

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

Факультет биологии, географии и химии  
Кафедра биологии, химии и экологии

**ГАЦКО НАТАЛЬЯ ВИТАЛЬЕВНА**

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ КАК СРЕДСТВО ФОРМИРОВАНИЯ  
МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ  
5-9 КЛАССОВ**

Направление подготовки: 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы:

Теория и методика естественнонаучного образования

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой проф., д. б. н. Антипова Е. М.

---

Руководитель магистерской программы  
к. п. н. Галкина Е. А.

---

Научный руководитель проф., д. х. н.,  
Горностаев Л. М.

---

Дата защиты \_\_\_\_\_

Обучающийся: Гацко Н. В.

---

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ.....	8
1.1. Отечественный и зарубежный опыт использования химического эксперимента на уроках биологии.....	8
1.1.1. Роль химического эксперимента.....	12
1.1.2. Развитие межпредметных связей.....	15
1.2. Анализ авторских программ по биологии для 5-9 классов на предмет наличия химического эксперимента в школьном курсе биологии.....	18
1.3. Химический эксперимент для установления межпредметных связей между биологией и химией.....	25
1.3.1. Хроматография на уроках биологии в 5-9 классах.....	26
1.3.2. Методы аналитической химии на уроках биологии в 5-9 классах...29	
1.3.3. Химический эксперимент как модель биологических процессов...38	
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО БИОЛОГИИ С ХИМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ.....	41
2.1. Актуальность и место лабораторного практикума по биологии с химическим содержанием.....	42
2.2. Лабораторный практикум по биологии для 5-9 классов с химическим содержанием.....	44
2.3. Апробация лабораторного практикума по биологии для 5-9 классов с химическим содержанием.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	71
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	73
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	80

## ВВЕДЕНИЕ

Химический эксперимент является частью изучения биологии в школе. Признаки живых организмов – рост, возбудимость, способность реагировать на изменения, происходящие в окружающей среде – неразрывно связаны с химическими превращениями. Роль хлорофилла в процессе фотосинтеза, гемоглобина в передаче кислорода была установлена в результате химических опытов. С помощью денатурации белковых молекул была определена структура ДНК, важнейшего генетического материала каждого живого организма.

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту основного общего образования, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897 целью обучения является формирование естественно-научной грамотности обучающихся [1]. Это возможно в результате интеграции учебных предметов биологии и химии. Но так, как на изучение биологии в 5-7 классах отводится 1 час в неделю, то организация лабораторных опытов не всегда возможна в полном объеме. Таким образом, обучающиеся получают биологические знания без опоры на их химическую составляющую.

Вступивший в силу с 1 сентября 2022 года Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования» [2] предусматривает одним из метапредметных результатов – овладение обучающимися базовыми исследовательскими умениями: проводить эксперименты по заранее описанному плану с целью установления причинно-следственных связей между изучаемыми объектами. Поэтому при разработке учебной программы по предмету «Биология» необходимо включение в нее лабораторно-практических работ, в которых биологические явления изучаются в виде наглядных химических реакций. Кроме того, биология имеет множество тем, сопровождающихся химическими

процессами: фотосинтез, дыхание, биосфера, экосистема, минеральные удобрения, микро- и макроэлементы. Химические реакции по этим темам изучаются как на уроках биологии, так и на уроках химии только на теоретическом уровне, либо с применением видеофрагментов.

При этом Министерство Просвещения каждые три года, начиная с 2015 года [43], проводит тестирование 15-летних обучающихся по естественно-научной грамотности, но показатель результативности не повышается.

Однако, как в зарубежной, так и в отечественной педагогике имеется опыт использования химического эксперимента на уроках биологии. Данный метод применяется не только в качестве иллюстрации химических процессов в природе, но и как средство познания этих явлений. В работе И.А. Гостищева, Н.В. Князевой, П.А. Оржековского [17] применяется химический эксперимент на уроках биологии с целью познания влияния химических веществ на жизнедеятельность растений.

С одной стороны, биология и химия – это естественные науки, которые могут изучать один и тот же объект или явление в природе. Знания, которые получают обучающиеся на уроках химии и биологии должны помогать изучать природные явления. С другой стороны, обучающиеся испытывают сложности при использовании химических знаний на уроках биологии, или наоборот. Поэтому необходимо ввести в образовательные программы химические опыты, которые помогли бы обучающимся объяснять происходящие биологические явления.

**Проблема исследования:** изучение биологии и химии в школе как отдельных дисциплин способствует приобретению обучающимися систематизированных, но разобщенных знаний по конкретным предметам, а интеграция знаний по смежным дисциплинам служит основой для формирования универсальных учебных действий по предметам естественно-научного цикла.

**Цель исследования:** разработка лабораторного практикума по биологии с химическим содержанием как средство формирования межпредметных связей у обучающихся 5-9 классов

**Объект исследования:** формирование межпредметных связей между химией и биологией.

**Предмет исследования:** химический эксперимент в школьном курсе биологии 5-9 классов, как средство формирования межпредметных связей между химией и биологией.

**Задачи исследования:**

1) Изучить отечественный и зарубежный опыт использования химического эксперимента на уроках биологии.

2) Проанализировать учебные программы по биологии для 5-9 классов разных авторских линий на предмет наличия химического эксперимента в школьном курсе биологии.

3) Выполнить подбор химических экспериментов и разработать новые для установления межпредметных связей между биологией и химией.

4) Апробировать химические эксперименты на уроках биологии в 5-9 классах.

5) Разработать инструмент по диагностике формирования межпредметных связей между химией и биологией.

**Методы исследования**

Для решения поставленных задач нами были использованы теоретические методы: анализ психолого-педагогической и методической литературы; эмпирические методы: химический эксперимент, наблюдение, тестирование. Обработка результатов осуществлялась методом математической статистики.

Исследование проводилось в три этапа:

На первом этапе было изучено современное состояние интеграции знаний по биологии и химии в методической литературе; определены тема, проблема, цель и задачи исследования; проанализированы школьные учебники биологии; составлен макет эмпирического исследования.

На втором этапе был разработан биологический практикум с химическим содержанием.

На третьем этапе была осуществлена апробация биологического практикума с химическим содержанием на уроках биологии в 5-ом и 8-ом класса; был сформирован отчет по результатам педагогического исследования.

По результатам исследования были опубликованы три статьи:

Гацко Н. В., Фоминых О. И. Химический эксперимент как метод реализации системно-деятельностного подхода на уроках биологии // Химическая наука и образование Красноярья: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века» (г. Красноярск, 20-21 мая, 2021) / отв. ред. Л.М. Горностаев; ред. кол. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. С. 195- 198.

Гацко Н. В. Выделение пигментов растений методом хроматографии // Инновации в естественно-научном образовании: материалы XIII Всероссийской (с международным участием) научно-методической конференция. Красноярск, 25 ноября 2021 г. / отв. ред. И.Б. Чмиль; ред. кол. Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2021. С. 67-70.

Гацко Н. В., Горностаев Л. М. Спектральная идентификация хлорофилла из комнатных растений // Химическая наука и образование

Красноярья: материалы XV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию КГПУ им. В.П. Астафьева, в рамках XXIII Международного научно-практического форума студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука XXI века». Красноярск, 19–20 мая 2022 года / отв. ред. Л.М. Горностаев; ред. кол.; Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2022. С. 11-13.

# ГЛАВА 1. ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ БИОЛОГИИ

## 1.1. Отечественный и зарубежный опыт использования химического эксперимента на уроках биологии

Одной из целей современного школьного образования является формирование естественно-научной грамотности обучающихся [2]. В связи с этим возникает потребность интеграции содержания учебного предмета «Биология» с другими предметами, в частности, с химией.

С пропедевтикой химии на уроках биологии школьники начинают знакомство в 5-ом классе при изучении темы «Химический состав клетки». Урок проводится с применением лабораторных опытов, в ходе которого обучающиеся узнают, что живая природа состоит из неорганических веществ – воды и минеральных солей, и органических – белков, жиров и углеводов.

О материальном единстве живой и неживой материи свидетельствует ее химический состав. Кислород, углерод, азот и водород входят в связанном с другими химическими элементами состоянии во все живые организмы и являются основой неживой природы. Например, углерод литосферы содержится в карбонатных минералах – меле, мраморе, известняке. В гидросфере присутствуют карбонат-ион и гидрокарбонат-ион, отвечающие за жесткость воды. Кислород, водород входят как в состав атмосферы, так и в состав воды. Кроме того, кислород участвует в образовании озонового слоя.

Взаимосвязь биологии и химии позволяет обратить внимание обучающихся на проблемные ситуации, связанные с объектами природы и организмом человека. Изучив их с использованием интегрированных знаний по смежным предметам, обучающиеся научатся находить к ним решение. Такие проблемные ситуации обнаруживаются в курсе биологии 5-9 классов при изучении следующих блоков тем:

1. Химический состав атмосферы, процессы, происходящие в биосфере (например, влияние «кислотных» дождей на живые организмы).
2. Роль макро- и микроэлементов в организме человека (например, влияние рациона питания на работу систем органов человека).
3. Вопросы охраны здоровья и профилактики вредных привычек (влияние энергетических напитков, фаст-фуда и курения на организм подростков).
4. Влияние деятельности человека на окружающую среду (загрязнение атмосферы, гидросферы выбросами крупных предприятий).
5. Круговорот веществ и энергии в экосистемах (круговорот серы, азота, углерода).

Интеграция биологии и химии возможна как на теоретическом, так и на практическом уровнях. Например, на теоретическом уровне при изучении на уроках биологии свойство воды как универсального растворителя целесообразно обсудить с обучающимися строение молекулы воды и образование водородных связей. При изучении значения для живых организмов химических элементов, необходимо заострить внимание обучающихся на топографии их в организме человека (органах, тканях, биожидкостях). Кроме того, основу всей живой природы составляют органические вещества. Клеточная стенка растений состоит из целлюлозы. Цитоплазматические мембраны животных клеток образованы липидами и белками. В состав роговицы глаза, хрящей, сухожилий, кровеносных сосудов, кожи, ногтей и волос входят белки [50].

Рассматривая химический состав необходимо познакомить обучающихся с дальнейшими превращениями химических веществ. Органические вещества живые организмы получают в процессе питания, которые запускают процессы жизнедеятельности. В результате выделяется

энергия и продукты распада органических веществ: вода, аммиак, углекислый газ.

При изучении биохимических процессов в курсе биологии целесообразно обсудить с обучающимися как строение веществ влияет на скорость протекания химических реакций. Неорганические вещества, например, вода, галогенводородные кислоты – полярны, поэтому всегда потенциально готовы к взаимодействию. Органические вещества содержат неполярные связи, что затормаживает процесс химических превращений. Поэтому применяются ферменты для их ускорения. Например, у человека ускоряет расщепление углеводов трипсин и химотрипсин. Таким образом, прорабатывается важный теоретический химический материал наряду с биологическим.

На практическом уровне установление межпредметных связей между биологией и химией возможно с помощью организации проблемно-экспериментальных задач. Такие опыты развивают химические способности и мышление обучающихся.

Изучая тему «Плоды» из раздела «Органы цветкового растения» можно исследовать химический состав биологических объектов на разных стадиях их созревания. Например, поставить перед обучающимися экспериментальную задачу: определить, чем зеленое (недозревшее) яблоко отличается от спелого?

Школьники в начале 5-го класса уже узнали, что во фруктах содержатся углеводы: крахмал, глюкоза, сахароза. Но какой именно «сахар» содержится в зеленом и спелом яблоке им неизвестно. Опыты по исследованию различий яблок заключаются в обнаружении в них крахмала и глюкозы. На срез каждого из исследуемых образцов яблок необходимо капнуть немного иода. Экспериментально обучающиеся выяснят, что крахмал содержится только в зеленом яблоке. Для обнаружения глюкозы

необходимо приготовить свежесжатый яблочный сок: натереть яблоки на терке, полученную мякоть отжать в химический стакан и перелить полученный сок по 3-5 мл в пробирки для зеленого и спелого яблок. В пробирки добавить такой же объем раствора гидроксида натрия и по каплям раствор сульфата меди. Содержимое пробирок окрасится в синий цвет. Следующим шагом необходимо произвести нагревание полученного синего раствора в пробирках. Цвет его начнет постепенно изменяться: синий-зеленый – желтый – красный. Сок спелого яблока окрасится в красный цвет. Так обучающиеся определяют содержание глюкозы в яблоках и сделают выводы о различии зеленого и спелого яблок на основании результатов опытов [31].

Интеграция знаний по смежным дисциплинам возможна в 8-9 классах, когда обучающиеся уже изучили большой программный материал из курса биологии и химии и могут свободно рассуждать на поставленные темы. Так, на уроке биологии можно соединить темы «Ферменты» и «Этапы энергетического обмена», и поставить перед обучающимися задачу: объясните, каким образом накапливающийся в процессе жизнедеятельности пероксид водорода удаляется из тканей растений и животных?

Для организации решения понадобятся следующие реактивы и оборудование: штатив с пробирками,  $H_2O_2$  (3%-ный раствор), кусочки сырого и вареного картофеля и мяса.

Ход выполнения опыта заключается в распределении сырого и вареного картофеля и мяса по четырем пробиркам. В каждую из пробирок необходимо осторожно прилить 3-4 мл перекиси водорода. В пробирки, в которых пойдет реакция выделения газа, опустить тлеющую лучинку.

Проведя химический эксперимент обучающиеся узнают, что выделение пузырьков газа (в данном случае – кислорода, проверенного с помощью тлеющей лучинки) наблюдается только в пробирках с живой растительной и

животной тканью. Оно обусловлено действием ферментов – каталазы и пероксидазы, содержащихся в мышечной ткани животных и запасающей ткани растений, расщепляющих пероксид водорода до кислорода и воды. Каталаза является очень активным ферментом и за 1 секунду способна разложить до 40000 молекул пероксида водорода. Все ферменты имеют белковую природу и термическая обработка приводит их к разрушению. Поэтому в пробирках с вареным мясом и картофелем реакция с перекисью водорода невозможна. Подобный опыт можно провести на живых водных растениях. В кабинете биологии часто выращивают элодею канадскую, и если добавить на ее листья пероксид водорода, пойдет бурная реакция выделения пузырьков газа [7].

Кроме экспериментальных задач, где проведение химических опытов служит способом познания, есть задачи, в которых школьники могут продемонстрировать полученные за годы обучения биологии и химии знания. При этом учителю нельзя сообщать обучающимся ход выполнения работы. Данное задание, может быть организовано для получения дополнительного бонуса к оценке. Один из примеров такой задачи: в трех химических стаканах (или колбах) находятся – яичный белок, березовый сок и крахмальная вода. С помощью реактивов и оборудования (иод, р-р NaOH, р-р  $\text{CuSO}_4$ , спиртовка, спички, пробирки) определите содержание химических стаканов.

В химических стаканах находятся вещества близкие по цвету, поэтому различить их можно только проведя химические реакции. Березовый сок определяют реакцией на наличие глюкозы, крахмальную воду – синим окрашиванием на иод, а яичный белок – сворачиванием (денатурацией) при нагревании.

Таким образом, экспериментальные химико-биологические задачи служат главным фактором для интеграции знаний обучающихся по смежным дисциплинам – биологии и химии.

### 1.1.1. Роль химического эксперимента

Современная школа XXI века диктует организацию системно-деятельностного подхода в преподавании предметов естественнонаучного цикла. Реализация его возможна при введении химического эксперимента на уроках биологии, в результате чего школьники из «пассивных слушателей» будут активными участниками образовательного процесса. При изучении биологии в 5-ом классе химический эксперимент может носить иллюстративный характер, а начиная с 6-го класса и старше служить способом познания биологических явлений [25].

Проведение химического эксперимента начинается с выдвижения гипотезы. Данная работа развивает мышление обучающихся и способствует, на основании приобретенных знаний, прогнозированию результатов опыта. Таким образом, создается проблемная ситуация, разрешение которой происходит наглядным образом.

Также химический эксперимент повышает самостоятельность обучающихся: начиная от демонстрации явлений через фронтально организованный эксперимент под руководством учителя, до выполнения самостоятельной практической работы, показывающей знания и умения школьника в изучаемой области.

Любой химический эксперимент, как на уроке химии, так и на уроке биологии выполняет 4 важные функции [68]:

- 1) Эвристическая функция. Химический эксперимент знакомит обучающихся с новыми фактами, понятиями и закономерностями. Уже на первых уроках изучения биологии обучающиеся узнают о свойствах углеводов с помощью иодкрахмальной пробы и

убеждаются в том, что синее окрашивание является специфической реакцией на крахмал.

- 2) *Корректирующая функция* заключается в наглядном исправлении теоретических ошибок обучающихся.

В реакциях, сопровождающихся выделением газа, обучающиеся часто путают, какой именно газ выделяется – кислород или углекислый газ. Для исправления ошибок необходимо еще раз продемонстрировать обучающимся конкретный химический опыт.

- 3) *Обобщающая функция* позволяет выработать предпосылки для построения целостной картины изучаемого явления. С помощью серии опытов можно изучить не только процесс фотосинтеза, пигменты зеленого листа, но и выявить закономерности воздействия химических веществ на изменение окраски пигментов в результате их взаимного сочетания.

- 4) *Исследовательская функция*, при которой химический эксперимент служит методом познания изучаемого явления. Обучающиеся могут провести исследование по влиянию солей различных металлов на рост растения. Данная работа способствует развитию творческой деятельности обучающихся и формированию интереса к познанию химических процессов, происходящих в объектах природы.

Организацию химического эксперимента осуществляет учитель, а его выполнение – как учитель, так и ученик. В зависимости от субъекта проведения опытов выделяют несколько видов химического эксперимента:

1. *Демонстрационный эксперимент* обеспечивает максимальную наглядность изучаемого химического процесса. Проводится учителем в начале изучения темы для мотивирования обучающихся к познанию химической составляющей биологических явлений. Начинается с постановки цели: что нового должны узнать обучающиеся в ходе проведения опыта. Далее учитель объясняет

условия выполнения эксперимента и акцентирует внимание обучающихся на конкретно изучаемой части. В результате наблюдения обучающиеся самостоятельно записывают результаты опыта и формулируют выводы.

Также демонстрационный эксперимент может быть организован в случае его опасности (выполняется в вытяжном шкафу) или при недостатке оборудования и реактивов.

2. *Лабораторные работы* выполняются обучающимися по заранее выданной инструкции. Цель выполнения лабораторных работ заключается в самостоятельном открытии новых знаний и формировании экспериментальных навыков обращения с химическими реактивами и лабораторным оборудованием.
3. *Практические работы* организуются в конце изучаемого раздела (блока тем) с целью обобщения, систематизации и закрепления полученных знаний. Обучающиеся выполняют их самостоятельно и сдают учителю на проверку. Как правило, практические работы оцениваются также, как самостоятельные или контрольные работы.
4. *Домашний эксперимент* является одной из форм организации самостоятельной работы обучающихся, проявляющих наибольший интерес к изучаемому предмету. Выполняется самим обучающимся, с применением только безопасных химических реактивов и оборудования [63].

Следовательно, на уроке биологии химический эксперимент, как и другие методы обучения, например, демонстрация натуральных объектов, служит средством наглядности для познания процессов и явлений, происходящих в природе.

### **1.1.2. Развитие межпредметных связей**

Вопрос об установлении межпредметных связей впервые был поднят в эпоху Возрождения, когда с момента открытия школ каждый предмет начал преподаваться отдельно. Педагоги и мыслители того времени утверждали, что для формирования системы знаний необходимо их объединение. И.Г. Песталоци (1746-1827г.) требовал, чтобы «в сознании обучающихся предметы находились в той же взаимосвязи, в которой они находятся в природе». Попытку обоснования важности наличия межпредметных связей сделал Герберт Спенсер (1820-1903 г), отметив, что ум ребенка способен воспроизводить ранее приобретенные знания в связи с теми, которые усваиваются на данном этапе обучения. Такие условия способствуют применению полученных знаний на практике. К. Д. Ушинский (1823-1871 г.) рассматривал приобретение обучающимися знаний как элемент формирования логического мышления обучающихся. Словами «если голову наполнить отрывочными знаниями, то она превратится в чердак, где всё находится в беспорядке; если же в голове будет встроена система без знания, то она превратится в кладовую, где каждая коробка подписана, но в ней пусто» Ушинский отмечал необходимость выстраивания межпредметных связей при изучении школьных предметов.

Современные представления о мире базируются на системе различных наук, каждая из которых формирует общую научную картину мира. Ни одна наука не может развиваться изолированно от другой. Существуют два пути становления новой науки: в следствие возникновения противоречия между известными теориями, или в результате несовпадения теории с наблюдением. Дисциплинарный подход, в рамках одной науки, не способствует раскрытию закономерностей познания мира. Именно поэтому возникает необходимость интеграции учебных предметов на основе межпредметных связей.

Уроки с применением метапредметности представляют инновационный принцип обучения, усиливающий систематизацию знаний обучающихся. Методика их организации включает несколько этапов [65]:

- 1) изучение «межпредметных» понятий, закономерностей из курса смежных дисциплин;
- 2) корректировка календарно-тематического планирования с включением межпредметных уроков;
- 3) разработка дидактических материалов для реализации взаимосвязи между несколькими предметами школьного курса;
- 4) разработка диагностических материалов для оценки результатов сформированных межпредметных связей в обучении.

Систематическое включение в уроки познавательных заданий в форме проблемных вопросов и экспериментов способствует выстраиванию взаимосвязанных знаний между различными предметами.

Основой биологии является химия. Поэтому установить межпредметные связи между биологией и химией можно при изучении большинства тем. Максимова В. Н. предлагает схему возможной интеграции тем учебной программы [41], которая представлена в таблице 1.

Таблица 1

Интеграция тем уроков биологии и химии по В. Н. Максимова

№	Тема урока биологии	Тема урока химии	Межпредметные задачи	Интегрированные элементы урока
1	Химический состав клетки	Вещества. Классификация веществ.	Показать важность и незаменимость химических элементов и их соединений в клетке – единице жизни	Таблицы «Строение клетки» и «Периодическая система химических элементов»

2	Химический состав кости	Кальций и его соединения	Доказать необходимость получения с пищей и витаминами ионов Ca для формирования костной ткани	НСI, куриная кость, спиртовка, пинцет
3	Кровь	Железо	Объяснить роль Fe (II) в связывании $\alpha$ - и $\beta$ -субъединиц гемоглобина	Таблица «Строение гемоглобина»
4	Пищеварение	Соляная кислота. Водородный показатель	Показать обучающимся изменение значения pH при прохождении пищи из ротовой полости до кишечника; функцию соляной кислоты, участвующей в пищеварении в желудке	Лабораторная работа «Пищеварение в желудке»
5	Кожа	Правила техники безопасности в кабинете химии	Показать действие оксидов, кислот, щелочей на кожу. Научить обучающихся правилам оказания первой помощи при ожогах химическими веществами	Лабораторная работа
6	Передача нервного импульса	Щелочные и щелочно-земельные металлы	Показать значение ионов $Na^+$ и $Ca^{2+}$ при передаче нервных импульсов	Таблица «Химическая передача нервных импульсов»

Межпредметные связи влияют на структуру учебных предметов: позволяют вычленить главные элементы содержания смежных дисциплин – биологии и химии. Если при исследовании растений и других биологических объектов школьники получают теоретические знания, то химия является

наукой экспериментальной. На этом и нужно делать акцент при установлении межпредметных связей между биологией и химией.

## 1.2. Анализ авторских программ по биологии для 5-9 классов на предмет наличия химического эксперимента в школьном курсе биологии

Учебники биологии ориентированы на интеграцию дисциплины с другими науками – физикой, географией, математикой и другими. Интеграцию с химией биология осуществляет с помощью включения в уроки химического эксперимента. Как правило, он проводится в форме лабораторных работ, формирующих практические умения обучающихся. В таблице 2 приведен анализ учебных программ по биологии разных авторских УМК на наличие химического эксперимента.

Таблица 2

### Анализ учебных программ разных авторских УМК на наличие химического эксперимента

Класс	Автор	Название лабораторной работы	Тема урока	Инструкция
5	Сивоглазов В. И., Плешаков А. А.	Определение химических свойств углеводов, белков и жиров	Химический состав клетки	Оборудование: иод, картофель. Ход работы: Разрежьте клубень картофеля наполовину и с помощью пипетки капните иод на свежий срез. Пронаблюдайте, какое получилось окрашивание при взаимодействии иода и крахмала, содержащегося в картофеле

6	Пасечник В. В.	Особенности передвижения воды и минеральных веществ по стеблю растения	Питание растений	Оборудование: побег дерева, сульфат меди (II). Ход работы: поместите срезанный побег тополя или другого древесного растения на 2-4 суток в сульфат меди (II). По истечении времени рассмотрите срез побега и
---	-------------------	--	------------------	---

Продолжение таблицы 2

Класс	Автор	Название лабораторной работы	Тема урока	Инструкция
				установите, какая часть стебля окрасилась. Вывод: произошло окрашивание в синий цвет древесины стебля. Значит, питательные вещества передвигаются по древесине
6	Пасечник В. В.	Образование крахмала в листьях растения	Фотосинтез	Оборудование: герань, спирт, иод. Ход работы: Возьмите два растения герани – одно оставьте на освещенном подоконнике, другое поместите в шкаф на два дня. По истечении времени, срежьте с каждого растения по 1 листу. Держа листья пинцетом, опустите их в кипящую воду, затем на 3-4 минуты опустите в горячий спирт (произойдет растворение хлорофилла и лист обесцветится). Выньте листья из спирта и капните на них каплю иода. Что произошло с листьями?

				Вывод: лист окрасился в синий цвет у герани, которая стояла на свету. Значит, только на свету в листьях образуется крахмал.
8	Пасечник В. В.	Химический состав кости	Кости скелета	Оборудование: куриные кости, спиртовка, соляная кислота (разб.), пинцет. Ход работы

Продолжение таблицы 2

Класс	Автор	Название лабораторной работы	Тема урока	Инструкция
				<p>Возьмите пинцетом одну куриную кость и подержите ее над пламенем спиртовки.</p> <p>Другую кость положите на три дня в соляную кислоту. Определите, как изменилась структура костей?</p> <p>Вывод: в первом случае кость стала хрупкой, т.к. сгорели органические вещества, придающие кости гибкость и упругость.</p> <p>Во втором случае кость стала эластичной, т.к. в соляной кислоте растворились неорганические вещества.</p>
8	Пасечник В. В.	Влияние ферментов слюны на расщепление	Пищеварение в ротовой полости	Оборудование: накрахмаленный бинт, ватная палочка, чашки Петри, р-р иода, вода. Ход работы:
8	Драгомилов	углеводов	Пищеварительная	1. Приготовьте иодный раствор: в чашке Петри капните в воду

	А.Г., Маш Р.Д.		система	несколько капель йода. 2.Смочите ватную палочку слюной и напишите на крахмаленном бинте первую букву своего имени. 3.Расправленный бинт зажмите между ладоней и подержите его в течение 3 минут. 4. Опустите бинт в иодный раствор и запишите увиденные вами изменения.
8	Жемчугова М.Б., Романова Н.И.			

Продолжение таблицы 2

Класс	Автор	Название лабораторной работы	Тема урока	Инструкция
				Вывод: участок бинта, на котором была написана буква остался белым, он не прореагировал с иодом потому, что ферменты слюны расщепили крахмал до глюкозы. Другая часть бинта окрасилась в синий цвет в результате взаимодействия крахмала с иодом.
8	Пасечник В. В.	Влияние желудочного сока на белок	«Пищеварение в желудке и кишечнике»	Оборудование: хлопья белка, полученные при кипячении, раствор ацидин-пепсина (10 таблеток на 1 стакан теплой воды), вода, р-р NaOH, 2 пробирки, спиртовка, водяная баня, HCl. Ход работы: 1) в каждую из пробирок налить 3 мл раствора ацидин-пепсина 2)в пробирку №1 добавить HCl, в

				<p>пробирку №2 – 3 мл NaOH.</p> <p>3) во все пробирки добавить хлопья яичного белка.</p> <p>4) поместить пробирки на водяную баню при температуре 37 °С</p> <p>5) через 25 минут отметить изменения, произошедшие в произошедшие в пробирках.</p> <p>Вывод: в пробирке № 1 раствор стал прозрачным, значит белки расщепляются в кислой среде при действии на них желудочного сока.</p>
--	--	--	--	--

Окончание таблицы 2

Класс	Автор	Название лабораторной работы	Тема урока	Инструкция
8	Драгомило в А.Г., Маш Р.Д.	Действие каталазы на пероксид водорода	Общий обзор организма человека	<p>Оборудование: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, две пробирки, кусочек сырого и вареного картофеля.</p> <p>Ход работы:</p> <p>1. В две пробирки налить 2 мл пероксида водорода.</p> <p>2. В одну из пробирок пинцетом положить кусочек сырого картофеля, в другую пробирку- вареного.</p> <p>3. Описать изменения, происходящие в одной из пробирок.</p> <p>Вывод: в пробирке с сырым картофелем наблюдается бурное выделение газа (кислорода), образовавшегося в результате разложения H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></p>
8	Драгомило в	Состав вдыхаемого и	Дыхательная	<p>Оборудование: известковая вода – Ca(OH)<sub>2</sub> р-р, две пробирки,</p>

	А.Г., Маш Р.Д.	выдыхаемого человеком воздуха	система	пластиковая трубочка. Ход работы: 1. В две пробирки налить 5 мл известковой воды. 2. Через пластиковую трубочку в одну из пробирок с известковой водой сделать несколько выдохов. 3. Описать наблюдаемые изменения, происходящие с известковой водой. Вывод: под действием углекислого газа выдыхаемого воздуха известковая вода мутнеет
--	-------------------	-------------------------------------	---------	---

Анализ рабочих программ 5-9 классов разных авторских линий показывает, что на долю химического эксперимента отводится лишь небольшое количество учебного времени. Причем лабораторные опыты с химическим экспериментом представлены в 5, 6 и 8 классах при изучении процессов, происходящих в организме человека и физиологии растений.

Интегрированным учебником, устанавливающим взаимосвязь физиологических процессов и названиями химических веществ, является учебник В. В. Пасечника. Рассматриваемые в нем лабораторные работы показывают школьникам роль органических веществ – белков, соответствующих им ферментов (катализаторов) и углеводов в живых организмах.

Учебники других авторов, таких как Драгомилов А.Г., Маш Р.Д., Жемчугова М.Б., Романова Н.И. содержат химический эксперимент в 8 классе, показывающий обучающимся физиологические процессы дыхания и пищеварения. Параллельное изучение химии в 8 классе закрепляет навыки написания химических формул – воды, углекислого газа, угарного газа и пероксида водорода.

Химический эксперимент, в независимости от объема, присутствует в каждом учебнике биологии разных авторских линий, что соответствует Примерной рабочей программы основного общего образования «Биология» для 5-9 классов, которая предусматривает следующий перечень лабораторных работ с химическим содержанием, представленный в таблице 3.

Таблица 3

Лабораторные работы с химическим содержанием

Класс	Тема (раздел)	Название лабораторной работы
6	Транспорт веществ в растениях	Обнаружение органических и неорганических веществ в органах растений
6	Питание растений	Наблюдение процесса выделения кислорода аквариумными растениями в светлое время суток
7	Систематические группы животных	Наблюдение за движением инфузориинтуфельки. Изучение явления хемотаксиса
8	Питание и пищеварение	Исследование влияния ферментов слюны на крахмал
		Наблюдение воздействия желудочного сока на белки

Следовательно, согласно примерной рабочей программе основного общего образования «Биология» для 5-9 классов интеграция знаний по биологии и химии возможна в 6, 7 и 8 классах. Лабораторные работы, разработанные авторами школьных учебников по биологии полностью соответствуют опытам, представленным в примерной рабочей программе, и в некоторых учебниках прослеживается дополнение лабораторных работ по следующим темам – «Дыхание», «Кости скелета», «Общий обзор организма человека».

### **1.3. Химический эксперимент для установления межпредметных связей между биологией и химией**

На протяжении школьного курса биологии прослеживается изучение обучающимися химических соединений – ионов, органических и неорганических веществ, а также биологических процессов, осуществляемых в результате взаимодействия химических веществ. Обучающиеся сталкиваются с трудностями при запоминании названий химических соединений и описании с помощью химических веществ физиологических процессов организма. Поэтому необходима интеграция знаний химии и биологии через химический эксперимент.

В настоящее время существует много химических опытов, сопровождающихся наглядными превращениями. Включая их в уроки биологии, обучающиеся приобретут практические навыки при работе с химическими веществами и наглядно смогут идентифицировать изучаемые химические соединения.

#### **1.3.1. Хроматография на уроках биологии в 5-9 классах**

Уроки биологии в 5-6 классах знаменуются изучением анатомии и физиологии растений. Одним из важнейших процессов растений, благодаря которому осуществляется жизнь на планете Земля, является фотосинтез. Для изучения пигментов растений, участвующих в процессе фотосинтеза, целесообразно применение метода хроматографии на уроках биологии.

Хроматография – физико-химический метод разделения смеси веществ на компоненты, основанный на процессах сорбции и десорбции неподвижной фазы (сорбента) с подвижной фазой (элюентом). Компоненты сложных

органических веществ имеют разную сорбционную способность, поэтому проходя через неподвижную фазу, оставляют на ней свои «отпечатки» на определенном расстоянии друг от друга. Анализ результатов и сравнение их с эталоном позволяет установить компонентный состав исходного химического соединения.

М. С. Цвет методом адсорбционного хроматографического анализа разделил растительные пигменты. Для приготовления спиртовой вытяжки М.С. Цвет растирал листья Тисса ягодного в лигроине с примесью очищенного карбоната кальция, полученного путем обработки гашеной извести углекислым газом. Вытяжку пигментов он заливал в стеклянную трубку (колонку) и по каплям прибавлял бензол. Карбонат кальция способствовал адсорбции пигментов, растворению их в бензоле и разделению смеси в колонке на две части: внизу образовалась жидкость желтого цвета (каротиноиды), а вверху – зеленая (смесь хлорофиллов). При последующем пропускании через вытяжку пигментов лигроина, зеленая часть смеси дифференцируется на желто-зеленую верхнюю зону, и нижнюю – сине-зеленую. [19]

Таким образом, М. С. Цвет распознал фракционное строение хлорофилла.

В 1907 году из листьев крапивы Рихард Вильштеттер получил кристаллический хлорофилл и установил его структуру. Атом магния входит в состав хлорофилла, состоящего из порфириновых колец. При спектральном анализе Р. Вильштеттер определил, что хлорофилл представляет собой смесь пигментов – хлорофилла «а» и хлорофилла «b», отличающиеся друг от друга одним радикалом. Хлорофилл «а» у третьего кольца содержит метильную группу, хлорофилл «b» - альдегидную. Спектр поглощения также различен: желто-зеленая часть спектра – хлорофилл «а», сине-зеленая – хлорофилл «b». [18]

Исследуя растения с «разных уголков мира», Р. Вильштеттер пришел к выводу, что все аэробные растения, в том числе и водоросли, содержат две формы хлорофилла. Главным из них, является хлорофилл «а», так как при помощи него происходит процесс фотосинтеза.

Кроме колоночной хроматографии, выделяют тонкослойную, также позволяющую исследовать пигменты растений. Тонкослойная хроматография была открыта Мартином Виллем Бейеринком при изучении явления диффузии соляной и серной кислот в желатине. Свежеприготовленный горячий раствор желатина (25 г порошка на 1 л воды) Мартин Бейеринк залил в пробирку. После остывания раствора в центр желеобразной массы с помощью пипетки он нанес 1-2 капли соляной и серной кислот. Обнаружение глубины их диффузии определялось с помощью качественных реакций. К соляной кислоте был добавлен нитрат серебра, к серной – раствор хлорида бария. При многократном повторении эксперимента Бейеринк определил коэффициент подвижности кислот ( $R_f=0,4$ ), и сделал вывод, что соляная кислота перемещалась быстрее, чем серная. Так была открыта тонкослойная хроматография. Она позволяет анализировать сложные смеси веществ разных классов – углеводов, спиртов, стероидов. Методика ее состоит в нанесении на стеклянную или бумажную пластинку тонкого слоя сорбента. На стартовую линию слоя сорбента наносят пробы веществ: край пластинки ниже стартовой линии погружают в систему растворителей и закрывают пришлифованной крышкой. За счет капиллярных сил растворитель передвигается по пластинке, таким образом, смесь веществ разделяется. Границу подъема жидкости отмечают, пластинку сушат и проявляют.

Для выделения растительных пигментов методом тонкослойной хроматографии необходимо приготовить спиртовую вытяжку: к 2-3 г растительного материала необходимо добавить 25 мл этилового спирта. Из хроматографической бумаги вырезать полоску длиной до 15 см, погрузить в

раствор вытяжки и высушить до появления зеленого цвета. После этого неокрашенную часть полоски поместить в ацетон для поднятия пигментов на 1-1,5 см. Так получают окрашенную зону, где сконцентрирована смесь пигментов. Затем высушенную полоску в вертикальном положении поместить в бюкс с растворителем (смесь бензин: бензол) до линии старта пигментов. Бюкс плотно закрыть пришлифованной крышкой. Через 10 минут растворитель поднимется и смесь пигментов разделится на компоненты: снизу будут хлорофиллы *b* и *a*, сверху – каротиноиды (каротин и ксантофилл). (Рис.1)



Рисунок 1. Разделение пигментов хлорофилла методом хроматографии

Таким образом, хроматография позволяет разделить смесь пигментов на составляющие ее компоненты. Методом хроматографии было установлено, что листья содержат не только зеленые пигменты – хлорофиллы, придающие листьям зеленый цвет, но и влияющие на изменение осенью окраски листьев пигменты желтого цвета – каротиноиды.

### 1.3.2. Методы аналитической химии на уроках биологии в 5-9 классах

Аналитическая химия включает в себя совокупность химических методов, позволяющих определить качественный и количественный состав

исследуемых веществ. Для установления качественного состава веществ применяются реакции, основанные на образовании:

- окрашенных соединений;
- кристаллов определенной формы и цвета;
- осадка и его растворения;
- окрашивания пламени спиртовки.

Основной задачей качественного анализа является идентификация того или иного иона, входящего в состав анализируемого вещества, с помощью реагентов обнаружения, которые делятся на три группы:

- специфические, дающие реакцию только на один конкретный ион, выделяющийся из смеси других ионов;
- селективные, действующие на несколько ионов;
- групповые, позволяющие обнаружить ионы какой-либо аналитической группы (например, анионы галогенов) [16].

В 9 классе на уроках биологии обучающиеся изучают тему «Макро- и микроэлементы в организме человека». Результатом урока становится создание таблицы, показывающей роль ионов металлов в функционировании органов или систем органов человека.

На протяжении всего учебного года в курсе химии 9 класса прослеживается изучение качественных реакций катионов металлов и анионов кислотных остатков, в ходе которых обучающиеся получают знания о химических свойствах солей. Металлы, входящие в состав солей относятся к макро- или микроэлементам. Чтобы сформировать систему знаний по изучаемой теме, необходимо познакомить обучающихся с качественными реакциями на катионы металлов.

Соли, содержащие макроэлементы – ионы  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  способны менять окрашивание пламени спиртовки. Катион натрия окрашивает пламя в желтый цвет, катион калия – в фиолетовый цвет, кальция – в кирпично-красный цвет [14].

Другим методом обнаружения ионов натрия является микрокристаллоскопический анализ соли натрия с реактивом уксуснокислым цинком-уранилом  $\text{ZnUO}_2(\text{CH}_3\text{COO})_4$ . На предметное стекло необходимо нанести 1 каплю раствора хлорида натрия, выпарить до образования белого осадка, к которому прибавить 1 каплю уксуснокислого цинка-уранила. Реакция сопровождается образованием желтых кристаллов октаэдрической формы, диагностируемых методом микроскопирования. [22]

Если для проведения этой же реакции заменить уксуснокислый цинк-уранил на гексагидроксостибат (V) калия, то произойдет образование кристаллов белого цвета.

Селективными реагентами для обнаружения ионов калия являются гексанитрокобальтат (III) натрия и гексанитрокупрат (II) натрия и свинца. При добавлении к соли калия первого реактива выпадает желтый осадок гексанитрокобальтата(III) натрия и калия. Реакцию соли калия со вторым селективным реагентом проводят по следующей схеме: на предметное стекло наносят 1 каплю раствора хлорида калия, выпаривают до образования белого осадка, прибавляют к нему гексанитрокупрат (II) натрия и свинца. Выпадают черные кристаллы кубической формы гексанитрокупрата(II) калия и свинца.

Лабораторный способ получения гипса служит качественной реакцией для обнаружения ионов  $\text{Ca}^{2+}$ . Водный раствор хлорида кальция наносят на предметное стекло, к нему прибавляют 1 каплю разбавленной серной кислоты, выпаривают полученный раствор над пламенем спиртовки. Методом микроскопирования наблюдают образующиеся игольчатые кристаллы, сросшиеся в звездочки дигидрата сульфата кальция  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Реакцией обнаружения ионов  $\text{Ca}^{2+}$ , протекающей в пробирке, является взаимодействие 2-3 мл хлорида кальция с 2 мл водного раствора аммиака, последующим нагреванием полученного раствора и прибавлением к нему свежеприготовленного раствора гексацианоферрата (II) калия. Наблюдается выпадение белого осадка.

К микроэлементам живых организмов относятся цинк, медь, иод, марганец, фтор.

Реакцией распознавания ионов цинка служит взаимодействие его солей с комплексными солями железа. К 2-3 мл раствора хлорида цинка прибавляют 2 капли гексацианоферрата (II) калия. Образуется белый осадок. При смешивании 3 мл раствора хлорида цинка с 1 мл серной кислоты и с 1 мл гексацианоферрата (III) калия происходит выпадение осадка желтого цвета. [33]

Ионы  $\text{Cu}^{2+}$  могут быть обнаружены тремя способами:

- 1) окрашиванием солей меди пламени спиртовки в зеленый цвет;
- 2) образованием кристаллогидратов голубого цвета при взаимодействии солей меди, имеющих в безводном состоянии белый цвет, с водой;
- 3) выпадением синего осадка в результате взаимодействия солей меди со щелочами.

Макроэлемент – хлор и микроэлементы – иод и фтор, которые по химической природе относятся к анионам, определяют действием на их соли нитрата серебра. При взаимодействии хлорид-аниона с нитратом серебра происходит образование белого творожистого осадка хлорида серебра. Иодид-анион в реакции с нитратом серебра выпадает в виде желтого осадка. Со фтором данная реакция не наблюдается, так как образуется растворимое соединение – фторид серебра.

Функционирование организмов животных не возможно без микроэлемента – железа. Он входит в состав гемоглобина и обеспечивает перенос кислорода к клеткам и тканям. Железо имеет две формы катионов –  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$ . Различить их можно, проведя качественные реакции. При взаимодействии соли  $\text{Fe}^{2+}$  со щелочью образуется серо-зеленый осадок гидроксида железа (II), который при дальнейшем окислении кислородом воздуха преобразуется в гидроксид железа (III).

В ходе реакции соли железа  $\text{Fe}^{2+}$  с гексацианоферратом (III) калия происходит выпадение синего осадка, именуемого берлинской лазурью.

Доказательством того, что железо придает крови красный цвет являются качественные реакции солей железа  $\text{Fe}^{3+}$  со следующими реагентами:

-при взаимодействии со щелочами наблюдается образование бурого осадка гидроксида железа (III);

-с роданидом аммония выпадает кроваво-красный осадок тиоцианата железа (III) [32].

Проведение качественных реакций по идентификации катионов и анионов на уроке биологии создает условия для формирования ассоциативных связей между химическими веществами и их ролью в живых организмах.

Кроме макро- и микроэлементов, как в 5-ом, так и в 9-ом классах, на уроках биологии изучается значение белков, участвующих в обеспечении жизнедеятельности живых организмов. По химической природе белки являются органическими веществами и состоят из аминокислот. Аминокислоты отличаются друг от друга наличием определенных радикалов. Для определения альфа-аминокислот, содержащих ароматические радикалы (бензольные кольца) применима ксантопротеиновая реакция, осуществляемая по следующей методике: к 2 мл белка куриного яйца

прилить 1 мл концентрированной азотной кислоты, нагреть полученный раствор. При выполнении первой части реакции выпадает белый осадок, образующийся в результате коагуляции (свертывания) частиц белка кислотой. При нагревании раствора осадок практически растворяется и раствор приобретает желтый цвет. Если охладить полученный раствор и добавить к нему 1 мл гидроксида натрия, то цвет поменяется с желтого на оранжевый [34].

Альфа-аминокислоты, не зависимо от радикалов, образуют сине-фиолетовое окрашивание в реакции с нингидрином. Для этого нужно к 2 мл яичного белка прибавить 1 мл 1%-го раствора нингидрина в ацетоне. Содержимое пробирки хорошо перемешать и нагреть на водяной бане в течение 3-5 мин до изменения окраски раствора.

Для обнаружения пептидных связей между аминокислотами в молекулах белков применяется Биуретовая реакция. К 2 мл исследуемого раствора белка нужно прибавить 10%-ый раствор гидроксида натрия, затем по каплям добавить разбавленный раствор сульфата меди. Полученный раствор приобретет красно-фиолетовый цвет [55].

Аминокислоту – цистеин, содержащая в своем составе атом серы, определяют при помощи цистеиновой реакции. В пробирку наливают 3-4 мл яичного белка, добавляют 2 мл концентрированного раствора гидроксида натрия, подогревают полученный раствор над пламенем спиртовки. К горячему раствору добавляют 2 мл плюмбита натрия, полученного взаимодействием ацетата натрия с гидроксидом натрия. Через некоторое время атом серы начинает отщепляться от аминокислоты, превращаясь в ион  $S^{2-}$ , соединяется с ионом свинца  $Pb^{2+}$ , и выпадает в виде черного осадка сульфида свинца.

Гормоны организма человека – адреналин, норадреналин и дофамин синтезируются из аминокислоты - тирозина. Реагентом для ее обнаружения

служит реактив Миллона (раствор нитрата ртути в концентрированной азотной кислоте). Если к 2 мл тирозина прибавить 4-5 капель реактива Миллона и нагреть полученный раствор произойдет образование осадка красного цвета. Реактив Миллона нужно добавлять по каплям, так как его избыток влечет к изменению красной окраски на желтую, что характерно для ксантопротеиновой реакции [62].

Разрушение структуры белков происходит при нагревании. В зависимости от среды раствора изменяется скорость разрушения белка. В слабокислой и нейтральной среде разрушение белка происходит быстрее, чем в щелочной и сильнокислой среде. Для установления данной закономерности организуется опыт, проводимый одновременно в четырех пробирках на водяной бане. В первую пробирку наливают 2 мл яичного белка и приливают 1%-ный раствор уксусной кислоты; во вторую пробирку к яичному белку добавляют 0,5 мл раствора 10% уксусной кислоты и несколько капель гидроксида натрия; в третью пробирку к 2 мл белка добавляют 1 мл разбавленного раствора щелочи; в четвертую пробирку к белку добавляют 10% раствор уксусной кислоты, все пробирки ставят на водяную баню. В первых двух пробирках наблюдается выпадение осадка. В третьей и четвертой пробирке осадок не выпадает даже при кипячении растворов.

С концентрированными минеральными кислотами белки дают реакцию образования и растворения осадка. (Исключение составляет азотная кислота, в ней осадок не растворяется.) Если в пробирку с концентрированной соляной или серной кислотой капнуть по стенке пробирки 1 каплю раствора белка, то на границе соприкосновения двух жидкостей образуется белый осадок. При дальнейшем встряхивании пробирок осадок растворяется, что вызвано действием избытка концентрированных кислот на белки [18].

Тема «Дыхание», изучаемая на уроках биологии в 5-ом и 8-ом классах сопровождается проведением качественной реакции на обнаружение

углекислого газа в выдыхаемом воздухе. Для этого в пробирку нужно налить 4 мл известковой воды и через трубочку пропускать выдыхаемый воздух. Известковая вода под действием углекислого газа мутнеет.

Применяя методы качественного анализа аналитической химии на уроках биологии обучающиеся запомнят не только значение каких-либо веществ в организме, но и признаки химических реакций, которыми сопровождаются взаимодействия конкретных изучаемых соединений с определенными реагентами.

Интеграции биологии и химии способствует изучение обучающимися в восьмом классе темы «Индикаторы» на уроках химии, где школьники знакомятся со специфическим изменением окраски в определенной среде лакмусом, фенолфталеином и метиловым оранжевым. Индикаторы получают синтетическим путем из экстрактов растений. Поэтому на уроке биологии можно показать обучающимся свойства индикатора, приготовленного из распространенных растений – голубики, черники, винограда и др.

В стеблях, листьях и плодах растений содержится группа пигментов, называемых антоцианами (от греч. «антос» – цветок и «цианос» – голубой). Находятся они в клеточном соке (вакуолях) растений. Антоцианы являются растворимыми в воде соединениями. При действии на них минеральных кислот образуются соли красного цвета, а при действии щелочей – синего.

Основываясь на свойствах антоцианов, можно показать обучающимся на уроке биологии получение и механизм работы индикаторов растительного происхождения с помощью химического эксперимента.

Для химического опыта понадобятся фиолетовые цветки анютиных глазок или фиалки, пробирки, спиртовка, держатель для пробирок, соляная кислота, раствор гидроксида натрия.

Первый этап заключается в приготовлении антоциановой вытяжки: в пробирку поместить фиолетовые или синие лепестки растений, залить их 5

мл воды и довести до кипения над пламенем спиртовки. При температуре выше 70 °С разрушаются клеточные оболочки и антоцианы выходят в межклеточное пространство, окрашивая воду в сине-фиолетовый цвет [34].

На втором этапе полученный раствор нужно отфильтровать в пробирку через бумажный фильтр и начать изучение индикаторных свойств: добавить в вытяжку пигмента 1 мл соляной кислоты. Раствор приобретет розовато-красный цвет. При добавлении NaOH розовая окраска исчезнет. Контролируя изменение pH среды по объему (мл) прибавляемой кислоты можно установить зависимость цвета антоцианов от кислотности среды. Исходный цвет вытяжки лепестков фиалки красно-фиолетовый. В сильнокислой среде (pH 2-3) она краснеет, в кислой (pH 4-5) – приобретает розовый цвет. В результате реакции нейтрализации розовый цвет сменяется сначала на синий, затем на зеленый (в щелочной среде), и желтый (в сильнощелочной среде (pH >10)).

Если к зелено-желтому раствору добавить несколько капель кислоты, то цикл изменения окраски повторится.

Вытяжка многих растений, содержащих антоцианы, при добавлении щелочи сразу приобретает зеленый цвет, минуя синее окрашивание. Это связано с тем, что молекула антоциана входит в состав сложного комплексного соединения с металлами (Mg, Fe, Ca), белками и углеводами. При выделении пигментов происходит разрушение данного комплекса и утрачивается способность к синему и голубому окрашиванию. Только у некоторых видов растений – краснокочанной капусты, фиолетовых анютиных глазок, василька и гибискуса в щелочной среде наблюдается устойчивое синее окрашивание.

Нередко у обучающихся пятых и sixth классов при изучении раздела «Растения» возникает вопрос: почему каждый цветок, относящийся к одному виду, имеет отличающуюся оттенками окраску? Объяснить обучающимся

данное явление можно проведя опыт с цветами, кислотой и щелочью, так как окраска лепестков зависит от кислотности клеточного сока.

Для опыта понадобятся красные розы, водный раствор аммиака, концентрированная соляная кислота, колбы, химические воронки большого диаметра.

Обрежьте стебли роз до оптимальной длины и поместите по две розы в колбы №1 и №2. Возле колбы №1 поставьте в химическом стакане раствор аммиака и накройте стеклянной воронкой. То же повторите с колбой № 2 возле которой будет находиться колба с «дымящей» концентрированной соляной кислотой. Опыт поставьте на 15-20 минут в вытяжном шкафу.

По мере пропитывания парами кислоты и щелочи лепестков растений происходит изменение окраски. Щелочная среда, созданная аммиачными парами окрасит красные розы в разнообразные цвета – от сине-фиолетового, до зеленого, желтого и светло-коричневого цвета.

В упрощенном варианте опыта можно поместить лепестки роз в раствор разбавленной соляной кислоты и гидроксида натрия. Растворы проникнут в клетки растений и произойдет изменение окраски. Недостатком опыта является его кратковременность: лепестки намокают и антоцианы постепенно вымываются в раствор.

Химические эксперименты с растениями, пигменты которых служат индикаторами, позволяют обучающимся наглядно узнать влияние химических веществ на изменение окраски различных растений [9].

### **1.3.3. Химический эксперимент как модель биологических процессов**

В странах «большой семерки» практикуют интеграцию биологии и химии, связанную с метаболическими процессами, происходящими на клеточном уровне. Объектами исследования служат ферменты и продукты

питания, в которых определяют наличие какого-либо химического элемента или соединения. Приведем примеры некоторых химических экспериментов.

### 1. Исследование фермента каталазы

Оборудование и реактивы: химические стаканы (2 шт, объемом 50 мл), щипцы, фильтры для кофе, дырокол, пероксид водорода, сахар, вода, дрожжи (4 г), таймер.

#### Ход работы

- 1) Насыпьте в первый химический стакан 4 г (чайную ложку) дрожжей, залейте до половины теплой водой, добавьте сахар и перемешайте.
- 2) Во второй химический стакан добавьте 40 мл перекиси водорода.
- 3) Сделайте с помощью дырокола дырки в фильтре для кофе.
- 4) С помощью щипцов опустите проколотый фильтр для кофе сначала в дрожжевую смесь, затем до глубины стакана в перекись водорода.
- 5) Включите таймер и засекайте время поднятия фильтра для кофе на поверхность перекиси водорода.

Результаты: фильтр всплывает на поверхность, потому что каталаза дрожжей расщепляет перекись водорода на кислород и воду. Кислород создает пузыри, приподнимающие фильтр вверх [8].

### 2. «Как выглядят зубы после приема сладостей?»

Данный эксперимент иллюстрирует процессы, происходящие в полости рта. Основу его составляет скорлупа куриного яйца – модель эмали зубов, состоящая из карбоната кальция, и «Coca-Cola» – модель углеводов, оседающих на зубах [23].

Оборудование и реактивы: химический стакан, сырое яйцо, газированная вода Coca-Cola.

#### Ход работы:

- 1) Положите в химический стакан сырое яйцо, залейте его полностью газированной водой и оставьте на 24 ч.
- 2) Оденьте перчатки, аккуратно выньте яйцо из газированной воды и определите, как изменилась структура скорлупы.

Результаты: в результате эксперимента скорлупа яйца окрасилась в темный цвет и стала хрупкой и мягкой.

### 3. «Как газированная вода влияет на желудок?»

Реакция показывает влияние чрезмерного действия газированной воды на стенки желудка, моделью которого в опыте служит кусочек сырого мяса.

Оборудование и реактивы: химический стакан, пинцет, кусочек сырого мяса, газированная вода.

Ход работы: пинцетом положить кусочек сырого мяса в стакан, залить газированной водой, оставить на 30 мин.

Результаты: через 10 мин нахождения кусочка сырого мяса в газировке наблюдается его осветление, а через 30 минут мясо становится мягким. Опыт иллюстрирует, что употребление газированных напитков приводит к разрушению стенок желудка [22].

### 4. «Как меняют среду желудочного сока газированная вода Соса-Сола и минеральная газированная вода «Ессентуки»?»

Среди множества газированных напитков есть полезные и вредные. Для ответа на вопрос: какое влияние оказывают они на желудок, необходимо определить рН исследуемых веществ. Главным компонентом желудочного сока является соляная кислота, поэтому желудочный сок имеет кислую среду. Объектом исследования были выбраны два вида газированных напитков Соса-Сола и «Ессентуки». В пробирки к этим веществам был добавлен раствор универсального индикатора и определена среда исследуемого раствора.

Вывод: Соса-Сола имеет рН равный 2, среда кислая; «Ессентуки» отличаются показателем рН равным 8.

Следовательно, употребление Соса-Сола приводит к увеличению кислотности желудка, а Ессентуки за счет слабощелочной среды, образованной гидрокарбонат-анионами выравнивают показатель кислотности желудка.

Таким образом, моделирование биологических процессов «в пробирке» учит обучающихся ответственно относиться к своему здоровью.

## **ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА ПО БИОЛОГИИ С ХИМИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ**

### **2.1. Актуальность и место лабораторного практикума по биологии с химическим содержанием**

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования включает формирование у обучающихся результатов обучения: личностных, предметных и метапредметных. К метапредметным результатам относится овладение обучающимися базовых исследовательских умений: выполнять самостоятельно по заранее составленному плану биологический эксперимент или исследование с целью установления причинно-следственных связей изучаемого объекта или явления. Лабораторные работы, предусмотренные на уроках биологии, направлены на изучение обучающимися внешнего или внутреннего строения исследуемых объектов живой природы. Работы с применением химических веществ затрагивают несколько тем в 5-ом и 8-ом классах. Но на протяжении всего курса биологии с 5 по 9 класс прослеживается изучение химических веществ – как неорганических, так и органических, где рассматривается их роль в процессах функционирования организмов.

С целью формирования у обучающихся исследовательских операций на уроках биологии необходимо создание биологического практикума с химическим содержанием, в ходе которого обучающиеся приобретут навыки обращения с химическим оборудованием и описания увиденных явлений.

Практикум представляет собой комплекс лабораторных работ, выполняемых обучающимися самостоятельно, предназначенный для экспериментального изучения школьного курса биологии.

Для уроков, в которых встречаются названия химических веществ, разработаны лабораторные опыты, показывающие обучающимся «химическую» сторону изучаемого вещества.

Разработанные в биологическом практикуме опыты знакомят обучающихся с признаками протекания химических реакций и характеризуются изменением цвета, образованием или растворением осадка, выделением газообразных веществ. Опыты включают в себя взаимодействия между веществами, находящимися как в разных агрегатных состояниях – между жидкостью и твердым веществом, так и находящимися в одной фазе – между растворами веществ.

Все биологические опыты с химическим содержанием приводят обучающихся к открытию нового знания. Опыты проводятся согласно прилагаемой инструкции к каждому опыту. Закрепление химических знаний можно организовывать на обобщающих уроках с помощью шифрования уже известных обучающимся веществ.

Каждый опыт является мини-исследованием, в ходе которого обучающиеся учатся формулировать цель работы, выдвигать гипотезы, проводить лабораторные опыты с соблюдением техники безопасности и писать выводы к наблюдаем явлениям.

В лабораторный практикум включены химические опыты, моделирующие процессы жизнедеятельности организмов, а также показывающие влияние «вредных» веществ на живые организмы. Изучив их обучающиеся будут ответственно относиться к своему здоровью.

Выполняя лабораторные опыты обучающиеся научатся:

- аккуратно обращаться с химической посудой, оборудованием и реактивами;
- проводить реакции нагревания над пламенем спиртовки;

- оказывать первую помощь при попадании химических веществ на кожные покровы.

Таким образом, лабораторный практикум способствует интеграции изучаемых на уроках биологии химических веществ с признаками протекания химических реакций, наглядность которых обеспечивает систематизацию изученных обучающимися знаний.

## **2.2. Лабораторный практикум по биологии для 5-9 классов с химическим содержанием**

Правила техники безопасности при выполнении практических работ:

- Соблюдать чистоту и порядок на рабочем месте. Посторонние предметы, находящиеся на столе могут мешать выполнению работы или могут быть повреждены в ходе ее выполнения. Разрешается использовать только тетрадку и ручку (или карандаш).
- Работы с концентрированными растворами нужно проводить, используя индивидуальные средства защиты – перчатки и халат.
- Смешивать вещества строго по инструкции.
- Нельзя принимать пищу на рабочем месте.
- Нельзя наклоняться над пробирками с химическими веществами.
- Нельзя пробовать вещества на вкус.
- Нельзя проводить опыты в грязной химической посуде. После выполнения опыта рекомендуется сразу ее помыть.
- Важно!
- При попадании кислоты на кожу, пораженное место нужно промыть под проточной водой, затем раствором соды и снова водой.

- При попадании щелочи на кожные покровы, необходимо длительное время промыть пораженный участок под проточной водой, затем обработать 5%-ым раствором уксусной или борной кислот и снова водой.

5 класс

Практическая работа № 1

«Органические вещества живых организмов»

Цель: научиться распознавать органические вещества – белки, жиры углеводы, с помощью химических реакций.

Оборудование: химический стакан, пробирки, стеклянная палочка, штатив для пробирок, спиртовка, спички, пробиркодержатель, кусочки сырого картофеля, томата, огурца, капусты, яблока и банана.

Реактивы: крахмал картофельный, вода, аптечный иод, подсолнечное масло, этиловый спирт, гидроксид натрия (тв), гидроксид калия (р-р), сульфат меди (р-р), яичный белок.

Опыт №1. Определение крахмала в овощах и фруктах

Инструкция:

1. Растворите в пробирке 2 г крахмала в 10 мл воды. Капните каплю раствора иода. Перемешайте содержимое пробирки. Отметьте цвет крахмального раствора.
2. Возьмите кусочки сырого картофеля, томата, огурца, капусты, яблока и банана. Капните на них несколько капель раствора иода. Определите по окрашиванию наличие крахмала в изучаемых овощах и фруктах.
3. Оформите результаты опыта в таблице 4.

Опыт № 2. Качественная реакция на жиры

1. В пробирку с помощью пипетки капнуть 3-4 капли подсолнечного масла.
2. Добавить в пробирку на кончике шпателя несколько крупинок гидроксида натрия, залить 5 мл этилового спирта и аккуратно встряхнуть пробирку.
3. Прокипятить в течение 1 мин полученную смесь над пламенем спиртовки, охладить и добавить 3 мл дистиллированной воды.
4. Отметить происходящие изменения и результат занести в таблицу 4.

#### Опыт № 3. Определение белка химическим методом

1. В пробирку налить 3-4 мл яичного белка.
2. Прибавить к нему 2 мл 10%-ый раствора гидроксида калия и несколько капель раствора сульфата меди до изменения окраски.
3. Зафиксировать изменения и отметить их в таблице 4.

Таблица 4

#### Определение органических и неорганических веществ

Название органического вещества	Краткое описание опыта, Название химических веществ, с которыми протекает реакция	Наблюдения	Зарисовка опыта
Крахмал			
Жир			
Белок			

#### Практическая работа № 2. Минеральные соли

Цель: изучение качественных реакций ионов, входящих в состав минеральных солей.

Оборудование: пробирки, спиртовка, спички, медная проволока.

Реактивы:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (тв.),  $\text{HCl}$  (5% р-р.),  $\text{AgNO}_3$  (р-р.)

Опыт № 1. Состав поваренной соли

Инструкция

1. Зажгите спиртовку.
2. Возьмите кончиком медной проволоки несколько кристалликов соли сульфата натрия и внесите их в пламя спиртовки
3. Под действием ионов натрия, пламя меняет свой цвет на (какой?).
4. В пробирку налейте 2 мл 5%-го раствора соляной кислоты. Прибавьте к нему 1 мл раствора нитрата серебра.
5. Образующийся осадок (какого цвета?) является доказательством наличия ионов хлора в поваренной соли.

Опыт № 2. Разрушение эмали зубов

Оборудование и реактивы: химический стакан, газировка, сырое яйцо.

1. Положите сырое яйцо в химический стакан, залейте его газировкой и оставьте на сутки.
2. По истечении времени выньте яйцо из газировки, отметьте изменения, произошедшие со структурой скорлупы.

Опыт № 3. Почему кровь красного цвета?

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок,  $\text{NaOH}$  (10% р-р),  $\text{FeCl}_3$  (р-р).

1. В пробирку налейте 2 мл хлорида железа (III) прибавьте к нему 1 мл гидроксида натрия.
2. Образующийся осадок (какого цвета?) свидетельствует о наличии в крови иона железа.

Практическая работа № 3. Дрожжи

Цель: изучение спиртового брожения дрожжей и влияния консервантов на процесс брожения.

Оборудование и реактивы: пробирки, химические стаканы, вода, сухие дрожжи, мука, сахар, воздушные шарики, Соса-Сола, Спрайт, Фанта, марля.

Инструкция:

1. Замесите дрожжевое тесто: смешайте 10 г дрожжей с 10 г сахара, 20 г муки, залейте 50 мл воды и тщательно перемешайте до образования теста.

2. Полученное тесто накройте марлей и поставьте под батарею на 40 минут.

3. Отметьте изменения, произошедшие с тестом. (зафиксируйте запах теста, его структуру).

4. В пробирки №1, №2, №3 налейте 5 мл газированной воды Соса-Сола, Спрайта, Фанты.

5. В каждую из пробирок добавьте 2 грамма дрожжей.

6. Наденьте на пробирки воздушные шарики. Оставьте на сутки.

7. Прочитайте текст и напишите ответ на вопрос.

Газированные напитки содержат консерванты, подавляющие брожение дрожжей. Сахар и мука консервантов не содержат.

Вопрос: как проявляется брожение дрожжей? Почему при добавлении дрожжей в газированные напитки наблюдения не оправдали наши ожидания?

6 класс

Практическая работа № 1. Хлорофилл

Цель: разделение пигментов хлорофилла методом бумажной хроматографии.

Оборудование и реактивы: химический стакан, чашка Петри, стеклянная палочка, фильтровальная бумага, вытяжка хлорофилла из зеленых листьев, петролейный эфир.



Рисунок 2. Оборудование для проведения бумажной хроматографии

### Инструкция

1. Из фильтровальной бумаги вырезать полоску размером 3\*9 см.
2. На дно химического стакана налить около 1мл петролейного эфира.
3. На линию старта (1 см от края фильтровальной бумаги) капнуть 3-4 раза стеклянной палочкой вытяжку хлорофилла из зеленых листьев. Высушить.
4. Поместить полоску бумаги с каплей хлорофилла в строго вертикальном положении в стакан с петролейным эфиром. Накрывать чашкой Петри.
5. Вынуть полоску бумаги, при движении растворителя до линии финиша. Высушить ее.
6. Определить по образовавшимся на бумаге цветным фракциям названия пигментов хлорофилла.

Вывод: пигменты хлорофилла разделились на следующие фракции: в самом низу желтого цвета проявился лютеин, за ним выше поднялся желто-зеленого цвета хлорофилл b, через 1мм сине-зеленого цвета хлорофилл a, в самомверху образовался феофитин, и завершил хроматограмму  $\beta$ -каротин.

## Практическая работа № 2. Хромопласты

Цель: доказательство химическими реакциями наличия в осенних листьях рябины красно-желтых пигментов.

Оборудование и реактивы: пробирки, колба плоскодонная, шпатель, пипетка, колба Бунзена, воронка Шотта, водоструйный насос, р-р HCl (конц.), Zn (стружка), Mg (стружка), р-р H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> (конц), 40% р-р NaOH, AlCl<sub>3</sub> (крист.), C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> (лимонная кислота).

Стадия 1. Получение экстракта из красных листьев рябины.

1. Поместить в фарфоровую ступку 3 г красных листьев рябины, растереть их до порошкообразного состояния.
2. Полученную смесь поместить в колбу, добавить 10 мл этилового спирта.
3. Прокипятить спиртовую вытяжку в течение 10-15 минут при температуре 78 °С.
4. Остудить полученный раствор и профильтровать его до получения чистого экстракта красных листьев рябины.

Стадия 2. Исследование хромопластов в красных листьях рябины представлено в таблице 5.

Таблица 5

### Методика исследования хромопластов

Инструкция	Наблюдения
Методика цианидиновой пробы 1. В пробирку налить 2 мл экстракта красных листьев рябины, с помощью пипетки добавить 5-7 капель концентрированной соляной кислоты.	1. Интенсивное выделение водорода.

<p>2. К полученному раствору добавить 10-12 мг цинковой пыли и нагреть на водяной бане в течение 35-40 минут до изменения окраски.</p> <p>Реакция с борной кислотой (реактивом Вильсона)</p> <p>1. К 2 мл экстракта красных листьев добавить 3-4 капли концентрированной борной кислоты.</p> <p>2. К полученному раствору добавить 2-3 капли лимонной или щавелевой кислоты.</p> <p>Реакция с солями металлов</p> <p>1. К 2 мл экстракта красных листьев добавить 1-2 мг хлорида алюминия.</p> <p>Реакция с растворами едких щелочей (KOH, NaOH).</p> <p>1. К 2 мл экстракта красных листьев добавить 1 мл 40% раствора NaOH.</p> <p>2. Подогреть полученный раствор на водяной бане до появления интенсивного окрашивания.</p>	<p>2. Цвет экстракта листьев стал бордовым.</p> <p>Реакция с борной кислотой</p> <p>1. Выпадает желтый осадок.</p> <p>2. Желтый осадок не исчезает.</p> <p>Реакция с солями металлов</p> <p>1. Выпадает желто-зеленый осадок</p> <p>Реакция с растворами едких щелочей (KOH, NaOH).</p> <p>1. Наблюдается темно-желтое окрашивание.</p> <p>2. Цвет раствора со щелочью после нагревания до 65 °С становится коричневым.</p>
---	---

### Практическая работа № 3. Моделирование процесса пожелтения листьев

Цель: создание условий разрушения хлорофилла в зеленых листьях растений.

Оборудование и реактивы: пробирки, колба плоскодонная, шпатель, пипетка, колба Бунзена, воронка Бюхнера, водоструйный насос, р-р  $C_2H_5OH$ , р-р  $ZnSO_4$ , р-р  $CuSO_4$ , р-р  $CuCl_2$ , р-р  $HCl$ .

#### Стадия 1. Получение экстракта зеленых листьев

1. Поместить в фарфоровую ступку 2 г листьев березы, растереть их до порошкообразного состояния.
2. Полученную смесь поместить в колбу, добавить 10 мл этилового спирта.
3. Прокипятить спиртовую вытяжку в течение 10-15 минут при температуре 78 °С.
4. Остудить полученный раствор и профильтровать его до получения чистого экстракта пигментов зеленых листьев.

#### Стадия 2. Разрушение хлорофилла

1. В пробирку налить 2 мл экстракта хлорофилла и добавить к нему 2-3 капли 10%-го раствора гидроксида натрия.
2. В пробирку налить 2 мл экстракта хлорофилла и добавить к нему 1-2 капли концентрированной соляной кислоты.
3. Зафиксировать происходящие изменения.

### **7 класс**

Практическая работа «Плавательный пузырь в пресной и соленой воде»

Цель: изучения отличий пресной и соленой воды.

Оборудование: два сырых яйца, вода, соль, два химических стакана (50 мл).

Инструкция

1. Налейте воду в химические стаканы, в один из них добавьте 8 г соли и перемешайте.
2. Опустите яйца в простую воду и соленую.
3. В какой части стакана стали находиться яйца?

## 8 класс

### Практическая работа № 1. Неорганические вещества кости

Цель: распознавание солей кальция и магния с помощью химических реакций.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, спиртовка, спички, медная проволока,  $\text{CaCO}_3$  (тв.),  $\text{MgCl}_2$  (р-р),  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (р-р),  $\text{NH}_3$  (р-р),  $\text{NaHPO}_4$  (р-р).

#### Опыт № 1. Кальций

1. Зажгите спиртовку.
2. Внесите в пламя спиртовки на кончике медной проволоки несколько крупинок карбоната кальция.
3. Отметьте изменение цвета пламени спиртовки.

#### Опыт № 2. Магний

1. В пробирку налейте 1 мл раствора хлорида магния и 1 мл раствора хлорида аммония. Перемешайте.
2. Прибавьте к полученной смеси 2-3 капли раствора гидрофосфата натрия и 2-3 капли раствора аммиака.
3. Зафиксируйте цвет выпавшего в пробирке осадка.

Сделайте вывод к работе, ответив на вопросы:

- В какой цвет окрашивают соли кальция пламя спиртовки?
- С какими веществами хлорид магния образует белый осадок?

Практическая работа № 2. Расщепление углеводов ферментами слюны.

Оборудование: крахмальный бинт, ватная палочка, чашки Петри, раствор иода, вода.

Ход работы:

1. Приготовьте иодный раствор в чашке Петри – капните в воду несколько капель иода.

2. Смочите ватную палочку слюной и напишите на крахмальном бинте первую букву своего имени.

3. Расправленный бинт зажмите между ладоней и подержите его в течение 3 минут.

4. Опустите бинт в иодный раствор, и запишите увиденные вами изменения.

5. Напишите вывод, ответив на вопросы:

- В какое химическое вещество превратился крахмал при воздействии на него ферментов слюны?
- Почему одна часть бинта окрасилась, а другая осталась белой?
- С каким веществом иод дает качественную реакцию?

Практическая работа № 3. Желудочный сок

Цель: изучение качественной реакции на кислоту, которой образован желудочный сок.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок,  $\text{HCl}$  (р-р),  $\text{AgNO}_3$  (р-р).

Инструкция

1. В пробирку налейте 2 мл  $\text{HCl}$ .
2. Прибавьте несколько капель нитрата серебра.
3. Отметьте изменения в пробирке.

Напишите вывод, ответив на вопросы:

- Какую формулу имеет соляная кислота?
- С каким веществом соляная кислота образует белый творожистый осадок?

Практическая работа № 4. Действие желудочного сока на белки

Цель: изучение способности расщепления белков желудочным соком

Оборудование и реактивы: пробирки, пробиркодержатель, спиртовка, спички, водяная баня, яйцо, HCl (конц.), термометр.

Инструкция

- 1) Налейте в пробирку № 1 4 мл сырого белка куриного яйца.
- 2) Зажгите спиртовку, закипятите белок до полусваренного состояния, охладите до комнатной температуры.
- 3) В пробирку № 2 налейте 2 мл раствора концентрированной соляной кислоты.
- 4) Добавьте к соляной кислоте 2 мл полусваренного яичного белка.
- 5) Поставьте пробирку на водяную баню на 20 мин при температуре 37 °С.
- 6) Отметьте изменения в пробирке.

При написании результата, ответьте на вопрос: какие условия необходимы для расщепления белков в желудке?

Практическая работа №5. Отличие газированной воды от минеральной

Цель: определение причины вреда газированных напитков на желудок

Оборудование и реактивы: универсальный индикатор (лакмус/ фенолфталеин/ метиловый оранжевый), пробирки, штатив для пробирок, газированные воды Фанта, Кока-Кола и минеральные воды Карачинская, Эссентуки.

Инструкция:

1. В пробирки налейте 4 мл исследуемых образцов газированных напитков и минеральной воды.
2. Определите среду исследуемых образцов с помощью универсальных индикаторов.
3. Запишите вывод, ответив на вопросы:
  - Отличается ли среда газированных напитков и минеральной воды?
  - Почему минеральную воду пить полезнее, чем газировку?

Практическая работа № 6. Кислота в газировке

Цель: определение названия кислоты, содержащейся в Кока-Коле

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, спиртовка, спички, пробиркодержатель, HCl (p-p), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (p-p), AgNO<sub>3</sub> (p-p).

Инструкция:

1. В пробирку № 1 налить 3 мл соляной кислоты, в пробирку № 2 – фосфорной.
2. В пробирки добавить 2 мл раствора нитрата серебра.
3. Зафиксировать изменения в пробирках.
4. В новую пробирку налить 6 мл Кока-Колы.
5. Нагреть пробирку над пламенем спиртовки до кипения (для удаления углекислого газа).
6. Остудить пробирку с Кока-Колой и добавить в нее несколько капель раствора нитрата серебра.
7. Сравнить полученное вещество с пробирками №1 и № 2 и определить название кислоты.
8. Напишите вывод, ответив на вопросы:
  - Какая кислота содержится в газировке?
  - Какой реагент является качественным для обнаружения искомой кислоты?

Практическая работа № 7. Пищеварение в кишечнике. Эмульгирование жиров.

Цель: изучение процесса эмульгирования жиров в 12-перстной кишке.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, дистиллированная вода, растительное масло, NaOH (р-р), сырой яичный белок.

Инструкция:

1. В три пробирки налейте по 3 мл дистиллированной воды и растительного масла. (Соотношение воды и масла должно быть равным)

2. В пробирку № 1 добавьте 1 мл яичного белка, в пробирку № 2 несколько капель раствора гидроксида натрия, пробирку № 3 оставьте контрольной.

3. Встряхните содержимое пробирок. Поставьте их по порядку в штатив и опишите происходящие изменения.

Напишите вывод, ответив на вопрос: в чем проявляется процесс эмульгирования жиров и какие условия необходимы для запуска данного процесса?

Практическая работа № 8. Аммиак

Цель: изучение качественной реакции на аммиак – вещества, выделяющегося из организма в результате обмена веществ.

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, стеклянные палочки,  $\text{NH}_3$  (р-р),  $\text{HCl}$  (р-р).

Инструкция

1. Смочите стеклянные палочки в растворе аммиака и соляной кислоты.

2. Приложите стеклянные палочки друг к другу.

3. Зафиксируйте изменения.

В выводе напишите ответы на вопросы:

- Какую формулу имеет аммиак?
- Что происходит при взаимодействии аммиака с соляной кислотой?

### 9 класс

#### Практическая работа № 1. Макроэлементы

Цель: изучение качественных реакций ионов натрия, кальция и калия

Оборудование и реактивы: сульфаты натрия, кальция и калия, медная проволока, спиртовка, спички.

Инструкция:

1. Внесите в пламя спиртовки по очереди соли натрия, калия и кальция.
2. Отметьте изменение цвета.

#### Практическая работа №2. Глюкоза

Цель: распознавание глюкозы химическим методом

Оборудование и реактивы: пробирки, пробиркодержатель, спиртовка, спички, раствор сахара, NaOH (10%-ый р-р), CuSO<sub>4</sub> (2%-ый р-р).

Инструкция:

1. Налить в пробирку 2 мл 5%-го раствора глюкозы.
2. Добавить к нему несколько капель 2%-го раствора сульфата меди (II) и 10%-го раствора гидроксида натрия.
3. Нагреть пробирку над пламенем спиртовки.
4. Отметить произошедшие изменения.
5. Напишите вывод, ответив на вопросы:
  - с какими химическими веществами глюкоза дает реакцию?Напишите их формулы.

- Какой цвет приобретает образующееся в пробирке вещество?

### Практическая работа № 3. Выделение липидов из желтка яиц

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, держатель для пробирок, спиртовка, спички, этиловый спирт, бумажный фильтр, химическая воронка, сухой яичный желток.

Цель: получение липидов из желтка куриного яйца

#### Инструкция

1. Поместить сухой яичный желток в пробирку, залить его 5 мл этилового спирта.
2. Прокипятить над пламенем спиртовки.
3. Остудить.
4. Полученный раствор профильтровать через бумажный фильтр.

Напишите, почему желток яйца обесцветился?

### Практическая работа № 4. Мономер биологического окисления – глицерин

Цель: изучение качественной реакции на глицерин.

#### Инструкция:

1. В две пробирки налейте 2 мл сульфата меди(II) и прилейте избыток гидроксида натрия.
2. Встряхните пробирку, отметьте цвет.
3. В одну из пробирок добавьте по каплям глицерин.
4. Какая реакция является качественной для обнаружения глицерина? Опишите изменение цвета.

### Практическая работа № 5. Расщепление белков до аминокислот

Цель: моделирование процесса расщепления белков

Оборудование и реактивы: чашки Петри, желатин, вода, кусочки ананаса.

#### Инструкция

1. Создайте желатиновую массу: растворите 10 г желатина в 60 мл воды комнатной температуры. Оставьте на 30-35 минут. Затем разлейте в 2 чашки Петри.
2. В одну из чашек Петри положите сверху на желатин кусочек ананаса.
3. Оставьте на сутки (или до следующего урока) в прохладном месте (на подоконнике) и отметьте изменения.
4. При написании вывода ответьте на вопросы:
  - К какому классу веществ относится желатин – к белкам, жирам или углеводам?
  - Что произошло в результате взаимодействия кусочка ананаса с желатином?

#### Практическая работа № 6. Молочная кислота

Цель: изучение качественной реакции на молочную кислоту и образование из нее уксусной кислоты

Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, прокисшее молоко (в нем содержится молочная кислота), фенол, хлорид железа (III), серная кислота (разб.), перманганат калия.

#### Инструкция:

1. К 2 мл 2 % фенола добавьте 2 мл 3%-го хлорида железа (III). Образующееся вещество темно-фиолетового цвета разведите водой до появления светлой окраски.
2. Прибавьте к 3 мл прокисшего молока приготовленный выше раствор.
3. Встряхните пробирку. Отметьте изменения цвета.

4. Приготовьте слабый раствор перманганата калия: 0,5 г перманганата калия растворите в 10 мл воды. Добавьте к нему 2 мл разбавленной серной кислоты.

5. Полученный раствор прилейте в пробирку с прокисшим молоком и начните нагревать над пламенем спиртовки до появления запаха.

6. Напишите вывод, ответив на вопросы:

- С каким реактивом происходит окрашивание молочной кислоты? Укажите цвет.
- Какая кислота образуется при окислении молочной кислоты перманганатом калия?

Ответы к лабораторному практикуму содержатся в Приложении А.

### 2.3. Апробация лабораторного практикума по биологии для 5-9 классов с химическим содержанием

В качестве испытуемых были выбраны параллели двух классов – 5-го класса, по программе еще не приступившие к изучению химии, и 8-го класса, изучающие формулы и названия химических веществ.

В 5А классе уроки проводились по учебнику В. Строганов, Т. Сухова «Биология», включающие в себя лабораторные опыты, представленные в учебнике. В 5 Б классе лабораторные опыты были заменены на разработанный биологический практикум с химическим содержанием.

Апробация практических работ проводилась на уроке по теме «Какие органические вещества содержатся в живых организмах?». Лабораторные опыты, организованные для обучающихся 5-х классов приведены в таблице 6.

Таблица 6

Лабораторные опыты для 5-ых классов

Название лабораторного опыта	5 А класс	5 Б класс
Обнаружение углевода - крахмала	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Насыпьте в марлю пшеничной муки.</li><li>2. Промойте ее в химическом стакане с водой.</li><li>3. В полученный белый от муки раствор капните 2-3 капли раствора аптечного иода.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Растворите в химическом стакане 2 г крахмала в 10 мл воды. Капните каплю раствора иода. Отметьте цвет крахмального раствора.</li><li>2. Возьмите кусочки сырого картофеля, томата, огурца, капусты, яблока и банана. Капните на них 2-3 капли раствора иода. Определите по окрашиванию наличие крахмала в изучаемых овощах и фруктах.</li></ol>

	4. Отметьте изменение цвета.	
Обнаружение жиров	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сложите пополам лист бумаги.</li> <li>2. Положите в него семена подсолнечника или тыквы.</li> <li>3. Раздавите семена.</li> <li>4. Что осталось на бумаге?</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В пробирку с помощью пипетки капнуть 3-4 капли подсолнечного масла.</li> <li>2. Добавить в пробирку на кончике шпателя несколько крупинок гидроксида натрия, залить 5 мл этилового спирта и аккуратно встряхнуть пробирку.</li> <li>3. Прокипятить в течение 1 мин полученную смесь над пламенем спиртовки, охладить и добавить 3 мл дистиллированной воды.</li> </ol>
Обнаружение белков	<p>Вернитесь к опыту «Обнаружение углеводов».</p> <p>Разверните марлю.</p> <p>Во что превратилась мука?</p> <p>Клейкая масса муки – это белок.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В пробирку налить 3-4 мл яичного белка.</li> <li>2. Прибавить к нему 2 мл 10%-ый раствора гидроксида калия и несколько капель раствора сульфата меди до изменения окраски.</li> </ol>

Для фиксации результата установления межпредметных связей между биологией и химией в тематическую контрольную работу, представленную в Приложении Б, было добавлено практическое задание части «С».

Задание. Вам дан яичный белок и набор следующих реактивов: 1) соляная кислота, 2) гидроксид натрия, 3) сульфат меди, 4) фосфат натрия.

Добавляя к белку последовательно два реактива из предложенного перечня, проведите химическую реакцию, являющуюся качественной реакцией для обнаружения белков.

В ответе запишите вашу последовательность действий и наблюдения.

Контрольная работа проводилась среди обучающихся 5 А класса в количестве 26 человек и 5 Б класса, состоящим из 28 обучающихся. Были выбраны три критерия диагностики задания: выполнил верно/ выполнил неверно/ обучающийся не приступил к заданию. Результаты для каждого класса приведены на рисунках 3 и 4.

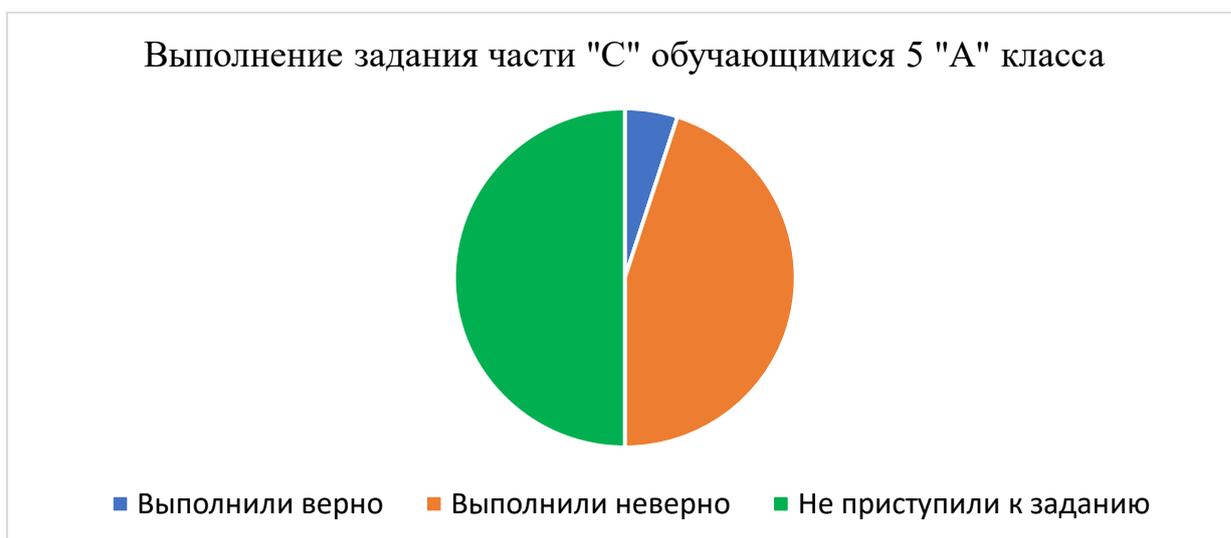


Рисунок 3. Диагностика задания «С» обучающихся 5 «А» класса

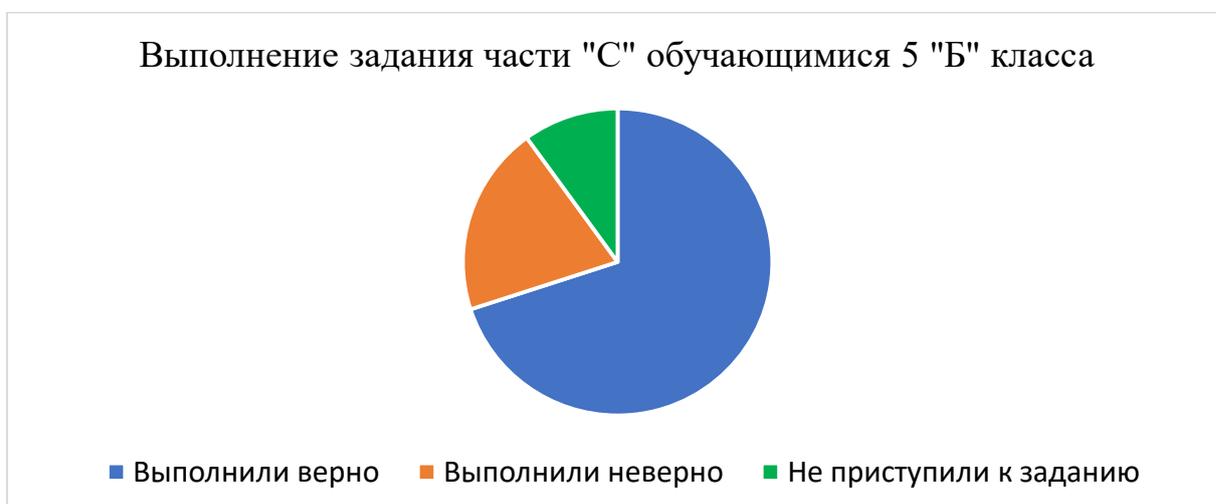


Рисунок 4. Диагностика задания «С» обучающихся 5 «Б» класса

Согласно рисункам 3 и 4 в 5 «А» классе 50 % обучающихся класса не приступили к выполнению практического задания, 45 % обучающихся сделали его неверно, 5 % обучающихся 5 «А» класса верно выполнили задание.

В 5 «Б» классе процент обучающихся не приступивших к заданию значительно сократился и составил 10%, задание выполнили неверно 20 % обучающихся и 70% обучающихся 5 «Б» класса задание выполнили без ошибок.

Исходя из результатов диаграмм, можно проследить закономерность влияния химического эксперимента на запоминание обучающимися наглядных признаков химических реакций. В 5 «Б» классе на выполнение практического задания ушло не более 5 минут, в 5 «А» классе обучающиеся выполняли его значительно дольше. Следовательно, химический эксперимент на уроках биологии способствует установлению межпредметных связей между смежными предметами.

В восьмых классах апробация биологического практикума осуществлялась на уроке по теме «Пищеварение». Лабораторные опыты, включенные в уроки для 8-х классов представлены в таблице 7.

Таблица 7

#### Лабораторные опыты для 8-ых классов

Лабораторные работы в 8 «А» классе	Лабораторные работы в 8 «Б» классе
<p>«Влияние желудочного сока на белки»</p> <p>Оборудование: хлопья белка, полученные при кипячении, раствор ацидин-пепсина (10 таблеток на 1 стакан теплой воды), вода, р-р NaOH, 2 пробирки, спиртовка, водяная баня, HCl.</p> <p>Ход работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) в каждую из пробирок налить 3 мл раствора ацидин-пепсина</li> <li>2) в пробирку №1 добавить HCl, в пробирку №2 – 3 мл NaOH.</li> <li>3) во все пробирки добавить хлопья яичного белка.</li> </ol>	<p>«Желудочный сок»</p> <p>Цель: изучение качественной реакции на кислоту, которой образован желудочный сок.</p> <p>Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, HCl (р-р), AgNO<sub>3</sub> (р-р).</p> <p>Инструкция</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В пробирку налейте 2 мл HCl.</li> <li>2. Прибавьте несколько капель нитрата серебра.</li> <li>3. Отметьте изменения в пробирке.</li> </ol>

Лабораторные работы в 8 «А» классе	Лабораторные работы в 8 «Б» классе
<p>4) поместить пробирки на водяную баню при температуре 37 °С</p> <p>5) через 25 минут отметить изменения, произошедшие в произошедшие в пробирках.</p> <p>Вывод: в пробирке № 1 раствор стал прозрачным, значит белки расщепляются в кислой среде при действии на них желудочного сока.</p>	<p>Вывод: с нитратом серебра соляная кислота, которой образован желудочный сок, образует белый творожистый осадок.</p> <p>«Кислота в газировке»</p> <p>Цель: определение названия кислоты, содержащейся в Кока-Колле</p> <p>Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, спиртовка, спички, пробиркодержатель, HCl (р-р), H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> (р-р), AgNO<sub>3</sub> (р-р).</p> <p>Инструкция:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В пробирку № 1 налить 3 мл соляной кислоты, в пробирку № 2 – фосфорной.</li> <li>2. В пробирки добавить 2 мл раствора нитрата серебра.</li> <li>3. Зафиксировать изменения в пробирках.</li> <li>4. В новую пробирку налить 6 мл Кока-Колы.</li> <li>5. Нагреть пробирку над пламенем спиртовки до кипения (для удаления углекислого газа).</li> <li>6. Остудить пробирку с Кока-Колой и добавить в нее несколько капель раствора нитрата серебра.</li> <li>7. Сравнить полученное вещество с пробирками №1 и № 2 и определить название кислоты.</li> </ol> <p>Вывод: в газировке содержится фосфорная кислота, которая при взаимодействии с нитратом серебра выпадает в виде желтого</p>

	осадка.
--	---------

Окончание таблицы 7

Лабораторные работы в 8 «А» классе	Лабораторные работы в 8 «Б» классе
	<p>Пищеварение в кишечнике. «Эмульгирование жиров»</p> <p>Цель: изучение процесса эмульгирования жиров в 12-перстной кишке.</p> <p>Оборудование и реактивы: пробирки, штатив для пробирок, дистиллированная вода, растительное масло, NaOH (р-р), сырой яичный белок.</p> <p>Инструкция:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>В три пробирки налейте по 3 мл дистиллированной воды и растительного масла. (Соотношение воды и масла должно быть равным)</li> <li>В пробирку № 1 добавьте 1 мл яичного белка, в пробирку № 2 несколько капель раствора гидроксида натрия, пробирку № 3 оставьте контрольной.</li> <li>Встряхните содержимое пробирок. Поставьте их по порядку в штатив и опишите происходящие изменения.</li> </ol> <p>Вывод: образование однородной эмульсии из масла и воды произошло при добавлении к ним гидроксида натрия.</p>

Для восьмых классов была разработана контрольная работа по теме «Пищеварительная система», представленная в Приложении В, содержащая следующее задание «С» части:

В трех химических стаканах (№1, №2, №3) находятся вещества, названия которых вам необходимо определить. Для определения веществ вам

даны реагенты: лакмусовая бумага, нитрат серебра, гидроксид калия, серная кислота, хлорид натрия.

Выполните химический эксперимент и установите соответствие между номерами химических стаканов и веществами: растительное масло, кислота, входящая в состав газировки, кислота желудочного сока.

Для получения дополнительных баллов за ответ на задание, напишите формулы кислот.

Правильность выполнения задания обучающимися оценивалась по критериям, приведенным в таблице 8:

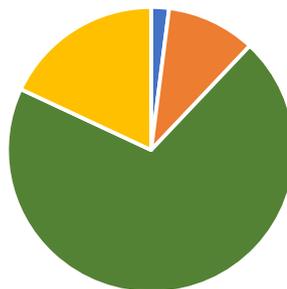
Таблица 8

Критерии оценивания задания части «С»

Критерии оценивания	Количество баллов
Эксперимент выполнен верно, одна или более формула кислот написана верно	3
Эксперимент выполнен верно, но не написаны формулы кислот	2
Определена верно только одна кислота	1
Эксперимент выполнен неверно	0

Результаты выполнения задания приведены на рисунке 5 и рисунке 6.

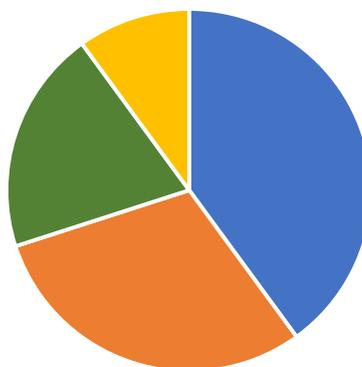
Выполнение практического задания обучающимися 8 "А" класса



- Эксперимент выполнен верно, одна или более формула кислот написана верно
- Эксперимент выполнен верно, но не написаны формулы кислот
- Определена верно только одна кислота
- Эксперимент выполнен неверно

Рисунок 5. Результаты выполнения практического задания обучающимися 8 «А» класса

Выполнение практического задания обучающимися 8 "Б" класса



- Эксперимент выполнен верно, одна или более формула кислот написана верно
- Эксперимент выполнен верно, но не написаны формулы кислот
- Определена верно только одна кислота
- Эксперимент выполнен неверно

Рисунок 6. Результаты выполнения практического задания обучающимися 8 «Б» класса

70 % обучающихся 8 «А» класса в ходе выполнения задания смогли определить верно только одну кислоту, 10 % испытуемых эксперимент выполнили верно, но не написали формулы кислот, 2 % обучающихся верно выполнили эксперимент и написали формулы кислот, и 18% школьников 8 «А» класса не справились с заданием.

Среди обучающихся 8 «Б» класса, прошедших химическую подготовку на уроках биологии, 40 % из них эксперимент выполнили правильно и верно написали формулы кислот, 30% обучающихся смогли без ошибок выполнить эксперимент, но у них возникли трудности с написанием формул кислот, 20% учеников верно определили только одну кислоту и 10% обучающихся не удалось выполнить предложенное задание.

Анализируя результаты апробации биологического практикума с химическим содержанием в экспериментальных 5-ом и 8-ом классах мы приходим к выводу, что химические эксперименты на уроках биологии формируют навыки исследовательской деятельности обучающихся, устанавливают взаимосвязь между изучаемым химическим веществом, его формулой и наглядным признаком протекания химической реакции. Моделирование химических процессов, протекающих в живых организмах, способствует систематизации биологических знаний.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках изучения проблемы применения химического эксперимента на уроках биологии мы выяснили, что он целесообразен на уроках с морфологическим и физиологическим содержанием. Моделирование химических реакций позволяет обучающимся наглядно познакомиться с процессами, происходящими в живых организмах.

Анализ рабочих программ по биологии показывает, что лабораторные работы с включенным в них химическим экспериментом, приходятся на 5, 6 и 8 класс. Учебник В. В. Пасечника является интегрированным, так как содержит опыты, направленные на изучение физиологических процессов растений, животных и человека.

Изучив содержание лабораторных работ разных линий УМК по биологии 5-9 классов был разработан биологический практикум, включающий себя химические эксперименты по разделам «Органические и неорганические вещества живых организмов», «Пигменты растений», «Пищеварительная система человека», «Макроэлементы» и «Энергетический обмен». Лабораторные работы представлены в виде качественных реакций на органические вещества (белки, жиры, углеводы) и неорганические вещества (кислоты и соли).

Апробация лабораторного практикума была проведена в МБОУ СШ №39 среди параллелей 5-х и 8-х классов.

В качестве диагностики установления межпредметных связей при помощи химического эксперимента на уроках биологии были разработаны практические задания прилагаемые к тематическим контрольным работам.

70% обучающихся 5Б класса и 40% обучающихся 8Б класса верно выполнили практическое задание, что на 65% и на 38% больше по сравнению с классами, в которых уроки проводились без включения в них химического эксперимента.

## Выводы

Химический эксперимент на уроках биологии с морфологическим и физиологическим содержанием является необходимым.

Моделирование химических реакций позволяет обучающимся наглядно познакомиться с процессами, происходящими в живых организмах.

Учебник В. В. Пасечника является интегрированным и пригоден для подготовки лабораторных работ с химическим экспериментом в 5, 6 и 8-х классах. Опыты, направленные на изучение физиологических процессов растений, животных и человека необходимы для формирования межпредметных связей в школьном курсе биологии 5-9 классов.

Разработан биологический практикум для обучающихся 5-9 классов, включающий химические эксперименты по разделам «Органические и неорганические вещества живых организмов», «Пигменты растений», «Пищеварительная система человека», «Макроэлементы» и «Энергетический обмен».

Апробация лабораторного практикума, проведенного в МБОУ СШ №39, свидетельствует о повышении качества знаний обучающихся 5Б и 8Б классов на 65% и 38% по сравнению с классами, в которых уроки проводились без включения в них химического эксперимента.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 31.12.2015 № 1577 "О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897".
2. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287 "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования".
3. СанПиН О. 2.4. 2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» //Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от. – 2010. Т. 29.
4. Акишина, Е. А. Влияния газированных напитков на структуру яичной скорлупы и человеческого зуба. М.: Юный ученый. 2016. С. 120-122.
5. Александрова Э.А., Гайдукова Н.Г. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. М.: Юрайт. 2016. 355 с.
6. Аниашвили К. С. Научные опыты и эксперименты. М.: Издательство АСТ, 2020. 159 с.
7. Аршанский Е. А. Методические подходы к интеграции обучения химии и биологии. Научно-методический и организационно-педагогический журнал. №1. 2005 С.61-68.
8. Белько Е. А. Увлекательные опыты с растениями и солнечным светом. 25 развивающих карточек. СПб.: Питер, 2016. 25 с.
9. Беляева О. Б. Светозависимый биосинтез хлорофилла. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. 232 с.

10. Биохимия. Практикум: Учебное пособие по курсу «Медицинская биохимия» /Л.А. Ганеева, Л.И. Зайнуллин, З.И. Абрамова, Н.Х. Тенишева. — Казань: ИСБ, 2015. 176 с.
11. Борисова Г. Г. Биохимия растений: вторичный обмен: учеб. пособие для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2018. 128 с.
12. Боровских Т. А. Деятельностный подход к преподаванию химии и экологии в основной школе. М.: МПГУ, 2016. 212 с.
13. Вайткене Л.Д. Опыты. Эксперименты. М.: Издательство АСТ, 2018. 159 с.
14. Валова В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум. 3-е изд. стер. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2021. 198 с.
15. Веккионе Г. Занимательные опыты. 100 интересных экспериментов, которые помогут понять законы окружающего мира: физика, химия, биология и астрономия. М.: АСТ: Астрель, 2008. 287 с.
16. Воронкова, Н. А. Качественные реакции в химии: практикум. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2019. 171 с.
17. Гостищев, И. А. Химический эксперимент как средство установления межпредметных связей между химией и биологией / И. А. Гостищев, Н. В. Князева, С. Д. Чернявских // Актуальные вопросы современной педагогики : материалы IX Междунар. науч. конф. (г. Самара, сентябрь 2016 г.) Самара: ООО "Издательство АСГАРД", 2016. С. 34-37.
18. Грандберг И. И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: учеб. пособие для сельскохозяйственных вузов. 2-е изд. перераб. и доп. М.: Высш. школа. 1978. 255 с.
19. Гуринович Г. П. Спектроскопия хлорофилла и родственных соединений. Минск: Наука и техника, 1968. 517 с.
20. Добротин Д.Ю. Контролирующая функция школьного химического эксперимента // Химия в школе. 2017. № 3. С. 47–49.

21. Драгомилов А.Г., Маш Р.Д. Биология: 8 класс. Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. 3-е изд. перераб. М.: Вентана-Граф. 2008. 272 с.
22. Е. В. Иванова. Основы фармацевтической химии: учебно-методическое пособие. М.: Директ-Медиа, 2018. 72 с.
23. Ершов Ю. А. Биохимия человека: учебник для академического бакалавриата. 2-е изд. пер. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2016. 374 с.
24. Желнова И. В. Занятие по внеурочной деятельности. Опыты с газировкой. [Электронный ресурс] URL: <http://schoolnano.ru/node/209303> (дата обращения 03.06.2022)
25. Жемчугова М.Б., Романова Н.И. Биология: учебник для 8 класса общеобразовательных организаций. 3-е изд. М.: ООО «Русское слово», 2016. 360 с.
26. Жуковская Е. В. Роль химического эксперимента в формировании основных химических понятий. [Электронный ресурс] URL: <https://urok.1sept.ru/articles/659857> (дата обращения 12.12.2021)
27. Затонова С. Е. Занятия по химии для школьной биологии. [Электронный ресурс] URL: [https://study-com.translate.goog/academy/lesson/chemistry-activities-for-high-school-biology.html?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=ru&\\_x\\_tr\\_hl=ru&\\_x\\_tr\\_pto=sc](https://study-com.translate.goog/academy/lesson/chemistry-activities-for-high-school-biology.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=ru&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc) (дата обращения: 15.03.2022)
28. Злотников Э. Г. Химический эксперимент как специфический метод обучения. // Химия. Предметное приложение к газете «Первое сентября», 2007. №24. С. 18.
29. Злотников Э.Г., Гаркунов В.П. Функция химического эксперимента // Первое сентября. 2007. № 24. С. 18–25.
30. Зятыков Д., Титова Т. Методы УФ- и ИК-спектроскопии в анализе лекарственных препаратов и растительных масел. Томск:

Издательский дом Томского государственного университета, 2017.  
324 с.

31. Камышов, М. А. Определение съемной зрелости плодов на примере яблони // Юный ученый. 2018. № 6 (20). С. 25-27. [Электронный ресурс] URL: <https://moluch.ru/young/archive/20/1320/> (дата обращения: 12.04.2022).
32. Капилевич Л. В. Биохимия человека: учеб. пособие для вузов. М.: Юрайт, 2017. 151 с.
33. Ким И. Н. Пищевая химия. Наличие металлов в продуктах: учеб. пособие для СПО. 2-е изд. испр. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2017. 213 с.
34. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия / Пер. с нем. 3-е изд. М.: Мир, 2022. 509 с.
35. Конюхов В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учеб. пособие для вузов. М.: Издательство Юрайт, 2017. 226 с.
36. Крешков А. П. Основы аналитической химии. Теоретические основы. Качественный анализ. М.: Химия, 1970. 480 с.
37. Ладыгин В. Г. Генетический контроль, биогенез, спектральные свойства, биохимический состав и структурно-функциональная организация хлоропластов. М.: Пущино, 2015. 311 с.
38. Ладыгин В. Г. Жизненный цикл, наследование, биохимический состав и структурно-функциональная организация хлоропластов // Вопросы современной альгологии, 2015. №2. С. 116.
39. Леенсон И. Занимательная химия для детей и взрослых. М.: Аванта+, 2010. 366 с.
40. Логинов В. А. Анатомия и биохимия человека за 60 секунд. М.: АСТ, 2017. 160 с.
41. Максимова, В.Н. Межпредметные связи в процессе обучения. М.: Просвещение, 1988. 192 с.

42. Медведев С. С. Физиология растений: учебник. С.-Петербург: БХВ-Петербург, 2012. 512 с.
43. Международное исследование PISA (Programme for International Student Assessment). [Электронный ресурс] URL: <https://fioco.ru/Contents/Item/Display/2201447> (дата обращения 01.06.2022)
44. Назарова Т.С., Грабецкий А.А. Химический эксперимент в школе. М.: Просвещение, 1987. 240 с.
45. Никитина Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для прикладного бакалавриата. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2016. 394 с.
46. Обвинцев С. Т. Осаждение белков концентрированными минеральными кислотами. [Электронный ресурс] URL: <https://studfile.net/preview/5920462/page:3/> (дата обращения 31.05.2022)
47. Панфилова О. Ф. Физиология растений с основами микробиологии: учебник и практикум для СПО. 2-е изд. испр. М.: Издательство Юрайт, 2019. 185 с.
48. Пасечник В. В. Биология. Многообразие покрытосеменных растений. 6 класс. Учебное пособие. М.: Просвещение, 2016. 207 с.
49. Пасечник В. В., Каменский А. А. Биология. 8 класс. М.: Просвещение, 2020. 206 с.
50. Полосин, В. С. Методика обучения химии в средней и высшей школе : сборник трудов. М. : МГПИ им. В. И. Ленина, 1978. 157 с.
51. Рябов М. А., Невская Е. Ю. Сборник основных формул по химии для ВУЗов. М.: АСТ, 2009. 270 с.
52. Саенко О. Е. Аналитическая химия: учебник для средних специальных учебных заведений. Ростов н/Д: Феникс, 2022. 289 с.

53. Сафарова М. А. Карпенко Г. М. Химический эксперимент в современной школе как важнейший инструмент естественнонаучного образования. // Концепт. №12 (декабрь). 2013
54. Сафиуллина Т. Р. Качественный анализ в аналитической химии. М.: Директ- Медиа, 2020. 101 с.
55. Северин Е.С., Алейникова Т.Л.. Биологическая химия. М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2012. 361 с.
56. Сенчански Т., Михайлов-Крстев Т.: Лучшие научные эксперименты для детей. Физика, химия, биология. М.: АСТ, 2017. 224 с.
57. Сивоглазов В.И., Плешаков А.А. Биология, 5 класс. М.: Просвещение, 2020. 112 с.
58. Смелова В. Г. Технология межпредметной интеграции на уроках общей биологии в старшей школе. М.: Директ-Медиа, 2019. 205 с.
59. Сурин Ю.В. Методика проведения проблемных опытов по химии: развивающий эксперимент. М.: Школа-Пресс, 1998. 144 с.
60. Тимирязев К. А. Избранные работы по хлорофиллу и усвоению света растениями. М.: Издательство академии наук СССР, 1948. 348 с.
61. Тоуб М. Механизмы неорганических реакций. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. 678 с.
62. Турсунова Г. Г. Разработка методики выполнения качественных реакций учебно-исследовательских работ по химии: методические аспекты организации образовательной деятельности в сфере дополнительного естественнонаучного образования детей. Казань: Бук, 2019. 34 с.
63. Тяглова В. Э. Исследовательская деятельность учащихся по химии. М.: Глобус. 2007.
64. Фокин Ю. Г. Теория и технология обучения: деятельностный подход: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. М.: Академия, 2006. 239 с.

65. Хмилина К. С. Межпредметные связи на уроках биологии и химии в 9 классе. // Методика обучения дисциплинам естественнонаучного цикла: проблемы и перспективы: материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и школьников. Красноярск, 23 апреля 2020 г. [Электронный ресурс] / отв. ред. Т.В. Голикова; ред. кол.; Электрон. дан. / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. – Красноярск, 2020. С.149-150
66. Холл М. О. Потрясающие научные эксперименты на кухне для детей. М.: АСТ, 2021. 208 с.
67. Хохлова Е. А. Использование качественных реакций на анионы на внеурочных занятиях по химии для 9 класса. // Молодой ученый. 2017. № 48 (182). С. 125-127.
68. Чернобельская Г.М. Методика обучения химии в средней школе. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. 336 с.
69. Gerald R. Van Hecke and Kerry K. Karukstis. An Integration of Chemistry, Biology, and Physics: The Interdisciplinary Laboratory //Journal of Chemical Education. Vol. 7. 2002. P. 837-844.
70. Ucko D. Experiments for Living Chemistry. Amsterdam: Elsevier, 2012. 207 p.
71. VanCleave J. Many More of Janice VanCleave's Wild, Wacky, and Weird Chemistry Experiments. USA: Rosen Publishing Group, 2017. 64 p.
72. Wood A. Backyard Biology Experiments. USA: Rosen Publishing Group, 2018. 32 p.
73. Wood A. Backyard Chemistry Experiments. USA: Rosen Publishing Group, 2018. 32 p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение А

#### Ответы к лабораторному практикуму

5 класс

#### Практическая работа № 1

Название органического вещества	Краткое описание опыта, Название химических веществ, с которыми протекает реакция	Наблюдения
Крахмал	Капнуть каплю иода на продукты питания	При взаимодействии иода с крахмалом наблюдается синее окрашивание. Крахмал содержится в картофеле. Нет крахмала в огурце, томате, капусте, яблоке, банане.
Жир	Масло + гидроксид натрия + этиловый спирт. Смесь прокипятить.	Раствор мутнеет.
Белок	Яичный белок + гидроксид калия + сульфат меди	При добавлении гидроксида калия раствор становится синим, при дальнейшем добавлении сульфата меди голубым.

#### Практическая работа № 2. Минеральные соли

##### Опыт № 1. Состав поваренной соли

Соли натрия окрашивают пламя спиртовки в желтый цвет.

При взаимодействии соляной кислоты с нитратом серебра образуется белый осадок.

#### Опыт № 2. Разрушение эмали зубов

Скорлупа яйца становится мягкой и хрупкой после нахождения ее в газировке.

#### Опыт № 3. Гемоглобин

Происходит образование бордового осадка.

#### Практическая работа № 3. Дрожжи

Брожение дрожжей осуществляется при добавлении к ним углеводов (сахара) в при повышенной температуре воздуха. Тесто становится пористым с легким запахом спирта.

Так как в газированных напитках содержатся консерванты то при добавлении в них дрожжей воздушный шарик не надувается, это обусловлено подавлением консервантами процесса брожения дрожжей.

### **7 класс**

#### Практическая работа «Плавающий пузырь в пресной и соленой воде»

В соленой воде яйцо всплыло на поверхность, в то время как в пресной воде яйцо погрузилось на дно.

Следовательно, воздух в плавающем пузыре служит балластом для погружения рыбы на дно, либо для всплывания ее на поверхность.

### **8 класс**

#### Практическая работа № 1. Неорганические вещества кости

#### Опыты № 1, 2. Кальций, магний

Соли кальция окрашивают пламя спиртовки в оранжевый цвет.

Соль магния при взаимодействии с хлоридом аммония, гидрофосфатом натрия и аммиаком выпадает в виде белого осадка.

Практическая работа № 2. Расщепление углеводов ферментами слюны.

Крахмал при воздействии на него ферментов слюны превратился в глюкозу. Окрасилась в темно-синий цвет только та часть бинта, которая не взаимодействовала с ферментами слюны, потому что крахмал в реакции с иодом приобретает синее окрашивание.

Практическая работа № 3. Желудочный сок

Желудочный сок представляет собой соляную кислоту, ее формула  $\text{HCl}$ .

При взаимодействии соляной кислоты с нитратом серебра выпадает белый творожистый осадок.

Практическая работа № 4. Действие желудочного сока на белки

Расщепление белков происходит в кислой среде при температуре  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Практическая работа №5. Отличие газированной воды от минеральной

Газированная вода имеет кислую среду, минеральная вода – слабощелочную среду.

Минеральную воду пить полезнее для нейтрализации соляной кислоты, образующейся в желудке.

Практическая работа № 6. Кислота в газировке

При взаимодействии нитрата серебра с исследуемыми кислотами, реакция протекает только с фосфорной кислотой – выпадает осадок желтого цвета. Следовательно, в газировке содержится фосфорная кислота.

Практическая работа № 7. Пищеварение в кишечнике. Эмульгирование жиров.

Эмульгирование – процесс расщепления жиров, приводящий к образованию однородной массы из масла и воды.

В обычном состоянии масло с водой не смешивается.

Добавление белка к смеси масла и воды не приводит к смешиванию двух жидкостей.

При добавлении гидроксида натрия масло растворяется, раствор становится однородным.

Практическая работа № 8. Аммиак

Формула аммиака  $\text{NH}_3$ .

При смешивании соляной кислоты с аммиаком происходит выделение густого белого дыма.

## **9 класс**

Практическая работа № 1. Макроэлементы

Соли натрия окрашивают пламя в желтый цвет, соли кальция – в оранжевый, соли калия – в фиолетовый.

Практическая работа №2. Глюкоза

Глюкоза взаимодействует с гидроксидом натрия и с гидроксидом меди. Образуется синий раствор, который при нагревании сменяет свою окраску на бурую.

Практическая работа № 3. Выделение липидов из желтка яиц

При взаимодействии липидов, содержащихся в желтке яйца, происходит их растворение, поэтому желток обесцвечивается.

Практическая работа № 4. Мономер биологического окисления – глицерин

При взаимодействии глицерина с гидроксидом меди и гидроксидом натрия наблюдается образование нового вещества василькового цвета.

#### Практическая работа № 5. Расщепление белков до аминокислот

Ананас в данной реакции является катализатором расщепления белков до аминокислот. Белок желатина состоит из цепи аминокислот, крепко связанных друг с другом. При действии на него катализатора ананаса происходит разрыв связей желатина и его растворение.

#### Практическая работа № 6. Молочная кислота

Молочная кислота приобретает зеленовато-зеленое окрашивание в результате взаимодействия ее с фенолом и хлоридом железа.

При окислении молочной кислоты перманганатом калия образуется уксусная кислота, определяемая по запаху.

Контрольная работа №1 по теме «Строение клетки»

Часть А. Задания с выбором одного верного ответа.

1. Ученый, открывший клетку

А) Шванн Теодор Б) Роберт Гук В) Антони ван Левенгук

2. Основным веществом клетки является

А) вода Б) белок В) крахмал

3. Вещество, которое в большом количестве содержится в семенах бобовых растений:

А) углеводы Б) жир В) белок

4. Неорганическое вещество клетки

А) жиры Б) углеводы В) минеральные соли

5. Перемещение воды и питательных веществ по клетке осуществляется за счет движения

А) цитоплазмы Б) вакуоли В) ядра

6. Крахмал относится к

А) белкам Б) углеводам В) жирам

7. Целостность клетки обеспечивает

А) оболочка Б) цитоплазма В) ядро

8. Цвет пластид в клетках чешуи кожицы лука

А) оранжевые Б) зеленые В) бесцветные

9. Количество воды в клетке составляет

А) 80-95 % Б) 50-60% В) 10-15%

## Часть В

В1. Выберите три верных ответа из пяти. Растительная клетка отличается от животной

- А) наличием митохондрий
- Б) наличием хлоропластов
- В) запасным веществом клетки – крахмалом
- Г) запасным веществом клетки – гликогеном
- Д) клеточная стенка состоит из целлюлозы

В2. Установите соответствие между частями клетки и выполняемыми ими функциями

Части клетки	Функции
1. Цитоплазма 2. Клеточная мембрана	А) служит границей разделения сред Б) заполняет внутриклеточное пространство В) защищает от внешних воздействий Г) осуществляет транспорт веществ в клетке

## Часть С.

Задание. Вам дан яичный белок и набор следующих реактивов: 1) соляная кислота, 2) гидроксид натрия, 3) сульфат меди, 4) фосфат натрия.

Добавляя к белку последовательно два реактива из предложенного перечня, проведите химическую реакцию, являющуюся качественной реакцией для обнаружения белков.

В ответе запишите вашу последовательность действий и наблюдения.

## Ответы

1-Б

2-А

3-В

4-В

5-А

6-Б

7-А

8-В

9-А

В1 – БВД

В2- А2,Б1,В2,Г1

С. При добавлении гидроксида натрия раствор становится синим, при дальнейшем добавлении сульфата меди голубым.

Контрольная работа по теме «Пищеварение»

Часть А. Задания с выбором одного правильного ответа

1. В желудке осуществляется процесс расщепления  
А) углеводов Б) жиров В) белков
2. Всасывание питательных веществ происходит в  
А) тонком кишечнике Б) толстом кишечнике В) ротовой полости
3. Орган, обеспечивающий очищение крови от поступивших в нее ядовитых веществ  
А) пищевод Б) печень В) поджелудочная железа
4. Фермент лизоцим содержится в  
А) кишечнике Б) желудке В) слюне
5. Пепсин- фермент клеток  
А) желудка Б) кишечника В) ротовой полости
6. Продукты, стимулирующие образование желудочного сока  
А) овощи и фрукты Б) мясные и рыбные бульоны В) молочные продукты
7. Глюкоза запасается в печени человека в виде  
А) гликогена Б) крахмала В) инсулина
8. Вещества до которых происходит расщепление белков  
А) глицерин и жирные кислоты Б) глюкоза В) аминокислоты
9. Самая крупная пищеварительная железа  
А) слюнная железа Б) печень В) поджелудочная железа

Часть В. Установите соответствие между отделами желудочно-кишечного тракта и процессами, которые в них происходят.

Отдел желудочно-кишечного тракта	Пищеварительные процессы
1. Желудок	А) обработка желчью пищевой массы Б) расщепление белков В) всасывание веществ ворсинками эпителия Г) расщепление клетчатки
2. Тонкий кишечник	
3. Толстый кишечник	

Часть С. Практическое задание

В трех химических стаканах (№1, №2, №3) находятся вещества, названия которых вам необходимо определить. Для определения веществ вам даны реагенты: лакмусовая бумага, нитрат серебра, гидроксид калия, серная кислота, хлорид натрия.

Выполните химический эксперимент и установите соответствие между номерами химических стаканов и веществами: растительное масло, кислота, входящая в состав газировки, кислота желудочного сока.

Для получения дополнительных баллов за ответ на задание, напишите формулы кислот.

Ответы

1-В

2-А

3-Б

4-В

5-А

6-Б

7-А

8-В

9-Б

Часть В. 2123

Часть С.

При добавлении гидроксида натрия масло растворяется, раствор становится однородным.

Кислоту газировки определяют прибавляя к ней несколько мл нитрата серебра. Выпадает желтый осадок. Значит, фосфорная кислота.

Если к кислоте желудочного сока добавить нитрат серебра выпадет белый осадок. Название кислоты – соляная кислота.

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. Астафьева»

Международный научно-образовательный форум  
«СИСТЕМА ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ –  
РЕСУРС РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА»

## ИННОВАЦИИ В ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

XIII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
(С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ)  
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Красноярск, 25 ноября 2021 г.

Электронное издание

КРАСНОЯРСК  
2021

<i>Васильева Н.В.</i> Организация исследовательской деятельности обучающихся в условиях обновленной образовательной практики при изучении биологии .....	58
<i>Галкина Е.А.</i> Профориентационная работа как ресурс выявления и поддержки педагогически одаренной молодежи в области естественно-научного образования .....	62
<i>Гапко Н.В.</i> Выделение пигментов растений методом хроматографии .....	67
<i>Глушкова А.В.</i> Образовательно-просветительские проекты парка «Роев ручей» как средства формирования познавательного интереса школьников к предметам естественно-научной направленности .....	71
<i>Голыкова Т.В., Березина М.Н., Тольманова К.А.</i> Интегрированный подход к изучению естественных наук в специализированных классах биолого-химического профиля .....	75
<i>Гончарук И.Д.</i> Педагогический потенциал и целесообразность использования электронно-образовательной среды на уроках биологии в основной школе .....	80
<i>Горюнов Н.М.</i> Становление надпредметного компонента содержания образования .....	83
<i>Григорьев И.Н.</i> Методика разработки и применения творческих заданий при изучении раздела «Растения» .....	89
<i>Зинихина Д.А., Дорин А.А.</i> Электронная рабочая тетрадь по региональному компоненту географии Республики Хакасия .....	94
<i>Зоржва И.А., Банникова К.К., Юносова Л.В.</i> Реализация дистанционного курса «Прикладная микробиология» в рамках непрерывного профессионального образования учителей биологии и химии .....	99
<i>Иванова Е.Д.</i> Разнообразие заданий, обеспечивающие формирование естественнонаучной грамотности .....	105

4

### ВЫДЕЛЕНИЕ ПИГМЕНТОВ РАСТЕНИЙ МЕТОДОМ ХРОМАТОГРАФИИ ISOLATION OF PLANT PIGMENTS BY CHROMATOGRAPHY

Н.В. Гапко  
N.V. Gatsko

**Ключевые слова:** хлорофилл, пигменты, колоночная хроматография, сорбент, элюент.  
**Keywords:** chlorophyll, pigments, column chromatography, sorbent, eluent.

**Аннотация.** В статье описывается методика определения компонентного состава хлорофилла методом колоночной хроматографии. Приведены структурные сходства и различия хлорофиллов а и b. Рассмотрены методы хроматографии для разделения и определения пигментов растений.

**Abstract.** The article describes a method for determining the component composition of chlorophyll by column chromatography. Structural similarities and differences between chlorophylls a and b are presented. Methods of chromatography for the separation and determination of plant pigments are considered.

**Ж**изнь растений на Земле обеспечивается наличием в их листьях хлорофилла, способного превращать энергию солнечного света в химическую энергию органических соединений. Изучением природы хлорофилла занимался русский ботаник-физиолог, биохимик растений Михаил Семенович Цвет. В 1900 г. с помощью метода адсорбционной хроматографии был выделен хлорофилл в чистом виде.

Хроматография – физико-химический метод разделения смеси веществ на компоненты, основанный на процессах сорбции и десорбции неподвижной фазы (сорбента) с подвижной фазой (элюентом). Компоненты сложных органических веществ имеют разную сорбционную способность,

67

поэтому, проходя через неподвижную фазу, оставляют на ней свои «отпечатки» на определенном расстоянии друг от друга. Анализ результатов и сравнение их с эталоном позволяют установить компонентный состав исходного химического соединения.

М.С. Цвет методом адсорбционного хроматографического анализа разделил растительные пигменты [1]. Для приготовления спиртовой вытяжки М. С. Цвет растирал листья тиса ягодного в лигнине с примесью очищенного карбоната кальция, полученного путем обработки гашеной известки углекислым газом. Вытяжку пигментов он заливал в стеклянную трубку (колонку) и по каплям прибавлял бензол. Карбонат кальция способствовал адсорбции пигментов, растворению их в бензоле и разделению смеси в колонке на две части: внизу образовалась жидкость желтого цвета (каротиноиды), а сверху – зеленая (смесь хлорофиллов). При последующем пропускании через вытяжку пигментов лигнине зеленая часть смеси дифференцируется на желто-зеленую верхнюю зону и нижнюю – сине-зеленую.

Таким образом, М.С. Цвет распознал фракционное строение хлорофилла.

В 1907 г. из листьев крапивы Р. Вильштеттер получил кристаллический хлорофилл и установил его структуру. Атом магния входит в состав хлорофилла, состоящего из порфириновых колец. При спектральном анализе Р. Вильштеттер определил, что хлорофилл представляет собой смесь пигментов – хлорофилла «а» и хлорофилла «b», отличающихся друг от друга одним радикалом. Хлорофилл «а» у третьего кольца содержит метильную группу, хлорофилл «b» – альдегидную. Спектр поглощения также различен: желто-зеленая часть спектра – хлорофилл «а», сине-зеленая – хлорофилл «b» [4].

Исследуя растения из разных уголков мира, Р. Вильштеттер пришел к выводу, что все аэробные растения, в том

68

числе и водоросли, содержат две формы хлорофилла. Главным из них является хлорофилл «а», так как с его помощью происходит процесс фотосинтеза [3].

Кроме колоночной хроматографии, выделяют тонкослойную, также позволяющую исследовать пигменты растений. Тонкослойная хроматография была открыта Мартином Виллем Бейеринком при изучении явления диффузии соляной и серной кислоты в желатине. Свежеприготовленный горячий раствор желатина (25 г порошка на 1 л воды) М. Бейеринк залил в пробирку. После остывания раствора в центр желеобразной массы с помощью пипетки он нанес 1–2 капли соляной и серной кислоты. Обнаружение глубины их диффузии определялось с помощью качественных реакций. К соляной кислоте был добавлен нитрат серебра, к серной – раствор хлорида бария. При многократном повторении эксперимента Бейеринк определил коэффициент подвижности кислот ( $R_f=0,4$ ) и сделал вывод, что соляная кислота перемещалась быстрее, чем серная. Так, была открыта тонкослойная хроматография. Она позволяет анализировать сложные смеси веществ разных классов: углеводов, спиртов, стероидов. Методика ее состоит в нанесении на стеклянную или бумажную пластинку тонкого слоя сорбента. На стартовую линию слоя сорбента наносят пробы веществ: край пластинки ниже стартовой линии погружают в систему растворителей и закрывают шлифованной крышкой. За счет капиллярных сил растворитель передвигается по пластинке. Таким образом, смесь веществ разделяется. Границу подъема жидкости отмечают, пластинку сушат и проявляют [2].

Для выделения растительных пигментов методом тонкослойной хроматографии необходимо приготовить спиртовую вытяжку: 2–3 г растительного материала к 25 мл спирта. Из хроматографической бумаги вырезать полоску длиной до 15 см, погрузить в раствор вытяжки и высушить до появления зеленого цвета. После этого неокрашенную часть



полоски поместить в ацетон для поднятия пигментов на 1–1,5 см. Так, получают окрашенную зону, где сконцентрирована смесь пигментов. Затем высушенную полоску в вертикальном положении поместить в бюкс с растворителем (смесь бензин: бензол) до линии старта пигментов. Бюкс плотно закрыть шлифованной крышкой. Через 10 минут растворитель поднимется и смесь пигментов разделится на компоненты: снизу будут хлорофиллы b и a, сверху – каротиноиды (каротин и ксантофилл) [5].

Таким образом, хроматография позволяет разделить смесь пигментов на составляющие ее компоненты. Методом хроматографии было установлено, что листья содержат не только зеленые пигменты – хлорофиллы, придающие листьям зеленый цвет, но и влияющие на изменение осенней окраски листьев пигменты желтого цвета – каротиноиды.

#### Библиографический список

1. Биография русских ученых. URL: <http://www.bibliotekar.ru/2-7-53-biografi-uchonyh/32.htm> (дата обращения: 14.10.2021).
2. Грандберг И.И. Практические работы и семинарские занятия по органической химии: учеб. пособие для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2018. 349 с.
3. Кабашникова Л.Ф. Хлорофилл – зеленое вещество жизни // Наука и инновации. 2018. № 1. С. 65–69.
4. Отличия хлорофилла а и хлорофилла b. URL: <https://vchemgaznica.ru/xlorofill-a-i-b-chem-oni-otlichayutsya/> (дата обращения: 10.10.2021).
5. Разделение фотосинтетических пигментов методом бумажной хроматографии. URL: [https://studopedia.ru/9\\_30740\\_zadanie--himicheskie-i-opticheskie-svoystva-pigmentov-lista.html](https://studopedia.ru/9_30740_zadanie--himicheskie-i-opticheskie-svoystva-pigmentov-lista.html) (дата обращения: 16.10.2021).



**ХИМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ  
КАК МЕТОД РЕАЛИЗАЦИИ  
СИСТЕМО-ДЕЯТЕЛЬНОСТНОГО ПОДХОДА  
НА УРОКАХ БИОЛОГИИ  
CHEMICAL EXPERIMENT AS A METHOD  
FOR IMPLEMENTING THE SYSTEM-ACTIVE  
APPROACH IN BIOLOGY LESSONS**

**Н.В. Гацко**

Научный руководитель **О.И. Фоминых** –  
кандидат химических наук, старший преподаватель  
кафедры биологии, химии и экологии,  
Красноярский государственный педагогический  
университет им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

**N.V. Gatsko**

Scientific adviser **O.I. Fominykh** –  
PhD in Chemistry, Senior Lecturer, Department of Biology,  
Chemistry and Ecology, Krasnoyarsk State Pedagogical  
University named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Эксперимент, фотосинтез, развивающее обучение, проблема, пигмент.  
Статья посвящена одной из современных проблем педагогики – переходу от традиционного обучения к системно-деятельностному. Рассматривается «химический эксперимент» как метод обучения биологии. Приведен пример урока с применением химического эксперимента по теме «Фотосинтез».

Experiment, photosynthesis, developmental learning, problem, pigment.  
The article is devoted to one of the modern problems of pedagogy – the transition from traditional education to system-activity. The «chemical experiment» is considered as a method of teaching biology. An example of a lesson using a chemical experiment on the topic «Photosynthesis» is given.

Федеральный государственный образовательный стандарт второго поколения предусматривает организацию обучения школьников на основе системно-деятельностного

**Секция III. ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

*Асафонова И.В., Качалова Г.С.*  
Вводная диагностика экспериментальных умений по химии ..... 167

*Алжиринский Д.Е., Фоминых О.И.*  
Анализ заданий ОГЭ, ВПР, КДР,  
оценивающих естественнонаучную грамотность по химии..... 171

*Басавиева Т.К., Качалова Г.С., Бутаков В.В., Просенко О.И.*  
Закрепление и совершенствование знаний и умений  
по дисциплине «Органическая химия» с помощью цифровых  
образовательных ресурсов и выполнения эксперимента ..... 177

*Биккулатова И.С.*  
Мини-исследования как основа организации  
исследовательской деятельности на уроках химии  
в специализированных классах  
естественнонаучной направленности ..... 182

*Вольвачка А.А., Исмаева Е.И.*  
Разработка интерактивного лабораторного практикума  
по неорганической химии для подготовки к ЕГЭ по химии..... 186

*Волькина В.Э.*  
Работа с текстом на уроках химии ..... 190

*Гацко Н.В., Фоминых О.И.*  
Химический эксперимент как метод реализации  
системно-деятельностного подхода на уроках биологии..... 195

*Гусельникова С.А., Тронникова В.В.*  
Междисциплинарные связи химии и литературы:  
проблемы формирования ..... 199

*Денисова В.В., Ромашкова Ю.Г.*  
Вопросы охраны окружающей среды  
в курсе химии средней школы ..... 203

*Жалнина М.А., Антипова Е.М.*  
Организация групповой работы обучающихся  
в условиях дистанционного обучения ..... 206

*Костин К.В.*  
Химические комплексы как средство развития  
естественнонаучной грамотности по химии ..... 210

подхода, направленного на формирование у обучающихся универсальных учебных действий, таких, как умение самостоятельно достигать поставленной цели и выбирать эффективные пути решения учебных и познавательных задач. Реализация системно-деятельностного подхода возможна в результате применения технологии развивающего обучения. Данная технология позволяет не просто формировать систему знаний обучающихся, но и заложить фундамент для развития их творческих способностей.

Сущность подхода основывается на постановке перед обучающимися какой-либо учебной проблемной задачи, к решению которой они должны прийти самостоятельно, используя различные пути решения, в том числе и экспериментальный. Данный путь решения задач наиболее актуален на уроках биологии, так как около 35% всего учебного времени отводится на выполнение лабораторно-практических работ. Кроме того, некоторые из них могут иметь в своем контексте химическую составляющую. Например, при изучении тем «Химический состав клетки», «Пищеварительная система человека: ферменты», «Круговорот веществ в природе», «Фотосинтез» нельзя обойтись без привлечения химического эксперимента.

Для активизации мышления обучающихся перед организацией химического эксперимента необходима постановка учителем проблемной задачи, решение которой будет способствовать формированию у школьников следующих умений [2]: выдвигать гипотезы, самостоятельно находить ответы на поставленные вопросы, делать правильные выводы, экспериментально подтверждать происходящие в природе явления.

Химический эксперимент в технологии развивающего обучения активизирует внимание и мышление всех обучающихся класса, так как характеризуется наибольшей наглядностью.

На современном этапе развития школьного образования необходимо сочетание традиционных биологических опытов и новых проблемно-развивающих химических экспериментов, которые будут не только иллюстрировать изучаемые явления, но и служить способом их познания.

Рассмотрим применение «химического эксперимента» на практике в процессе обучения биологии в 6 классе МБОУ Лицея №10.

Тема: Воздушное питание растений – фотосинтез.

Перед обучающимися в начале урока были поставлены две проблемные задачи: 1) выясните цвет пигментов, которые содержатся в зеленом листе; 2) определите причину изменения окраски листьев осенью. Задачи были даны обучающимся не сразу, а последовательно. После решения первой задачи учитель озвучивал вторую.

Для решения первой проблемной задачи обучающимся был предложен Опыт №1.

Оборудование и реактивы: листья герани, фарфоровая ступка, пестик, пробирки, воронка, фильтровальная бумага, 95%  $C_2H_5OH$ , бензин.

Ход работы: 1) Получить вытяжку из листьев: измельчить листья, добавить к ним 5–10 мл этилового спирта, 1 г мела и растереть в фарфоровой ступке до получения однородной зеленой массы. Прилить еще 5 мл спирта, и полученную вытяжку отфильтровать в пробирку. [1]

2) Определить цвет пигментов: погрузить полоску фильтровальной бумаги в пробирку с вытяжкой. Через 3–5 мин снизу появится зеленый пигмент, сверху – желтый и красный.

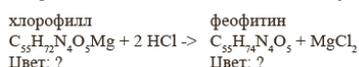
После проведения опыта обучающимся был дан ответ на проблемную задачу: в листе содержится зеленый пигмент, видимый невооруженным глазом, а также желтый и красный пигменты, которые можно определить только экспериментальным путем.

197

Для разрешения второй проблемной задачи обучающимся на карточке предлагается фрагмент текста с химическим опытом и схемой.

Осенью происходит сокращение светового дня и понижение температуры. Эти факторы способствуют накоплению в листьях соляной кислоты.

Чтобы определить, как соляная кислота действует на растение, проведите химический эксперимент: приготовьте спиртовую вытяжку хлорофилла и разлейте в 2 пробирки по 2–3 мл. Одну пробирку оставьте контрольной. Во вторую пробирку добавьте 2–3 капли соляной кислоты. Пронаблюдайте происходящие явления и допишите схему:



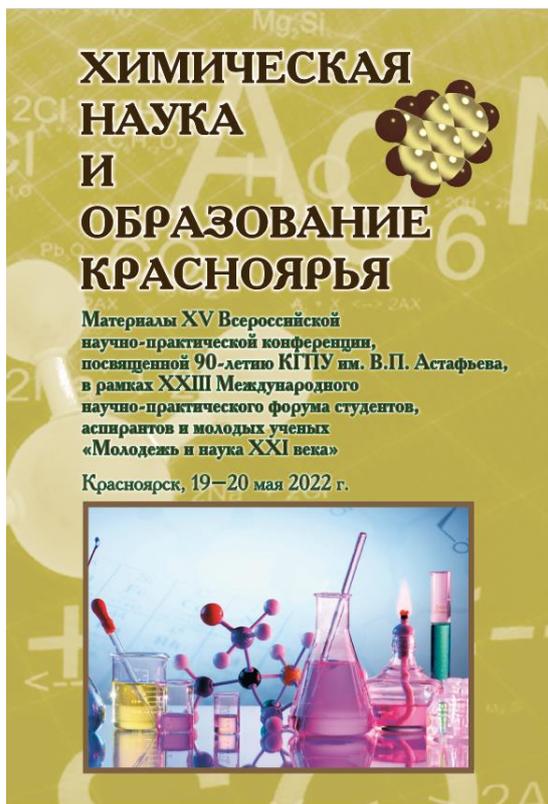
В результате проделанного опыта обучающиеся узнают, что цвет хлорофилла зависит от присутствия в нем Mg. Комплексносвязанный магний замещается на водород, и хлорофилл превращается в феофитин бурого цвета. Данное превращение объясняет причину изменения окраски листьев.

Таким образом, химический эксперимент на уроках биологии способствует самостоятельному подтверждению обучающимися происходящих в природе явлений, развивает их творческий потенциал и мыслительную деятельность.

#### *Библиографический список*

1. Батурицкая Н.В., Фенчук Т.Д. Удивительные опыты с растениями: Кн. для учащихся. Мн.: Нар. асвета, 1991. 208 с.
2. Чудинова Е.В. Новая биология. Деятельностный подход к биологическому образованию школьников. М.: Авторский клуб, 2015. 60 с.

198



СОДЕРЖАНИЕ

Секция I. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ХИМИЯ

*Антипова Ю.В., Карпов Д.В., Сайкова С.В.*  
Изучение влияния цитрат-ионов на стабильность гидрозолей магнетита ..... 3

*Воробьева А.С., Кирик С.Д., Тобис М.С.*  
Сравнительное исследование возможностей электросорбции для очистки от органических примесей в технологических и экологических целях ..... 7

*Гацко Н.В., Горностаев Л.М.*  
Спектральная идентификация хлорофилла из комнатных растений ..... 11

*Гнидан Е.В., Кузнецов Б.Н.*  
Экстракционное фракционирование лигнина древесины осины ..... 14

*Горностаев Л.М., Фоминых О.И., Большаков И.Н.*  
Синтез и биологическая активность O,N-(2-сульфозил)хитозанов ..... 17

*Игонин А.С., Исавва Е.И.*  
Синтез и свойства комплексного соединения меди (II) с моноэтаноламином ..... 22

*Каргина О.И., Пritchina Е.А., Грицан Н.П., Фоминых О.И., Горностаев Л.М.*  
Фотохромизм 5-арилоксиафто[1,2,3-сд]индол-6(2H)-онов ..... 27

*Карпов Д.В., Воробьева С.А., Антипова Ю.В., Михлин Ю.Л., Сайкова С.В.*  
Синтез и изучение физико-химических свойств плотных золей анизотропных наночастиц SiO<sub>2</sub> ..... 37

*Киришинева Е.А., Сайкова С.В., Пантелеева М.В., Григорьева Е.В.*  
Влияние параметров термической обработки на формирование фазы Fe<sub>2</sub>Fe<sub>3</sub>O<sub>12</sub> ..... 41

*Кроликоев А.Е., Сайкова С.В.*  
Разработка метода одностадийного алюирования ионов никеля из катионита КУ-2-8 с образованием твердого продукта ..... 46

*Макеева Д.А., Сайкова С.В.*  
Получение, стабилизация и изучение физико-химических свойств наночастиц феррита никеля ..... 50

*Моргунова Н.А., Тобис М.С., Кирик С.Д.*  
Извлечение из растворов ионов металлов методом электросорбции (емкостной деионизации) ..... 53

221

- Артемченко А.И. и др. Практикум по органической химии. С.-Петербург: учеб. пособие для студентов строит. спец. вузов. 3-е изд., испр. М.: Высшая школа, 2001. 187 с. ил.
- Патент РФ №2181107 С1, 12.25.2002.
- Патент РФ №2104927 С1, 31.12.1998.
- Патент РФ №2110482 С1, 10.05.1998.

**СПЕКТРАЛЬНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ХЛОРОФИЛЛА ИЗ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ**  
SPECTRAL IDENTIFICATION OF CHLOROPHYLL FROM HOUSE PLANTS

**N.V. Gacko**  
Научный руководитель Л.М. Горностаев  
КГПУ им. В.П. Астафьева, г. Красноярск

**N.V. Gacko**  
Scientific adviser L.M. Gornostaev  
KSPU named after V.P. Astafyev, Krasnoyarsk

Хлорофилл, флэш-хроматография, УФ-спектроскопия, квант света, синглетное состояние.

В статье описывается методика выделения хлорофилла методом флэш-хроматографии. Определены УФ-спектры хлорофилла «а» и хлорофилла «в». Показана взаимосвязь поглощения хлорофиллом участка спектра с переходами молекулы в синглетные состояния.

Chlorophyll, flash chromatography, UV spectroscopy, light quantum, singlet state.

The article describes a technique for isolating chlorophyll by flash chromatography. The UV spectra of chlorophyll «a» and chlorophyll «b» were determined. The interrelation between the absorption of a part of the spectrum by chlorophyll and the transitions of the molecule to singlet states is shown.

В школьном курсе биологии хлорофилл изучается в качестве вещества зеленого цвета, за счёт которого осуществляется процесс фотосинтеза. На самом деле хлорофилл –

это не одно вещество, а смесь, состоящая из хлорофилла «а» и хлорофилла «в», отличающихся друг от друга определенными свойствами.

Объектом исследования хлорофилла комнатных растений был выбран фикус каучуконосный (*Ficus elastica*). Листья фикуса (87 г.) мелко нарезали ножницами, растерли пестиком в ступке, подготовленную массу залили этанолом (200 мл) и оставили на ночь. Затем отфильтровали, спирт отделили перегонкой, остаток экстракта перенесли в фарфоровую чашку и высушили при 20°C. Вязкую смесь растворили в 10 мл ацетона, отфильтровали, разделили методом флэш-хроматографии на сухой колонке [1]. Использовали в качестве сорбента силикагель 60А (6-35 микрон) фирмы Fisher Chemical, элюент – сначала бензол, затем бензол-ацетон (4:2), ацетон.

Полученные фракции хлорофиллов «а» и «в» исследовали спектрофотометрическим методом (рис.). Электронные спектры поглощения записаны на спектрофотометре Evolution 300 (кюветы 10 мм).

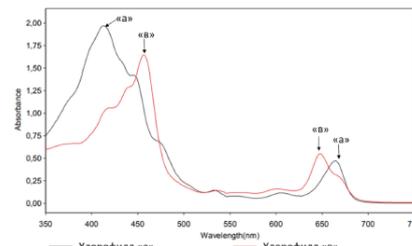


Рис. УФ-спектры поглощения хлорофиллов а и в

Области поглощения света хлорофиллами находятся в синей и красной частях спектра. Хлорофилл «а» в смеси бензола с ацетоном (1:1) имеет максимум поглощения в синей области спектра – 413 нм, в красной области спектра – 663 нм. Хлорофилл «в» поглощает свет в синей области спектра в пределах 457 нм, в красной области спектра – 645 нм. В зеленой области спектра свет отражается, поэтому листья растений приобретают соответствующую окраску [2].

В сине-фиолетовой области спектра поглощение света хлорофиллом осуществляется за счет наличия в его молекуле 9 пар конъюгированных одинарных и двойных связей порфиринового кольца с 18 делокализованными  $\pi$ -электронами, возбуждающимися квантами света с энергией  $4,5 \cdot 10^{-19}$  Дж, соответствующей этим лучам. Поглощение света хлорофиллом в красной области спектра связано с гидрированием двойной связи  $C_7-C_8$  в четвертом пирольном ядре и наличием атома магния в порфириновом кольце [3].

Поглощая квант света в красной области спектра, молекула хлорофилла переходит в первое синглетное состояние ( $S_1$ ). Возвращение ее к исходной структуре возможно двумя путями: 1) в результате флуоресценции молекулы хлорофилла; 2) переходом молекулы хлорофилла в триплетное состояние [3].

Поглощение хлорофиллом кванта света в синей области спектра приводит к возникновению второго синглетного ( $S_2$ ) состояния. В результате выделения теплоты молекула переходит в первое синглетное ( $S_1$ ) состояние, и дальнейшие процессы происходят при возбуждении красным светом.

Таким образом, молекула хлорофилла способна избирательно поглощать кванты света, переходить в стадию энергетически выгодного состояния молекулы, преобразовывать энергию синглетных состояний в химическую энергию.

13

#### **Библиографический список**

1. Травень В.Ф. Практикум по органической химии: учебное пособие. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 592 с.
2. Лесовская М.И., Колесенская Г.И. НОУ-ХАУ: Научное общество учащихся – химический арсенал учителя: научно-методическое пособие по организации работы научного общества учащихся. Краснояр. гос. пед. ун-т. Красноярск, 2006. 228 с.
3. Кайгородов Р.В., Чудинова Л.А. Спецглавы физических и химических наук: инструментальные методы исследований. Перм. гос. нац.-исслед. ун-т. Пермь, 2016.

#### **ЭКСТРАКЦИОННОЕ ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ЛИГНИНА ДРЕВЕСИНЫ ОСИНЫ EXTRACTION FRACTIONATION OF ASPEN WOOD LIGNIN**

**Е.В. Гнидан**  
Научный руководитель **Б.Н. Кузнецов**  
*СФУ, г. Красноярск*

**E.V. Gnidan**  
Scientific adviser **B.N. Kuznetsov**  
*SibFU, Krasnoyarsk*

ОрганосольVENTный лигнин, этанолигнин, древесина осины, экстракция, фракционирование.

*Методами ИК-спектроскопии и ГПХ изучены состав и структура этанолигнина, полученного экстракционным фракционированием из древесины осины после предварительного щелочного экстрагирования ксилана.*

Organosolv lignin, ethanol-lignin, aspen wood, extraction, fractionation  
*The composition and structure of ethanol-lignin obtained by extraction fractionation from aspen wood after preliminary alkaline extraction of xylan were studied by IR spectroscopy and GPC.*

**И**спользование в промышленных масштабах привлека-  
тельных свойств лигнина, таких, как богатый арома-  
тический состав, высокое содержание углерода, биоразла-

14