4 часа)

Работа 1. Пробоподготовка почвы для анализа

Материалы и оборудование: бумага (оберточная или газетная), шпатель лабораторный, фарфоровая ступка с пестиком, сито с диаметром отверстий 0,25 и 1 мм, емкости для проб почвы, этикетка.

Ход работы. Пробы почвы для последующего химического анализа высушиваются до воздушно-сухого состояния. Проба считается доведенной до воздушно-сухого состояния, если составляющие ее отдельности не слипаются, не прилипают к твердым предметам, при раздавливании крошатся, пылятся.

Далее проводится гомогенизация генеральной пробы, включающая в себя процессы дробления и просеивания. Куски большого размера измельчаются в фарфоровой ступке пестиком из того же материала. Также в процессе измельчения проводится просеивание через сито с размером ячейки 0,25 и 1 мм, в результате которого разделялись крупные и мелкие частицы. Путем многократного просеивания и отбрасывания кусков большого размера получили лабораторную пробу.

Следующий этап – процесс усреднения и сокращения размеров пробы методом квартования. Для этого часть лабораторной пробы, помещенной на чистый лист бумаги, разравнивается шпателем и делится стеклянной палочкой «крест на крест» на четыре сектора. Противоположные секторы почвы соединяются, остальные два отбрасываются. Повтор процедуры проводится несколько раз до получения пробы, массой 300 грамм. Подготовленную почву помещают в емкость (например, стеклянную банку с крышкой) с прикреплением этикетки несущей информацию о почвенном образце. В дальнейшем подготовленную почву используют для анализа.

Работа 2. Определение гигроскопической влажности почвы

Гигроскопическая влажность выражается в процентах от массы сухой почвы. Это значение используется в аналитической практике для вычисления массы сухой почвы или коэффициента перерасчета результатов анализа воздушно-сухой почвы на сухую. Значение максимальной гигроскопической влажности позволяет вычислить влажность завядания растений и подсчитать запасы доступной (продуктивной) и недоступной влаги в почве.

Цель работы: научиться определять гигроскопическую влажность почвы весовым методом.

Материалы и оборудование: бюксы с притертой крышкой, эксикатор или сушильный шкаф, лабораторные весы.

Ход работы: бюкс с притертой крышкой просушить до постоянной массы и взвесить на лабораторных весах. В бюкс насыпать свежую почву и сушить с открытой крышкой до

постоянной массы в сухом хорошо проветриваемом помещении или в сушильном шкафу при температуре 100-110 °С.

Опыт проводить для каждого участка в трехкратной повторности. Полученные данные внести в таблицу 1.

Таблица 1

Показатели для определения гигроскопической влажности почвы
Наименование участка _____

№ бюкса	Масса пустого бюкса, г	Масса бюкса с почвой до сушки, г	Масса бюкса с почвой после сушки, г	Масса сухой почвы (в), г	Масса испарившейся влаги (а), г

Гигроскопическую влажность (в %) вычисляли по формуле:

$$W = 100 \cdot a/v,$$

где а – масса испарившейся влаги, г;

в – масса сухой почвы, г.

При завершении расчетов сформулировать и написать вывод.

Работа 3. Определение капиллярной влагоёмкости почвы

Капиллярная влагоёмкость – максимальное количество капиллярно-подпертой воды, которое может содержаться в почве. Как и влажность, влагоёмкость определяется в % к весу сухой почвы.

Цель работы: научиться определять гигроскопическую влажность почвы весовым методом.

Материалы и оборудование: цилиндры без дна (металлические или пластиковые стаканы), емкость, фильтровальная бумага, лабораторные весы.

Ход работы: в цилиндр без дна поместить кружочек фильтровальной бумаги. В предварительно взвешенный на лабораторных весах цилиндр насыпать, слегка уплотнить постукиванием почву на высоту 10 см. Определить массу цилиндра с почвой. Цилиндр с почвой поместить в специальную ванночку с водой, дно ванночки выстлано фильтровальной бумагой. Вода по порам бумаги передается почве и происходит капиллярное насыщение последней. Когда влага выступает на поверхности почвы в цилиндре, это указывает на то, что почва достигла полного капиллярного насыщения. После этого взвесить цилиндр с влажной почвой, предварительно обмакнув дно цилиндра фильтровальной бумагой.

Опыт проводить для каждого участка в трехкратной повторности. Полученные данные внести в таблицу 2.

Таблица 2

Показатели для определения капиллярной влагоёмкости почвы
Наименование участка _____

№ цилиндра	Масса цилиндра без почвы, г	Масса цилиндра с почвой, г	Масса цилиндра с влажной почвой, г	В - масса почвы в цилиндре после насыщения, г	М - масса сухой почвы в цилиндре, г

Капиллярную влагоемкость рассчитывают по формуле:

$$KB = 100 \cdot (B - M)/M,$$

где KB – капиллярная влагоемкость, %;

B – масса почвы в цилиндре после насыщения, г;

M – масса сухой почвы в цилиндре, г.

При завершении расчетов сформулировать и написать вывод.

Работа 4. Определение гранулометрического состава

Цель работы: определить, преимущественно из каких механических элементов состоит анализируемая твердая фаза почвы.

Материалы и оборудование: фарфоровая ступка и пестик, вода.

Ход работы: гранулометрический состав почвы определяется методом жгута.

Небольшое количество почвы берется на ладонь, слабо смачивается водой и разминается пальцами в однородное густое тесто, из которого раскатывается небольшой по возможности тонкий шнур, который затем свернуть в колечко, и в зависимости от того, что получилось согласно рисунка 1 сделать описание гранулометрического состава почвы.

- Земля не скатывается в шарик – почва песчаная.
- Скатывается в шарик с трудом, но не раскатывается в жгут – почва супесчаная.
- Скатывается легко в шарик, скатывается в жгут, но не сворачивается – почва легкая суглинистая.
- Если кольцо свернулось, но с большими трещинами – среднесуглинистая почва.
- Если трещины небольшие – тяжелый суглинок.
- Скатывается в шарик, раскатывается в жгут, легко сворачивается в кольцо – глинистая почва.

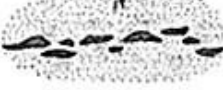
Описание	Рисунок	Тип механического состава
Шарик не скатывается, шнур не образуется		Песок
Зачатки шнура		Супесь
Шнур при раскатывании дробится на комочки		Легкий суглинок
Шнур сплошной, при сгибании разламывается		Средний суглинок
Шнур при сгибании не разламывается, кольцо даст несколько трещин		Тяжелый суглинок
Кольцо без трещин		Глина

Рис. 1 Определение гранулометрического состава почв полевым методом

Работа 5. Определение плотности почвы

Цель работы: произвести определение и оценку плотности почвы

Материалы и оборудование: фарфоровая ступка и пестик, вода.

Под плотностью понимают массу 1 см абсолютно сухой почвы в ее естественном ненарушенном сложении. Плотность характеризует взаимное расположение почвенных частиц (минеральных и органических), агрегатов и выражается в г/см. Она зависит от гранулометрического состава, содержания органического вещества и структурного состояния почвы.

Почвы, содержащие мало органического вещества, с плохо выраженной структурой, имеют плотность всегда больше, чем почвы глинистые, с большим содержанием гумуса и хорошо выраженной комковатой или зернистой структурой. Пахотные горизонты, имеющие вследствие обработки более рыхлое сложение, характеризуются меньшей плотностью по сравнению с нижними горизонтами, имеющими более плотное сложение.

Плотность минеральных почв колеблется от 1,0 до 1,8 г/см. В верхних горизонтах черноземных почв плотность составляет 1,0-1,2, в нижних – 1,3-1,6 г/см. У почв с небольшим содержанием гумуса плотность около 1,3-1,6 г/см³. В нижних горизонтах она составляет 1,6-1,8 г/см³. Плотность целинных верховых болот 0,04-0,08 г/см³, старопахотных низинных почв 0,2-0,3 г/см³.

Оценка плотности почв суглинистого и глинистого гранулометрического состава по Н. А. Качинскому представлена в таблице 3.

Таблица 3

Оценка плотности почв суглинистого и глинистого гранулометрического состава по Н. А. Качинскому

Плотность почвы, г/см ³	Качественная оценка
<1	Почва вспушена или богата органическим веществом
1,0-1,1	Типичные значения для культурной свежевспаханной почвы
1,2	Пашня уплотнена
1,3-1,4	Пашня сильно уплотнена
1,4-1,6	Типичные значения для подпахотных горизонтов различных почв
1,6-1,8	Сильно уплотненные иллювиальные горизонты почв

Зная плотность почвы, можно вычислить скважность (пористость) почвы, запасы тех или иных веществ, воды необходимых для растений.

Ход работы.

1. Взвесить на лабораторных весах стеклянный цилиндр.
2. Насыпать в цилиндр примерно 2/3 объема подготовленной почвы и уплотнять по мере наполнения (постукивая дном цилиндра о ладонь руки).
3. Измерить высоту насыпного слоя почвы и диаметр цилиндра, затем определить объем почвы.
4. Взвесить цилиндр с почвой и провести необходимые расчеты.

Объем почвы в цилиндре вычисляют по формуле:

$$V = \pi r^2 h,$$

где, $\pi=3,14$;

r – радиус цилиндра, см;

h – высота почвы в цилиндре, см.

Массу сухой почвы определяют по формуле:

$$m = m_1 - m_2,$$

где m_1 – масса почвы с цилиндром, г;

m_2 – масса пустого цилиндра, г.

Плотность почвы определяют по формуле:

$$d = m/V$$

где, d – плотность, г/см³;

m – масса сухой почвы, г;

V – объем цилиндра, см³.

Анализ проводится в 3-х кратной повторности. Данные измерений внести в таблицу 4.

Таблица 4

Показатели для расчета плотности почвы

№	m_2	m_1	m
1			
2			
3			
Среднее			

После проведенных расчетов дать оценку почвы по плотности и разработать мероприятия по ее улучшению.

Занятие 9
Определение химических элементов почвы
(теория 2 часа)

Занятие 10
Определение химических элементов почвы
(практика 2 часа)

Цель работы: обнаружить основные элементы в почве для определения качественного состава анализируемого образца почвы.

Материалы и оборудование: лабораторные весы, фарфоровая чашка, пробирки, пипетки, колба на 200 мл, мерные цилиндры на 50 мл, фильтровальная бумага (синяя лента), стеклянная воронка, 10% растворы кислот HCl и HNO₃, 1% раствор AgNO₃, 10% раствор BaCl₂, свежеприготовленный раствор дифениламина (0,1 г реактива растворить в 10 мл серной кислоты), 4% раствор оксалата аммония или натрия.

Ход работы.

А) Качественное определение CO₃²⁻.

Небольшое количество почвы поместить в фарфоровую чашку и прилить немного 10% соляной кислоты до выделения пузырьков углекислого газа (почва «шипит» – карбонатов много).

Приготовить водную вытяжку почвы. Для это взять 25 г почвы, перенести в колбу емкостью 200 мл и прилить 50 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы тщательно взболтать и дать отстояться в течение 5-10 мин, а затем отфильтровать.

Б) Качественное определение Cl⁻.

В пробирку прилить 5 мл фильтрата водной вытяжки почвы, добавить 10% азотной кислоты и по каплям прибавили 1% раствор нитрата серебра. Хлорид серебра выпадает в виде белого хлопьевидного осадка, что указывает на присутствие хлоридов в качестве десятых долей процента.

В) Качественное определение SO₄²⁻.

В пробирку прилить 5 мл фильтрата водной вытяжки почвы, добавить концентрированной соляной кислоты, и 2-3-мл 20% раствора хлорида бария. При наличии сульфатов происходит реакция, и сульфат бария выпадает в виде белого мелкокристаллического осадка. Помутнение раствора указывает на содержание сульфатов до нескольких десятых процента.

Г) Качественное определение NO₃⁻.

В пробирку прилить 5 мл фильтрата водной вытяжки почвы и по каплям прибавить раствор дифениламина в серной кислоте. Раствор окрашивается в синий цвет, что указывает на наличие нитратов в почвенном образце.

Д) Качественное определение Ca²⁺.

К 10 мл фильтрата водной вытяжки почвы прилить 10% раствор соляной кислоты и 5 мл 4% раствора оксалата аммония. Наблюдать помутнение раствора, что свидетельствует о наличии сотых процентов ионов кальция.

Написать качественные реакции. Указать все признаки реакции (выпадение осадка, выделение газа, выделение теплоты, изменение цвета и т. Д. Исходя из этого сделать вывод о присутствии катионов и анионов в почвенном образце.

Занятие 11
Анализ почвенных образцов на кислотность
(теория 2 часа)

Занятие 12
Анализ почвенных образцов на кислотность
(практика 2 часа)

Цель работы: определить обменную кислотность солевой вытяжки, гидролитическую кислотность в образцах почвы

Работа 1. Определение обменной кислотности (рН солевой вытяжки)

Обменная кислотность обусловлена наличием в почвенном поглощающем комплексе ионов водорода и алюминия, способных обмениваться на катионы нейтральных солей, например хлорида калия. Величину обменной кислотности определяют в вытяжке из почвы 1н. раствора KCl.

По кислотности почвы делят на: сильнокислые – рН= 6-7, кислые – рН= 7-8, сильнощелочные – рН= 8-9.

Сущность метода заключается в извлечении обменных катионов из почвы 1,0 н раствором хлористого калия при соотношении почвы и раствора 1:2,5 и потенциометрическом определении рН.

Материалы и оборудование: лабораторные весы, шпатель, индикаторная бумага или рН-метр, 0,1 н раствор KCl (74,56 г KCl растворить в дистиллированной воде, перелить в мерную колбу и довести до метки 1 л), химический стаканчик емкостью 50 мл, мерный цилиндр, стеклянная палочка, пипетка.

Ход работы. На лабораторных весах взвесить 10 г предварительно подготовленной почвы и поместить в стеклянный химический стаканчик емкостью 50 мл, прилить 25 мл 1,0 н раствора KCl, тщательно взболтать или перемешать стеклянной палочкой в течение 1 мин и оставить отстаиваться на 5 минут. По истечении времени пипеткой отобрать aliquоту прозрачного раствора и провести определение рН с помощью индикаторной бумаги или потенциометрическим методом. Если измерения проводятся при помощи индикаторной бумаги, то отобрать 5 мл прозрачного раствора и поместить в пробирку. Если инструментальным методом, то понадобится больше раствора и поместить в стакан.

После настройки рН-метра по трем буферным растворам с рН 4,01; 6,86 и 9,18 электроды погружают в суспензию, измеряют величину рН.

Ацетатный буферный раствор

рН	0,2 М раствор уксусной кислоты, мл	0,2 М раствор уксуснокислого натрия, мл
4,0	82,0	18,0

Фосфатно-боратный буферный раствор

рН	0,1 М раствор однозамещенного фосфорнокислого калия, мл	0,05 М раствор буры, мл
6,8	65,8	34,2
7,0	61,0	9,0
9,2	4,0	96,0

Показания прибора считывают не ранее чем через 1 мин после погружения электродов в суспензию. Во время работы настройку прибора периодически проверяют по буферному раствору с рН 4,01.

Работа 2. Определение гидролитической кислотности по Каппену

Гидролитическая кислотность определяется при взаимодействии почвы с раствором гидролитически щелочной соли (1,0 н раствор CH_3COONa с рН 8,2) при соотношении почва-раствор 1:2,5 для минеральных почв. Торфяные почвы и органогенные горизонты обладают высокой влагоемкостью, следовательно, соотношение почва-раствор составляет 1:25 или 1:150. В результате реакции образуется уксусная кислота, которую титруют щелочью. По объему щелочи, пошедшей на титрование, определяют количество ионов водорода, т.е. гидролитическую кислотность почвы.

Материалы и оборудование: лабораторные весы, шпатель, коническая колба на 250-500 мл, мерный цилиндр, пипетка, бюретка, колба для титрования на 100 мл, фильтровальная бумага (синяя лента), стеклянная воронка, 1 н раствор $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (136 г трехводного уксуснокислого натрия, растворить примерно в 500 мл дистиллированной воды, при необходимости отфильтровать, довести раствор дистиллированной водой до 1 л), 1%-ный раствор фенолфталеина в этиловом спирте (1 г фенолфталеина растворить в 60%-ном этиловом спирте и довести объем до 100 мл), 0,1 н раствор NaOH (готовить из фиксаля или растворением 4 г х.ч. NaOH в 1 л воды без CO_2 . Титр установить по фиксалю H_2SO_4 или перекристаллизованной янтарной кислоте).

Ход работы.

1. На лабораторных весах взять навеску почвы 20 г (с точностью до 0,1 г) и поместить в коническую колбу объемом 250-500 мл.
2. Мерным цилиндром прилить 50 мл 1 н раствора CH_3COONa ;
3. Колбу закрыть пробкой. Содержимое взболтать в течение получаса;
4. Полученную суспензию отфильтровать через двойной складчатый фильтр;
5. Пипеткой взять 20 мл фильтрата в колбу для титрования на 100 мл;
6. Добавить 2-3 капли фенолфталеина и титровать 0,1 н раствором NaOH до появления слабо-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты.

Расчет результатов:

$$H_r, \text{ мг-экв./100 г почвы} = (a \cdot K \cdot 0,1 \cdot 1,75 \cdot 100) / n,$$

где H_r – гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г почвы

a – количество 0,1 н. раствора NaOH, пошедшей на титрование, мл;

K – поправка к титру NaOH;

0,1 – нормальность NaOH;

1,75 – коэффициент поправки результатов на неполноту вытеснения катионов водорода из ППК при однократной обработке почвы раствором CH_3COONa ;

100 – пересчет на 100 г почвы;

n – навеска почвы, соответствующая объему фильтрата, взятого для анализа, г.

Сделать вывод по результатам проведенного анализа, в ходе которого была определена обменная и гидролитическая кислотность образца почвы.

Занятие 13

Питание растений. Визуальная и химическая диагностика

(теория 2 часа)

Занятие 14

Подведение итогов агрохимического исследования почв, оформление результатов

(практика 2 часа)

Проводится окончательное оформление лабораторных работ, сдается отчет по выполнению работ, обсуждаются возникшие проблемные вопросы, проводится сравнение различных образцов, обмен результатами, подводится итог проделанной работе по исследованию почв.

Занятие 15

Питание растений. Визуальная и химическая диагностика

(теория 2 часа)

Занятие 16

Отбор растительных образцов.

Подготовка растительных образцов к анализу

(практика 2 часа)

Работа 1. Методика взятия растительных проб и подготовка их к анализу

Цель работы: ознакомиться с методикой отбора проб растительных образцов и произвести их подготовку к анализу.

Материалы и оборудование: перчатки, пакеты, ножницы, этикетки.

Взятие проб растений является весьма ответственным моментом в результативности диагностики питания растений и оценки доступности им почвенных ресурсов.

Общим требованием является унификация техники отбора, обработки и хранения проб: взятие со всех растений строго одних и тех же частей по их ярусности, возрасту, расположению на растении, отсутствию заболевания и т.д. Имеет значение также, находились ли листья на прямом солнечном свете или в тени, причем во всех случаях должны быть отобраны листья одинакового размещения по отношению к солнечному освещению, лучше на свету.

Ход работы. При анализе корневой системы среднюю лабораторную пробу перед взвешиванием осторожно промывают в водопроводной воде, споласкивают в дистиллированной воде и подсушивают фильтровальной бумагой.

Лабораторная проба зерна или семян берется из множества мест (мешка, ящика, машины) щупом, затем ее распределяют ровным слоем на бумаге в виде прямоугольника, делят на четыре части и берут материал из двух противоположных частей до нужного количества для анализа.

Одним из важных моментов в подготовке растительного материала к анализу является правильная фиксация его, если анализы не предполагается проводить в свежем материале.

Для химической оценки растительного материала по общему содержанию элементов питания (N, P, K, Ca, Mg, Fe и др.) образцы растений высушивают до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу при температуре 50–60 °С или на воздухе. В анализах, по результатам которых будут сделаны выводы о состоянии живых растений, следует использовать свежий материал, так как завядание вызывает существенное изменение состава вещества или уменьшение его количества и даже исчезновение веществ, содержащихся в живых растениях.

Высушенные растительные пробы измельчаются ножницами, а затем на мельнице. Измельченный материал просеивается через сито с диаметром отверстий 1 мм. При этом из пробы ничего не выбрасывается, так как удаляя часть материала, не прошедшего через сито с первого просеивания, мы тем самым меняем качество средней пробы. Крупные частицы пропускаются через мельницу и сито повторно. Остатки на сите следует растереть в ступке.

Из подготовленной таким образом лабораторной средней пробы берут аналитическую пробу. Для этого растительный материал, распределенный тонким ровным слоем на листе глянцевого бумаги, делят по диагоналям на четыре части. Затем два противоположных треугольника убирают, а оставшуюся массу вновь распределяют тонким слоем на всем листе бумаги. Снова проводят диагонали и опять убирают два противоположных треугольника. Так поступают до тех пор, пока на листе не останется количество вещества, которое необходимо для аналитической пробы. Отобранная аналитическая проба переносится в стеклянную банку с притертой пробкой. В таком состоянии она может храниться неопределенно долгое время. Вес аналитической пробы зависит от количества и методики исследований и колеблется от 50 до нескольких сот граммов растительного материала.

Результаты анализов могут быть рассчитаны как на воздушно-сухую, так и на абсолютно сухую навеску вещества. При воздушно-сухом состоянии количество воды в материале находится в равновесии с парами воды в воздухе. Эта вода называется гигроскопической, и количество ее зависит как от растения, так и от состояния воздуха: чем влажнее воздух, тем больше гигроскопической воды в растительном материале. Для пересчета данных на сухое вещество необходимо определять количество гигроскопической влаги в пробе.

Работа 2. Определение сухого вещества и гигроскопической влаги в воздушно-

сухом материале

Цель работы: освоить методику пробоподготовки и определения сухого вещества и гигроскопической влаги в растительном материале.

Материалы и оборудование: сушильный шкаф или сухое хорошо проветриваемое помещение, металлические или стеклянные бюксы, лабораторные весы.

При химическом анализе количественное содержание той или иной составной части рассчитывается на сухое вещество. Поэтому перед анализом определяют количество влаги в материале и тем самым находят количество в нем абсолютно сухого вещества.

Ход работы. Навеска должна составлять примерно 5 г. Бюкс вместе с навеской взвешивают на аналитических весах и помещают в сушильный шкаф, температуру внутри которого поддерживают на уровне 100-105° С. Первый раз в сушильном шкафу открытый бюкс с навеской держат в течение 4-6 часов. По истечении этого времени бюкс из сушильного шкафа переносят в эксикатор для охлаждения, через 20-30 минут бюкс взвешивают. После этого бюкс открывают и снова помещают в сушильный шкаф (при той же температуре) на 2 часа. Высушивание, охлаждение и взвешивание повторяют до тех пор, пока бюкс с навеской не достигнет постоянного веса (разница между двумя последними взвешиваниями должна быть меньше 0,0003 г).

Вычисление процента воды производят по формуле:

$$X = (v - v_1) / v \cdot 100$$

где: X – процент воды;

v – навеска растительного материала до высушивания, г;

v₁ – навеска растительного материала после высушивания, г.

Данные исследований внести в таблицу 5.

Таблица 5

Показатели для определения сухого вещества и гигроскопической влаги
в воздушно-сухом материале

Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с навеской до высушивания, г	Навеска до высушивания, г	Вес бюкса с навеской после высушивания, г			Навеска после высушивания, г	Процент воды
			1	2	3		

Занятие 17

Изучение методов определения азота фосфора и калия в растениях (Кьельдаля, Церлинг, Магницкого) (теория 2 часа)

Занятие 18

Определение азота, фосфора и калия в растениях методом Церлинг (практика 2 часа)

Цель работы: Выяснить значение диагностики питания растений, ознакомиться с тканевым методом ее проведения и определить обеспеченность растений основными элементами питания и сделать вывод о необходимости проведения подкормки.

Материалы и оборудование: образцы растений для анализа, цветные шкалы по определению азота, фосфора, калия, предметные стекла, пипетки, стеклянный пестик, 1% раствор дифениламина, раствор молибденово-кислого аммония, раствор бензидина, раствор уксусно-кислого натрия, раствор дипикриламиновата или кобальт-нитрата натрия, раствор соляной кислоты.

Ход работы: определения проводят на срезах (лучше поперечных) тех или иных частей растений, которые кладут при определении нитратов на предметное стекло, а при определении фосфатов и калия на кусочек фильтровальной бумаги положенной на стекло.

Все определения основаны на цветных реакциях, причем, интенсивность окрасок сравнивают с соответствующими шкалами для каждого из трех элементов, где оценка дается

в баллах (рис. 2).



Рис. 2 Шкалы для определения элементов питания в растениях

Определение нитратов

На предметное стекло кладут срезы (0,5 см) той или иной части растения. Затем наносят на каждый срез по 1 капле 1% раствора дифениламина, покрывают предметным стеклом и следят за появлением синей окраски. Интенсивность этой окраски сравнивают с цветной шкалой. Результаты записывают в баллах шкалы, которые разграничены по степени нужды растений в азотных удобрениях.

Определение фосфатов

Листы фильтровальной бумаги разрезают на кусочки около 2 см². В центр каждого такого кусочка наносят одну каплю раствора молибденово-кислого аммония. Затем накладывают один срез той или другой части растения. Стеклянным пестиком раздавливают срез и сдвигают его несколько в сторону от образовавшегося пятна сока. После этого на пятно наносят последовательно по 1 капле бензидина и уксуснокислого натрия. При наличии фосфатов на бумаге появляется синее окрашивание капли сока. Интенсивность окраски сравни-

вают с показателями цветной шкалы для определения фосфатов (рис.2).

Определение калия

В середину кусочка фильтровальной бумаги размером около 2 см² кладут срез той или иной части растения. Затем его выдавливают стеклянным пестиком и отодвигают срез несколько в сторону от пятна выдавленного сока. На пятно сока и на срез наносят последовательно по 1 капле раствора дипикрил-амината магния или кобальт-нитрат натрия и соляной кислоты. Соляная кислота растворяет избыток реактива, образуя лимонно-желтое окрашивание и не растворяет калийную соль дипикриламина или кобальт-нитрата. Поэтому лимонно-желтая окраска указывает на отсутствие калия, а оранжево-красная на наличие калия. Интенсивность окраски сравнивается с цветной шкалой для определения калия (рис. 2).

Результаты тканевой диагностики питания растений (в баллах) внести в таблицу 6.

Таблица 6

Результаты тканевой диагностики питания растений (в баллах)

Культуры	Элементы питания	Обеспеченность растений элементами питания			
		1	2	3	среднее
	N				
	P ₂ O ₅				
	K ₂ O				

На основании полученных результатов анализа сделать выводы об обеспеченности растений элементами питания и целесообразности применения подкормки.

Занятие 19

Химический анализ урожая

(теория 2 часа)

План лекции

1. Пищевая ценность плодов, содержание воды и углеводов.
2. Анализ сахаров по методу Г.Э. Бертрона
3. Оптический метод определения сахарозы
4. Определение крахмала в растениях.
5. Определение содержания крахмала в картофеле по удельной массе клубней.
6. Содержание клетчатки, пектиновых веществ в кислот в плодах.
7. Содержание белковых веществ, жиров и каротина в различных растениях.

Контрольные вопросы

1. В каких пределах находится содержание воды в плодах и ягодах.
2. От чего зависит содержание сахаров и их отдельных компонентов в растениях и плодах.
3. В чем заключается анализ сахаров по методу Г.Э. Бертрона.
4. Какие еще методы анализа сахаров вы знаете
5. Какими методами можно провести определение крахмала в растениях.
6. Какое количество белковых веществ и жиров содержится в различных растениях.
7. В чем заключается принцип метода определения каротина в плодах.

Занятие 20

Подведение итогов по химическому определению состава растений, оформление результатов

(практика 2 часа)

Проводится окончательное оформление лабораторных работ, сдается отчет по выполнению работ, обсуждаются возникшие проблемные вопросы, проводится сравнение различных растительных образцов, обмен результатами, подводится итог проделанной работе по исследованию растений.

Занятие 21

Белки. Состав белков, их физические и химические особенности, типичные реакции (теория 2 часа)

Занятие 22

Определение содержания белковых веществ в растениях (практика 4 часа)

Работа 1. Выделение глобулина из семян гороха.

Цель работы: выделить из растительного материала простой белок – глобулин.

Глобулины составляют большую часть белка многих семян, главным образом у бобовых и масличных культур. Они хорошо растворяются в слабых растворах нейтральных солей.

Материалы и оборудование: гороховая мука, колба, 10% раствора NaCl, фильтровальная бумага, стаканчик.

Ход работы. Насыпать 5 г гороховой муки в колбочку и залить 30 мл 10% раствора NaCl. Колбу встряхивать 3 мин и оставить стоять на 30 мин, периодически встряхивая. Затем отфильтровать через фильтр, смоченный растворителем. Полученный фильтрат использовать для следующих работ.

Работа 2. Обнаружение белка в растворе биуретовой реакцией.

Цель работы: изучить метод обнаружения простых белков.

Материалы и оборудование: фильтрат, пробирки, 10% раствор щелочи (NaOH), 1% раствор медного купороса.

Ход работы. Налить в пробирку около 1 мл фильтрата, добавить 10-15 капель 10% раствор щелочи (NaOH), а затем по каплям слабый раствор медного купороса, в присутствии белка раствор окрашивается в синий цвет.

Оформление результатов опыта

Рис. 1. Окраска фильтрата после проведения биуретовой реакции

Работа 3. Определение растворимости глобулина в воде.

Цель работы: изучить физические свойства глобулина.

Материалы и оборудование: фильтрат, пробирки, дистиллированная вода, 10% раствора NaCl.

Ход работы. Налить в пробирку около 1 мл фильтрата и постепенно добавлять воду, следить за появлением мути. При появлении мути повысить концентрацию раствора нейтральной соли, добавляя по каплям слабый раствор NaCl. Следить за растворением осадка.

Оформление результатов опыта

- 1) Растворим ли глобулин в воде? Чем это доказывается?

2) Зарисуйте пробирку с фильтратом.

Рис. 2.2. До добавления
воды

Рис. 2.3. После разбавления
водой

Рис. 2.4. После добавления
соли

Работа 4. Последовательное разделение запасных белков

Цель работы: выделить из муки различных культур разные фракции запасных белков и сделать сравнительные выводы об их относительном содержании.

Материалы и оборудование: весы, пшеничная мука, гороховая мука, кукурузная мука, ступка, пестик, водопроводная вода, дистиллированная вода, пробирки, марля, фильтровальная бумага, 10% раствор NaCl, 70% раствор этилового спирта; 0,5% раствор NaOH, 1% раствор медного купороса, 10 % раствор NaOH.

Все белки, встречающиеся в растениях, разделяются на две большие группы: протеины и протеиды. Протеины – простые белки, состоят только из аминокислот. Чаще всего это запасные белки, но многие из них выполняют и конституционные функции, т.е. используются на построение структур клетки.

Протеиды – это сложные белки. Они являются соединением простого белка с каким-либо веществом небелковой природы. Сложные белки, как правило, выполняют конституционные функции. Белки играют важную роль в питании человека и животных. Пищевая ценность того или иного продукта сельского хозяйства порой целиком определяется как общим количеством в них белков, так и их качеством. Качественный состав белков у разных растений неодинаков. Среди протеинов часто встречаются:

1) **альбумины** – белки растворимые в воде. Легко свертываются при кипячении. В растениях встречаются в небольшом количестве;

2) **глобулины** – нерастворимые в воде, но растворимые в водных растворах солей. Распространены в растительном мире;

3) **проламины** – растворимы в 70% спирте;

4) **глутелины** – растворимы только в слабых растворах щелочей.

Ход работы.

Приготовление теста из пшеничной муки. Навеску пшеничной муки 25 г поместить в фарфоровую чашку и прилить к ней 14 мл водопроводной воды. Пестиком замесить тесто в один комок до тех пор, пока оно не будет однородным. Полученное тесто тщательно размять руками, скатать в виде шара, положить в чашку. От шара взять небольшой кусочек теста и поместить его в пробирку. Остаток теста закрыть бумагой и оставить на 20 мин для того, чтобы все частички муки равномерно пропитались водой. В дальнейшем он будет использован для отмывания клейковины.

Получение клейковины (специфического комплекса белков пшеницы). Через 20 мин после замешивания тесто из фарфоровой чашки поместить в кристаллизатор с водопроводной водой и отмыть клейковину от крахмала, отрубей и других веществ, опуская тесто в воду и разминая его пальцами. Отмывать нужно осторожно, чтобы вместе с крахмалом не удались частицы клейковины (промывочную воду сменять 3-4 раза). Когда клейковина станет упругой, промывание ее продолжать под слабой струей водопроводной воды.

Выделение альбуминов. Для выделения альбуминов из пшеничной муки используется отделенный в пробирку кусочек теста. Для этого в пробирку прилить воду на 3-4 см выше теста. Периодически встряхивать пробирку и настаивать 20 мин.

Для извлечения этой группы белков из зерна гороха и кукурузы 10 г муки поместить в стакан и залить 50 мл воды. Содержимое перемешать стеклянной палочкой и настаивать 20 мин. По прошествии этого времени жидкость из пробирки или стакана отфильтровать сначала через марлю, затем – через бумажный фильтр. В фильтрат переходят водорастворимые белки – альбумины.

Выделение глобулинов, проламинов и глютелинов. Для выделения остальных трех групп белков использовать отмытую клейковину (пшеница) или рассыпчатый остаток на марле (горох и кукуруза). Для этого разделить их примерно на три равные части. Отделенную часть поместить в фарфоровую ступку и тщательно растереть с 5 мл соответствующего растворителя:

для выделения глобулинов – 10% хлористый натрий;

проламинов – 70% этиловый спирт;

глютелинов – 0,5% едкий натр (не растирать, а размешать!).

Растертую массу отфильтровать через бумажный фильтр, предварительно смочив его соответствующим растворителем. С вытяжками всех групп белков провести биуретовую реакцию.

Методика проведения биуретовой реакции. К 1 мл вытяжки белка прибавить 0,5 мл 10% раствора едкого натрия и по каплям 1% раствора медного купороса до интенсивной окраски (10-12 капель). После этого жидкость встряхнуть и, после отстаивания избытка реактива, над осадком будет характерное окрашивание. Если окраска фиолетовая или синяя, то белок есть, а если окраска зеленоватая, как 1% раствор медного купороса – белка нет. Фиолетовая окраска появляется за счет образования биурета.

В другой пробирке прокипятить 2 мл вытяжки. Белок коагулирует и переходит в осадок. По интенсивности окраски, степени помутнения раствора или появлению осадка можно судить об относительном содержании белка.

Все пробирки с результатами биуретовой реакции и после кипячения заэтиковать, для чего в ее горлышко поместить кусочек бумаги с соответствующей надписью.

Оформление результатов опыта

1) Заполните таблицу 13, где содержание отдельных фракций белков в муке выразить в градации: много, мало, нет.

Таблица 13

Содержание отдельных фракций белка в различных видах муки

Мука	Альбумины	Глобулины	Проламины	Глютелины
Пшеничная				
Гороховая				
Кукурузная				

2) Сделайте вывод о различном фракционном составе и общем количестве белков в семенах злаковых и бобовых культур.

Работа 5. Высаливание белка под действием концентрированных солей

Цель работы: изучить химические свойства белков.

Методика выполнения. К 3 мл раствора белка добавить такое же количество насыщенного раствора NaCl. Наблюдать появление мути и осадка. Прибавить воды. При уменьшении концентрации раствора наблюдать исчезновение мути и растворение осадка.

Занятие 23

Изучение районированных сортов зерновых и бобовых культур

(теория 2 часа)

Занятие 24

Определение содержания сахара и сухих веществ рефрактометрическим методом (теория 2 часа)

Занятие 25

Определение содержания сахара и сухих веществ рефрактометрическим методом (практика 2 часа)

Цель работы: Освоить рефрактометрический метод для определения содержания сахара и сухих веществ в различных плодах и сделать вывод о качестве исследуемого растительного сырья.

Материалы и оборудование: образцы плодов и растений для анализа, рефрактометр АТС 0-32% Brix, лабораторные весы, колба на 100 мл, стеклянная воронка, фильтровальная бумага, стеклянная палочка, дистиллированная вода.

Ручной оптический рефрактометр способен определить концентрацию (в весовых %) сахарозы в различных соках, напитках, сиропах, плотности виноградного сусла. Этот параметр является индикатором спелости винограда и содержания сахара.

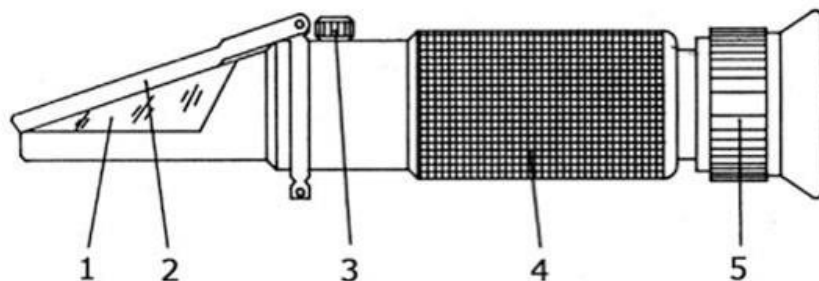
С помощью оптических ручных рефрактометров можно анализировать и контролировать концентрацию сахара в пище и различных напитках. С помощью рефрактометров также можно проверять "зрелость" фруктов, их качество после сбора урожая, а также контролировать концентрацию содержания сахара во время обработки и упаковки фруктов.

Ход работы: Из средней пробы (предварительно измельченной) отвесить 10-25 г исследуемого продукта. Навеску перенести в мерную колбу емкостью 100 мл и добавить дистиллированной воды до 3/4 объема колбы. Содержимое колбы перемешать и выдерживать 20 мин при частом взбалтывании. После этого в колбу долить дистиллированной воды до метки, перемешать содержимое и отфильтровать в сухую колбу. Затем нанести стеклянной палочкой на призму рефрактометра 2-3 капли фильтрата и определить показатель преломления при определенной температуре с помощью рефрактометра (рис 1). Для этого:

1. Необходимо направить переднюю часть рефрактометра (2) на свет, вращайте регулировочное кольцо диоптрий (5) до четкого отображения перекрестья.

2. Откройте защитную крышку (2), протрите поверхность призмы мягкой хлопковой фланелью и капните 1-2 капли измеряемой жидкости. Закройте защитную крышку, слегка нажав на неё, затем посмотрите в окуляре соответствующую измерению Brix шкалу светлых и темных границ.

3. После проведения измерений тщательно протрите влажной марлей поверхность призмы и внутреннюю поверхность защитной крышки. После высыхания поверхностей, закройте защитную крышку и храните рефрактометр в сухом месте вдали тепла и солнечных лучей.



- | | | |
|---------------------|--|-----------------------|
| 1. Призма | 2. Защитная крышка | 3. Винт корректировки |
| 4. Зеркальная труба | 5. Окуляр (регулируемое кольцо диоптрий) | |

Рис.1 Устройство ручного рефрактометра

Перед измерениями необходимо провести калибровку рефрактометра с помощью ди-

стилизованной воды (см инструкцию к прибору).

На основании полученных результатов анализа сделать выводы о содержании сахаров в различных продуктах, провести сравнение и дать оценку о качестве (зрелости) исследованных плодов.

Занятие 26
Крахмал. Строение и свойства полисахарида
(теория 2 часа)

Занятие 27
Определение содержания крахмала в картофеле
(практика 2 часа)

Цель работы: освоить методику определения содержания крахмала в картофеле по удельной массе клубней для оценки его пищевой и кормовой ценности, пригодности в качестве сырья для перерабатывающей промышленности.

Материалы и оборудование: картофель, лабораторные весы, стеклянная банка емкостью 3 л, вода, широкая емкость под банку.

Ход работы. Перед определением крахмала несколько клубней (их общая масса может быть любой, но для точности рекомендуется не менее 0,5 кг) отмывают от остатков почвы и обсушивают. Подготовленную пробу клубней взвешивают на весах с точностью до 0,1 г. Затем полностью до краев заливают водой (18 °С) 3-х литровую стеклянную банку и помещают ее в другую более широкую емкость. Далее клубни опускают в стеклянную банку, вытесняя при этом воду в другую емкость. Необходимо измерить в мл количество вытесненной воды. Данные внести в таблицу.

Таблица

Форма записи результатов измерений при ускоренном методе определения крахмала в клубнях картофеля по удельному весу

Номер образца	Масса картофеля, г	Количество вытесненной воды		Удельный вес	Содержание крахмала, %
		мл	г		

После снятия данных всех измерений приступают к расчетам. Количество вытесненной воды в миллилитрах необходимо перевести в граммы принимая, что при нормальных условиях 1 см³ равен 1 мл и равен 1 г. Удельный вес определяют, как отношение массы образца картофеля к массе вытесненной воды (с точностью до третьего знака после запятой) и по таблице находят содержание крахмала.

Таблица

Определение содержания крахмала (%) по удельной массе клубней

Удельная масса	Содержание крахмала	Удельная масса	Содержание крахмала	Удельная масса	Содержание крахмала	Удельная масса	Содержание крахмала
1,080	13,9	1,101	18,4	1,121	22,7	1,141	27,0
1,081	14,1	1,102	18,6	1,122	22,9	1,142	27,2
1,082	14,3	1,103	18,8	1,123	23,1	1,143	27,4
1,083	14,5	1,104	19,0	1,124	23,3	1,144	27,6
1,084	14,7	1,105	19,2	1,125	23,5	1,145	27,8
1,085	14,9	1,106	19,4	1,126	23,7	1,146	28,0
1,086	15,1	1,107	19,7	1,127	24,0	1,147	28,3
1,087	15,4	1,108	19,9	1,128	24,2	1,148	28,5
1,088	15,6	1,109	20,1	1,129	24,4	1,149	28,7
1,089	15,8	1,110	20,3	1,130	24,6	1,150	28,9
1,090	16,0	1,111	20,5	1,131	24,8	1,151	29,1

1,091	16,2	1,112	20,7	1,132	25,0	1,152	29,3
1,092	16,4	1,113	20,9	1,133	25,2	1,153	29,6
1,093	16,6	1,114	21,1	1,134	25,5	1,154	29,8
1,094	16,9	1,115	21,4	1,135	25,7	1,155	30,0
1,095	17,1	1,116	21,6	1,136	25,9	1,156	30,2
1,096	17,3	1,117	21,8	1,137	26,1	1,157	30,4
1,099	17,9	1,120	22,5	1,140	26,7	—	—
1,100	18,2						

Определение содержания крахмала проводят в двух повторениях. Если расхождение между первым и вторым определениями превышает 0,5-0,6 %, то анализ проводят еще 2 раза. Полученные данные содержания крахмала в клубнях картофеля могут быть использованы при объективной оценке пищевых достоинств различных сортов картофеля по содержанию крахмала.

Повышенное содержание крахмала: более 25%.

Высокая крахмалистость: 14-25%.

Низкое содержание крахмала в клубнях: 10-13%.

Картофельные сорта, содержащие много крахмала, являются рассыпчатыми, они лучше всего подойдут для картофельного пюре, их хорошо варить «в мундире», запекать в духовом шкафу.

Картофель сортов, где крахмала содержится мало, не разваривается, поэтому подходит для готовки супов и салатов.

Картофельные сорта со средним содержанием крахмала лучше всего подходят для жарки картофеля.

Соответственно, заготавливая картофель на зиму, лучше всего приобрести различные его сорта для использования в приготовлении разных блюд.

На основании полученных данных сделать вывод.

Занятие 28

Каротиноиды. Химическое строение, функции. Биологическая роль (теория 2 часа)

Занятие 29

Определение содержания каротина в моркови. Подведение итогов химического анализа плодов, оформление результатов (практика 2 часа)

Цель работы: освоить методику определения содержания каротина методом экстракции в корнеплодах моркови для оценки пищевой ценности.

Материалы и оборудование: терка, лабораторные весы, фарфоровая ступка с пестиком, мерный цилиндр, пипетка, пробирки, бензин, дихромат калия (3,6 г на 1 л раствора), этиловый спирт, песок.

Приготовление шкалы образцовых растворов.

Для приготовления стандартного раствора 3,6 г дихромата калия растворить в 1 л дистиллированной воды. 1 мл полученного раствора соответствует по окраске 0,0208 мг каротина. Приготовить 20 пробирок. В первую пробирку налить 0,2 мл приготовленного раствора, в каждую следующую прилить на 0,2 мл раствора дихромата калия больше, долить до 10 мл дистиллированной водой. Пробирки закрыть пробками, несколько раз перемешать и пронумеровать.

Ход работы.

1. Морковь следует вымыть и насухо вытереть. Корнеплод протереть на мелкой терке, при этом необходимо следить, чтобы в пробирку не попали зеленые прожилки хлорофилла.

2. Массу перемешать и взять навеску 1 г.

3. Перенести массу в фарфоровую ступку и добавить 10 г промытого и прокаленного песка, прилить 1,2 мл этилового спирта. Тщательно перетереть массу пестиком.

4. Прилить 5 мл бензина и вновь растереть.

5. Полученный желтый раствор слить в мерный цилиндр, придерживая твердую массу пестиком. Операцию с бензином (без добавления этилового спирта) повторять до тех пор, пока в цилиндре не наберется 30 мл вытяжки (последние порции уже не красные, а серые).

6. Из вытяжки отобрать в пробирку 10 мл и сравнить окраску вытяжки в пробирке с пробирками шкалы на фоне белой бумаги.

7. Вычислить содержание каротина в свежей моркови на 30 мл бензиновой вытяжки по таблице:

Таблица

Приготовление шкалы образцовых растворов и определение содержания каротина

№	Объем (мл) стандартного раствора дихромата калия	Объем (мл) воды	Содержание каротина (мг)	№	Объем (мл) стандартного раствора дихромата калия	Объем (мл) воды	Содержание каротина (мг)
1	0,2	9,8	1,08	11	2,2	7,8	11,81
2	0,4	9,6	2,15	12	2,4	7,6	12,88
3	0,6	9,4	3,22	13	2,6	7,4	13,95
4	0,8	9,2	4,29	14	2,8	7,2	15,02
5	1,0	9,0	5,37	15	3,0	7,0	16,10
6	1,2	8,8	6,44	16	3,2	6,8	17,17
7	1,4	8,6	7,52	17	3,4	6,6	18,25
8	1,6	8,4	8,58	18	3,6	6,4	19,32
9	1,8	8,2	9,65	19	3,8	6,2	20,39
10	2,0	8,0	10,73	20	4,0	6,0	21,47

Каротина в корнеплодах картофеля содержится от 5,4 до 19,8 мг/100 г, в среднем 7 мг/100 г. В верхней части корнеплода и в наружных слоях его каротина содержится больше, чем в сердцевине.

По окончании работы сделать вывод о количественном содержании каротина в исследуемых корнеплодах моркови.

В конце занятия проводится окончательное оформление лабораторных работ, сдается отчет по выполнению работ, обсуждаются возникшие проблемные вопросы, проводится сравнение различных образцов, обмен результатами, подводится итог проделанной работе по исследованию химического состава плодов.

Занятие 30

Итоговая аттестация (защита проекта с презентацией) заслушивание докладов с презентацией, вопросы, дискуссия (4 часа)

Защита исследовательских работ, подведение итогов курса, оценка результатов проделанной работы.

Примерные темы исследовательских работ

1. Агрохимический анализ почвы пришкольного участка.
2. Агрохимический анализ почвы учебно-опытного участка аграрного университета.
3. Сравнительный агрохимический анализ основных типов почв.
4. Содержание основных элементов питания в системе «почва-растение».
5. Влияние различных доз минеральных удобрений на содержание азота (фосфора, ка-

лия) в растениях

6. Особенности содержания сахара в свекле, выращенной в различных климатических зонах.

7. Влияние сортовых особенностей картофеля на содержание крахмала в растениях.

8. Сортовые особенности накопления каротина морковью различных сортов.

9. Сравнительный агрохимический анализ плантаций орошаемого и не орошаемого картофеля.

10. Влияние климатических особенностей на накопление белковых веществ зерновыми культурами.

Исследовательская работа должна состоять из следующих структурных элементов, каждый из которых начинается с новой страницы:

- титульный лист;
- содержание;
- введение;
- основная часть, которая включает обзор литературы, методику проведения исследования, организацию и результаты исследования;
- выводы(заключение);
- приложения.

Работа оценивается по 5-ти бальной системе по основным блокам, оформленными в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Во введении должна быть приведена краткая характеристика современного состояния проблемы, обоснована актуальность темы исследования, поставлены цели и задачи, обозначены объект и предмет исследования.

Обзор литературы должен содержать сравнительный анализ информации и отражать современное состояние исследуемой проблемы. Должен быть сделан вывод о степени изученности проблемы и отмечена перспектива её дальнейших исследований.

По организации исследования необходимо обосновать применимость выбранной методики, а также перечислить применяемые приборы и инструменты.

Результаты исследования должны быть изложены подробно и приведены подтверждения достоверности результатов с использованием необходимых иллюстраций. Проведен сравнительный анализ полученных данных.

В заключении необходимо сделать выводы о решении задач и достижении цели, при этом выводы должны соответствовать результатам исследования. Предложены способы практического применения полученных выводов. Поставлены задачи дальнейшей исследовательской работы.

Титульный лист, структура работы, библиография и ссылки, иллюстрации, таблицы и приложения уместны и оформлены в соответствии с требованиями.