

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.В.П.  
Астафьева» (КГПУ им.В.П. Астафьева)

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

Сурнина Евгения Васильевна

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**МОДИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ И ИХ  
ИЗУЧЕНИЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя  
профилями подготовки)

Направленность (профиль) образовательной программы: Биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой:

Антипова Е.М. д.б.н., профессор

15 мая 2019 г.

(дата, подпись)

Руководитель:

Халявина Ю.Г. к.х.н., доцент

15 мая 2019 г.

(дата, подпись)

Дата защиты 17 июня 2019 г.

Обучающийся: Сурнина Е.В.

15.05.2019

(дата, подпись)

Оценка \_\_\_\_\_

(прописью)

Красноярск 2019



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ БИОПОЛИМЕРЫ .....	9
1.1. Значение биополимеров .....	9
1.2. Хитин и хитозан .....	10
1.2.1. Источники получения и основные физико-химические характеристики хитозана .....	11
1.3. Биоразлагаемые полимеры.....	11
1.3.1. Полилактаты.....	13
1.3.2. Полигидроксиоксаноаты.....	14
1.3.3. Биополимеры на основе крахмала .....	16
ГЛАВА II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....	19
2.1. Химические свойства хитозана .....	19
2.2. Синтез N-2-фторид-4-нитрофенилхитозана.....	24
ГЛАВА III. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	26
3.1 Краткие сведения обо элективных курсах.....	26
3.2. Элективный курс «Биополимерный».....	29
ВЫВОДЫ.....	66
СПИСТОК ЛИТЕРАТУРНЫЙ.....	67
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	71

## ВВЕДЕНИЕ

Биополимеры активно используются в области биотехнологии и медицины. Они находят свое применение в качестве инструментов для решения биомедицинских проблем, таких как системы доставки лекарств, конструирование биосенсоров, применение в тканевой инженерии, регенеративной медицине [3]. Синтетические полимеры обладают тем преимуществом, что их состав и структуру легко контролировать, однако перспективными для использования в биомедицинской области являются, природные биополимеры, благодаря их биосовместимости и способности к биодegradации. Важное место среди природных биополимеров занимает хитозан, получаемый реакцией деацетилирования хитина. Хитозан имеет большой потенциал за счет своих свойств, таких как высокая адсорбционная способность, биодegradация, биосовместимость, низкая токсичность [4]. Наличие гидроксильных и аминогрупп позволяет модифицировать молекулу хитозана путем введения различных функциональных заместителей, с получением отличающихся по свойствам производных, что значительно расширяет области применения данного биополимера, благодаря возможности направленного изменения его свойств. Производные хитозана, растворимые в воде при значениях pH близких к нейтральному, обращают на себя повышенное внимание ввиду возможности их применения в разных областях химии и биологии [7]. Универсальность и широкие возможности применения водорастворимых производных хитозана делают их интересными и актуальными объектами исследования.

**Цель работы** – разработка элективного курса по теме «Биополимеры» для обучающихся 10 классов, с использованием экспериментальных данных по модификации природных биополимеров на примере хитозана.

### **Задачи:**

- 1) изучить литературные источники по теме исследования;
- 2) провести химический эксперимент по получению новых функционализированных производных на основе хитозана;

- 3) разработать элективный курс по теме: «Биополимеры» для обучающихся 10 классов.

**Научная новизна.** Природные полимеры широко изучаются и находят свое применение в повседневной жизни, а также используются в промышленности, благодаря своим уникальным свойствам. Среди природных полимеров, полисахариды являются наиболее широко изучаемыми и используются в системах доставки лекарств, тканевой инженерии, в составе перевязочных средств благодаря таким свойствам, как биосовместимость, биоразлагаемость и низкая токсичность.

**Практическая значимость.** Полученные экспериментальные данные по синтезу биополимеров на основе хитозана использованы в разработке темы: «Полисахариды. Хитин и хитозан.», которая входит в программу элективного курса «Биополимеры» для обучающихся 10 класса, интересующихся химией, биологией и медициной.

**Апробация работы.** Результаты выпускной квалификационной работы были представлены на конференциях различного уровня:

- XVIII Всероссийская научно-практическая конференция «Теория и методика естественнонаучного образования: проблемы и перспективы», 23 апреля 2019 г.
- VIII Межрегиональная научно-практическая конференция «Химическая наука и образование Красноярья», 16 мая 2019 г.
- Открытый конкурс научно-исследовательских работ «Научный дебют» 21 марта, 2019 г.

**Публикации.** По теме дипломной работы опубликованы тезисы и материалы 2 докладов:

1. Сурнина Е.В. Организация научно-исследовательской работы в старшей школе на примере темы «Биополимеры» // Химическая наука и образование Красноярья: мат. XII межрегион. науч.-практ. конф., посвященной 150-летию открытия Периодического закона химических элементов Д.И. Менделеевым. Красноярск, 2019. С. 135-138.

2. Сурнина Е.В. Изучение строения крахмала в рамках элективного курса «Биополимеры» // Теория и методика естественнонаучного образования: проблемы и перспективы: Сб. науч. тр. – Красноярск, 2019.

## ГЛАВА I. ПРИРОДНЫЕ БИОПОЛИМЕРЫ

### 1.1. Значение биополимеров

Биополимеры — это природные или биосинтетические (продуцируемые микробными штаммами) высокомолекулярные соединения, являющиеся основой всех живых организмов и растений [22]. К биополимерам относятся белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и их производные. Известны также смешанные биополимеры, например липопротеиды (комплексы, содержащие белки и липиды), гликопротеиды (соединения, в молекулах которых олиго- или полисахаридные цепи ковалентно связаны с пептидными цепями белка) [26].

Природные полимеры под влиянием различных организмов или продуцируемых ими ферментов разлагаются на низкомолекулярные вещества, участвующие в метаболизме простейших форм жизни. Ферменты играют роль катализаторов, облегчающих распад главной цепи полимера. В ходе эволюции возникли специфические ферменты, избирательно разрушающие природные высокомолекулярные соединения, действующие, например, на целлюлозу, белки, и другие природные полимеры. Так, амилаза вызывает распад молекулы крахмала. Ферменты, способные вызывать деструкцию синтетических полимеров в природе отсутствуют. Однако, полимеры этих классов наиболее широко применяются при создании различных упаковочных изделий для кратковременного пользования. Эти отходы составляют большую часть бытового мусора во всех промышленно развитых странах. В последние годы возрос интерес к материалам на основе природных полимеров, таких как крахмал и хитин, структура которых позволяет им участвовать в круговороте веществ и поэтому быть экологически безопасными [30].

## 1.2. Хитин и хитозан

Хитозан – уникальный биополимер для биомедицины. В последних достижениях науки нередко участвуют полимеры, поэтому многие исследователи называют этот век – веком полимеров. Молекулы, объединенные в длинные цепочки, называются полимерами или макромолекулами. Полимеры по происхождению подразделяют на два типа: природные и синтетические [8]. Природные полимеры широко изучаются и находят свое применение в повседневной жизни, а также используются в промышленности, благодаря своим уникальным свойствам. Среди природных полимеров, полисахариды являются наиболее широко изучаемыми и используются в системах доставки лекарств, тканевой инженерии, в составе перевязочных средств благодаря таким свойствам, как биосовместимость, биоразлагаемость и низкая токсичность [9].

Хитозан является полусинтетическим природным полисахаридом, который получают деацетилированием хитина в щелочной среде. Более 200 лет назад в 1811 году французский профессор Н. Brasconnot впервые выделил нерастворимый полисахарид при исследовании состава грибов и назвал его фунгином. В 1923 году А. Odier выделил из надкрылий майского жука соединение, которое он назвал хитином. Но только в 1931 году Rammelberg идентифицировал фунгин и хитин и дал им общее название хитин. Биологи и химики, в основном во Франции и Германии начали исследования этого биополимера. Активное изучение хитина можно отнести к первой половине XX века. Вскоре стало очевидно, что его производное хитозан может иметь практическое значение и его начали детально исследовать в разных странах, в том числе и в России [10]. Новый этап в изучении хитина/хитозана и их производных отмечается и в последние пять лет. В этих исследованиях большая доля приходится на работы, связанные с применением данного полимера в области медицины, фармацевтики [15]. Было показано, что в организме человека происходит дегградация хитина/хитозана [17].



Установлено, что биополимер и продукты его биодеструкции обладают антибактериальной [18], антиоксидантной [20], иммунологической активностями [21]. Исследования последних лет доказывают, что хитозан и его производные являются функциональным материалом, который может быть использованы в качестве носителя для доставки биологически активных веществ в органы и ткани организма [23].

### 1.2.1. Источники получения и основные физико-химические характеристики хитозана

Хитозан является продуктом переработки хитина – это второй по распространённости биополимер после целлюлозы. Часто его рассматривают как производное целлюлозы, так как он структурно идентичен ей, но имеет ацетамидные группы ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) в звеньях полимерной цепи в положениях при С-2 атоме [5].

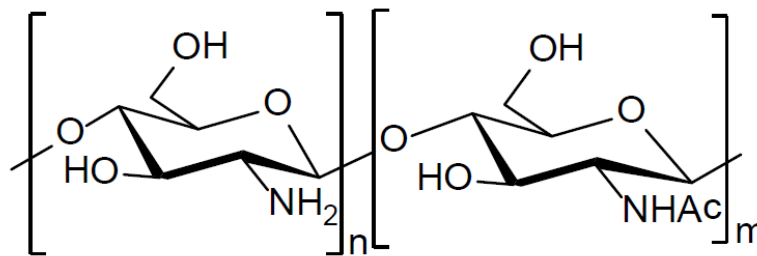


Рис.1 Структура хитина и хитозана

Хитин – линейный полисахарид, состоящий из элементарных звеньев 2-ацетамидо-2-дезоксид-*D*-глюкозы, соединенных 1,4- $\beta$ -гликозидными связями (Рисунок 1). Он служит основным структурным компонентом наружного скелета беспозвоночных, включая ракообразных (крабов, креветок, криля, раков, лангустов, омаров, лобстеров), кальмаров, моллюсков; насекомых (мух, пчел, тараканов), а также является одной из составляющих клеточных стенок высших и низших грибов. Промышленным источником получения хитина, главным образом, служат различные ракообразные [25]. Альтернативным источником в 11 основном для исследовательских целей также служит биомасса различных грибов [26].

Из вышеперечисленного сырья хитин можно получать несколькими способами: химическим, биотехнологическим, физико-химическим и др. Основным способом является химический, который заключается в проведении стадий депротенирования, деминерализации и депигментации с помощью химических реагентов – кислот, щелочей, перекисей. Широко используются биотехнологические методы, предусматривающие использование различных ферментных препаратов. Разрабатываются новые физико-химические методы, например электрохимический, сущность которого заключается в проведении стадий депротенирования, деминерализации и обесцвечивания панцирь содержащего сырья в виде водно-солевой суспензии в электролизерах под действием электромагнитного поля [28].

Широко изучаемым производным хитина является хитозан, благодаря лучшей растворимости и различным биологическим активностям. Хитозан получают из хитина при помощи реакции отщепления от N-ацетил-D-глюкозамина ацетильной группы. Чаще используется процесс химического деацетилирования раствором NaOH в диапазоне концентраций (от 35 до 50 %), температур (от 20 до 140 °C) и времени обработки (от 0,5 ч до 10 сут). Основными характеристиками, влияющими на физико-химические свойства хитозана являются степень деацетилирования (СД) и молекулярная масса (ММ). Степень деацетилирования - параметр, определяющий отношение 2-амино-2-дезоксид-D-глюкопиранозы к общему числу звеньев в полимерной цепи. СД имеет большое влияние на растворимость хитина и свойства его растворов.

Хитозан - это деацетилированный хитин, который растворим в разбавленных уксусной, муравьиной кислотах. В структуре хитина обычно преобладают ацетилированные звенья (СД обычно 0,10), у хитозана типичная СД более 0,65 [29]. Для определения СД используется множество подходов, которые включают аналитические методы: кондуктометрическое титрование, нингидриновая реакция, элементный анализ; спектральные

методы:  $^1\text{H}$ -ЯМР спектроскопия, ИК-спектроскопия, УФ-спектрофотометрия; деструктивные методы: гель-проникающая хроматография [30]. Молекулярная масса является основной характеристикой любого химического соединения, а в случае высокомолекулярных соединений играет особую роль, так как она также служит мерой длины полимерной цепи. ММ хитозана определяется при помощи таких методов как, высокоэффективная жидкостная хроматография, динамическое и статическое светорассеяние, вискозиметрия и пр. [27].

### 1.3. Биоразлагаемые полимеры

Объемы производства и потребления полимеров, производимых из нефтехимического сырья, постоянно увеличиваются. В тоже время увеличиваются и объемы производства изделий из полимерных материалов (в первую очередь – упаковочных изделий), попадающих, как правило, после их использования на свалки. Как известно, сроки разложения полимеров составляют десятки и сотни лет, а площади, отведенные для использованных полимеров, ограничены [13]. В ряде стран (Тайвань, Германия, Ирландия, Южная Африка) уже вводятся или ограничения на употребление пластиковых пакетов. Такие пути решения проблемы, как рециклинг и сжигание изделий из полимерных материалов, недостаточно эффективны. Технологический цикл вторичной переработки длителен и сложен, а качество продукции после нее, как правило, ухудшается. Сжигание приводит к увеличению выбросов в атмосферу вредных веществ, кроме того, в большинстве стран отношение к появлению новых мусоросжигающих производств резко негативное. Захоронение полимерных материалов оказывает вредное влияние на окружающую среду – почву, подземные воды.

Альтернативой синтетическим полимерам являются биополимеры – материалы, которые при выдержке в биологически активной среде претерпевают значительные изменения в молекулярной массе и

механических свойствах или дают питательные вещества, обеспечивающие рост микроорганизмов [2].

В таких средах идут процессы гидролиза и фотохимического разрушения биополимеров. Природа и скорость процесса разложения биополимера зависят от таких факторов, как температура, влажность, аэрация, распределение микробиологической популяции, морфология полимера и пр. В конечном итоге биополимеры разлагаются на компоненты, участвующие в природном цикле – воду, углекислый газ, биомассу и др. Они могут быть получены как из возобновляемых природных ресурсов – кукурузы, картофеля, маиса и др., так и из традиционного сырья – продуктов нефтехимии [21].

Одними из наиболее перспективных биополимеров являются полимеры молочной кислоты – полилактаты (ПЛА, в англоязычной транскрипции – PLA), сырьем для производства которых служит кукуруза, сахарный тростник, рис и др. Исходный мономер - молочная кислота - получают ферментацией углеводов: глюкозы, сахарозы, лактозы. Существуют два способа получения ПЛА из молочной кислоты – прямая поликонденсация молочной кислоты и полимеризация промежуточного продукта – лактида – с раскрытием цикла [27].

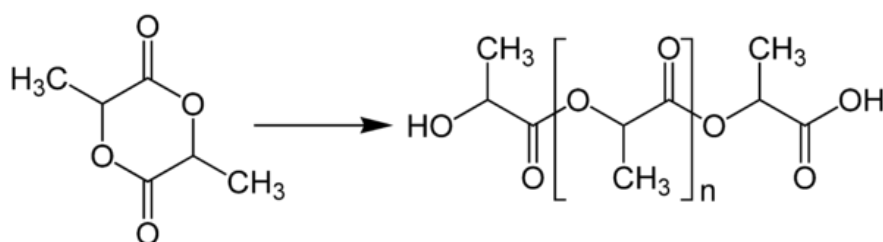


Рис.2 Получение полилактида из лактида

Из ПЛА изготавливают пленку, в том числе ориентированную и усадочную, бутылки для разлива жидкостей, контейнеры для пищевых продуктов, одноразовую посуду. Вместе с тем ПЛА не лишены существенных недостатков. Они уступают обычным ПМ по теплостойкости, и, как следствие, упаковка из ПЛА не может быть заполнена содержимым с температурой 50 °С и выше, так как при этом она начинает деформироваться.

Одним из путей повышения теплостойкости ПЛА является радиационное сшивание полимера после этапа полимеризации, но оно не получило широкого распространения. Барьерные характеристики ПЛА по отношению к кислороду хуже, чем у ПЭТ (приблизительно в 10 раз), ПП и ПВХ, и поэтому тара из ПЛА используется для упаковки сухих и некоторых замороженных продуктов, а также жидкостей с небольшим сроком хранения. Высокий коэффициент диффузии  $\text{CO}_2$  не позволяет использовать бутылки из ПЛА для разлива газированных напитков и ограничивает области их использования розливом молока, фруктовых соков, воды, растительного масла. С ценовой точки зрения, ПЛА является сегодня наиболее конкурентоспособным биополимером. Перспективы дальнейшего уменьшения стоимости ПЛА связаны со снижением цен на молочную кислоту [6].

### 1.3.2. Полигидроксиоксаноаты

Еще одно направление технологии биополимеров – производство полигидроксиоксаноатов (ПГА, в англоязычной транскрипции - PHA), принадлежащих к классу алифатических полиэфиров на основе гидроксикарбоновых кислот.

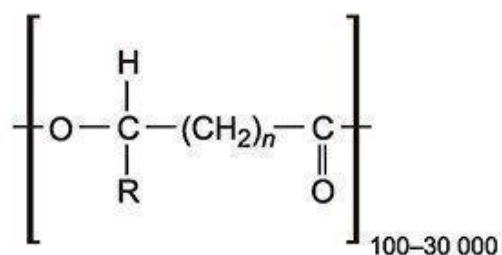


Рис.3 Полигидроксиоксаноаты

ПГА - полиэфирные соединения, продуцируемые различными микроорганизмами. Например, 3-полигидроксибутират является естественным продуктом хранения энергии бактерий и морских водорослей и присутствует в виде дискретных гранул в цитоплазме клетки. ПГА-биополимеры полностью биоразлагаемые, близки по своим свойствам к

обычным полимерам и хорошо перерабатываются на существующем оборудовании [19].

### 1.3.3. Биополимеры на основе крахмала

Основой другого класса биополимеров является крахмал. Он состоит из двух основных компонентов – амилозы и амилопектина - и встречается в природе в виде трех кристаллических модификаций.

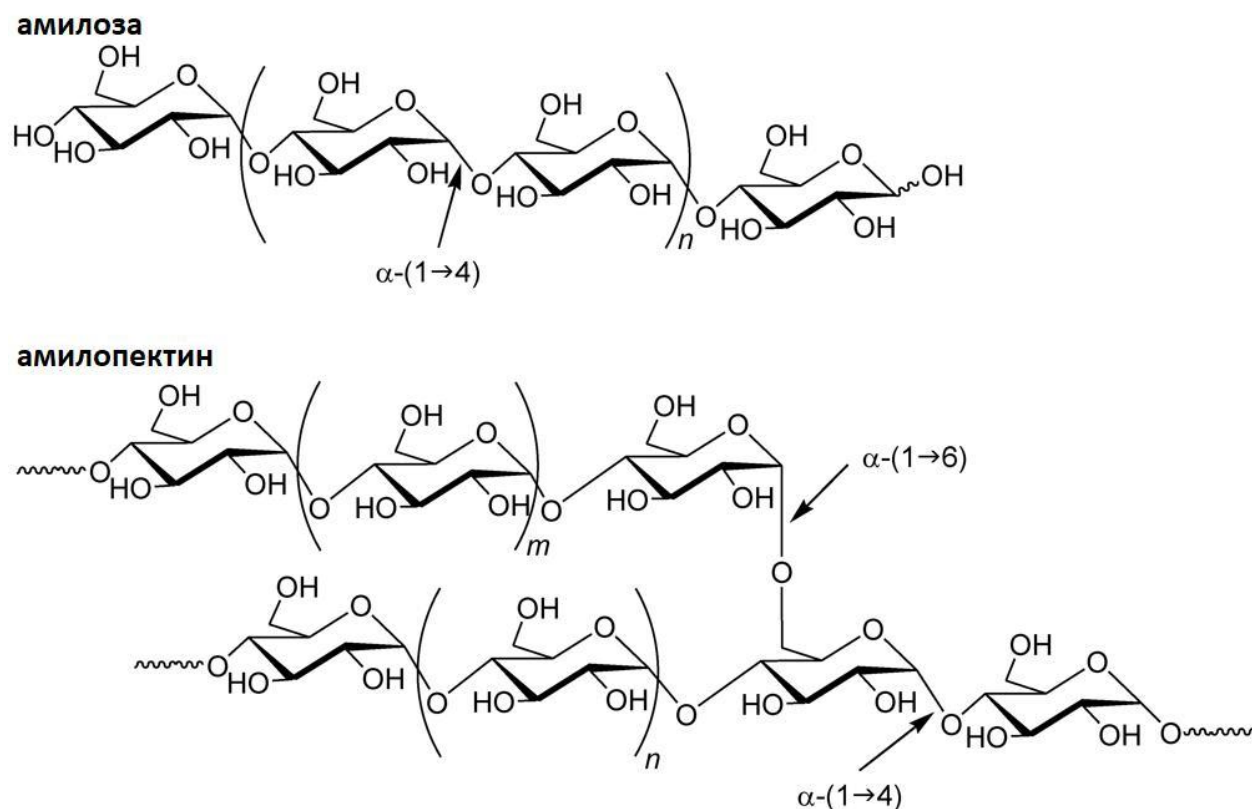


Рис.4 Структура крахмала

Процесс получения термопластичного крахмала заключается в разрушении его кристаллической структуры и осуществляется чаще всего путем нагревания выше температуры стеклования и плавления в присутствии высококипящего пластификатора (глицерин, этиленгликоль) и деструктурирующего агента (мочевина, оксид натрия). Такая термообработка ведет к нарушению молекулярной структуры крахмала и образованию термопластичного материала, являющегося основой различных биоконпозиций [1].

Крахмал представляет собой чистый натуральный биополимер, который содержится в корнях, семенах и стеблях таких растений, как кукуруза, пшеница и картофель. Он пригоден для химического преобразования в термопластический материал для различного применения. Крахмал способен подвергаться полному биологическому разложению и основывается на возобновляемых материалах. Использование крахмала в составе пластмассовых материалов позволит свести к минимуму ущерб, наносимый окружающей среде [1].

Крахмал разлагается за счет расщепления молекул, которое происходит из-за энзимного воздействия на гликозидные связи между группами сахаров. Содержание крахмала в таких продуктах существенно различается. Для получения значительного расщепления материала необходимо, чтобы содержание крахмала превышало 60%.

Крахмал может быть исходным биоразлагаемым адгезивным веществом. Он играет существенную роль в промышленном производстве, особенно в упаковочной отрасли. Адгезивные вещества на основе крахмала в основном используются для производства скрепляющих бумажных продуктов и прочих пористых подложек. Большая часть гофрированного коробочного картона для изготовления коробок легко скрепляется с помощью адгезивных материалов на основе крахмала [1].

Крахмал, получаемый из естественных растительных источников, обычно используют в качестве наполнителя для биоразлагаемых полимеров. Но крахмал и сам может быть использован как биоразлагаемая пластмасса, если его надлежащим образом модифицировать с помощью химической обработки. Множество содержащихся в обычном крахмале гидроксильных групп притягивают воду, из-за этого происходит преждевременное разложение крахмала. Но если часть этих гидроксильных групп заменить другими, такими, как эфирные или сложноэфирные, то воде будет не так легко воздействовать на полимер. Дополнительная химическая обработка позволяет создать дополнительные связи между различными частями

полимера крахмала для того, чтобы увеличить его теплостойкость, устойчивость к воздействию кислот и срезающему усилию. В результате такой обработки образуется модифицированный крахмал, который разлагается в окружающей среде, но обладает свойствами коммерчески полезного термопласта [6].

Физические свойства модифицированного крахмала в целом уступают свойствам смол, полученным нефтехимическим путем, которым он составляет конкуренцию - полиэтилену низкого и высокого давления, и полипропилену. И все же модифицированный крахмал уже нашел применение на некоторых рынках: поддоны для пищевых продуктов, (которые производятся с помощью метода горячего формования), сельскохозяйственные пленки, пенопластовые упаковочные материалы, столовые приборы (изготовленные с помощью литьевого формования), сеточки для овощей и фруктов (изготовленные с помощью экструзии). Кроме того, может быть использован в качестве добавки для улучшения параметров качения автомобильных шин, вытесняя сажу и оксид кремния, которые обычно для этого используются.

Таким образом, был рассмотрен основной ассортимент биоразлагаемых полимеров на основе крахмала, полиэфиров гидроксикарбоновых кислот или молочной кислоты. Наиболее удобным субстратом для получения биоразлагаемых пленок в условиях школьной лаборатории является крахмал. Хитозан также обладает способностью к образованию биоразлагаемых пленок на его основе. Однако другие ценные свойства производных хитозана такие как антикоагулянтные, антисклеротические, антимикробные и др. свойства вызывают огромный интерес и делают исследования в области получения модифицированных производных хитозана весьма актуальными.



## ГЛАВА II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В последние годы были приложены большие усилия в области изучения модификаций хитозана таким образом, чтобы исследовать его максимальный потенциал. Однако эти модификации являются, как правило, сложными ввиду нерастворимости хитозана. Большинство гетерогенных реакций дают низкие выходы конечного продукта, низкую селективность, отсутствие однородности продукта и частичное разрушение полимера из-за того, что реакции проводятся в жестких условиях. Поэтому проводить модификацию хитозана желательно в гомогенных растворах и мягких условиях [14]. Ввиду изложенного растворимость этого полисахарида является важнейшей характеристикой в данном аспекте. Среди растворимых производных наиболее типичными являются водорастворимый хитозан, фтолоилированный хитозан, силилированный хитозан, и йодированный хитозан. В этих соединениях нет сильных межмолекулярных взаимодействий особенно водородных связей между цепями. Контролируемая модификация хитозана без уменьшения длины его полимерных цепей может привести к развитию новых применений хитозана и появлению на рынке новых коммерческих продуктов [12].

### 2.1. Химические свойства хитозана

Ацилирование хитозана ангидридными или хлорангидридами карбоновых кислот происходит предпочтительно по свободным аминогруппам. Реакция по гидроксильным группам проходит медленнее. Как показано на рисунке 5, свободные аминогруппы хитозана могут быть ацилированы ангидридами или ацилгалогенидами с образованием таких продуктов, как нонаноил, бензоил, лауроил. Интенсивное ацилирование аминогрупп и гидроксильных групп может привести к появлению продуктов, которые будут растворимы в органических растворителях, таких как хлороформ [30].

С другой стороны, если N-ацелирование хитозана проходит в контролируемых условиях в водном растворе уксусной кислоты, в смеси уксусной кислоты с метанолом или в набухшем в пиридине геле до достижения 50% ацелирования, то продукт, полученный в ходе проведения данной реакции называется растворимым хитозаном.

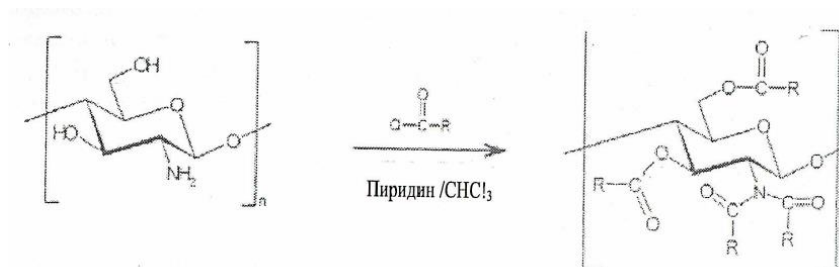


Рис.5 Ацилирование хитозана ацетилхлоридом.

Этот продукт, так же, как и продукт, полученный после щелочного деацелирования хитина, растворим в воде, но процесс ацилирования позволяет легче выделить и не сокращает длину полимерных цепей. Растворимый хитозан является хорошим объектом для последующих химических превращений, так как растворим в воде даже при высоких значениях pH и образует набухшие гели в различных доступных растворителях. Растворимый хитозан может быть N-ацелирован избирательно и полностью в результате гомогенной реакции с уксусной кислотой и дициклогексилкарбодиимидом [5].

### N-фталоилирование хитозана

Защита свободных аминогрупп хитина и хитозана осуществляется фталевым ангидридом. Кроме того, защита аминогрупп с помощью фталоильной защитной группы способствует растворимости полимера в органических растворителях, поскольку она является большой и препятствует образованию межмолекулярных водородных связей. (рис. 6). После проведения желаемых реакций фталильные группы легко удаляются гидразином. Для получения фталилхитозана вначале получают набухший в воде гель растворимого хитина со степенью ацелирования, равной 50%, в присутствии пиридина и демитилформамида. Реакция геля с фталевым

ангидридом образует N-ацилированный продукт, который при последующей реакции дегидратации дает имид [1]. Из этих продуктов только фталевое производное является растворимым в ДМСО, поэтому оно является важным промежуточным продуктом для последующих превращений [7].

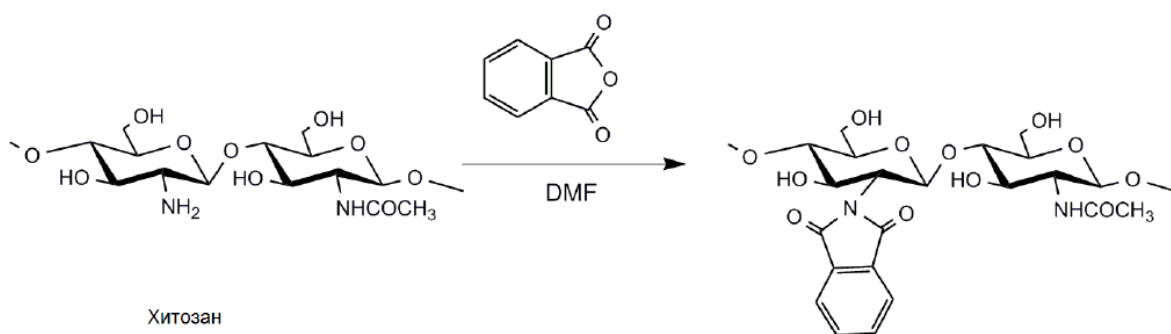


Рис. 6 Фталоилирование хитозана

### Карбоксиметилирование

Производные хитозана получаемые карбоксиметилированием известны давно, и они подразделяются на три типа: N-карбоксиметил хитозан (N-КМХ), O-карбоксиметил хитозан (O-КМХ) и N,O-карбоксиметил хитозан (N,O-КМХ). Схемы реакций представлены на рисунке 7.

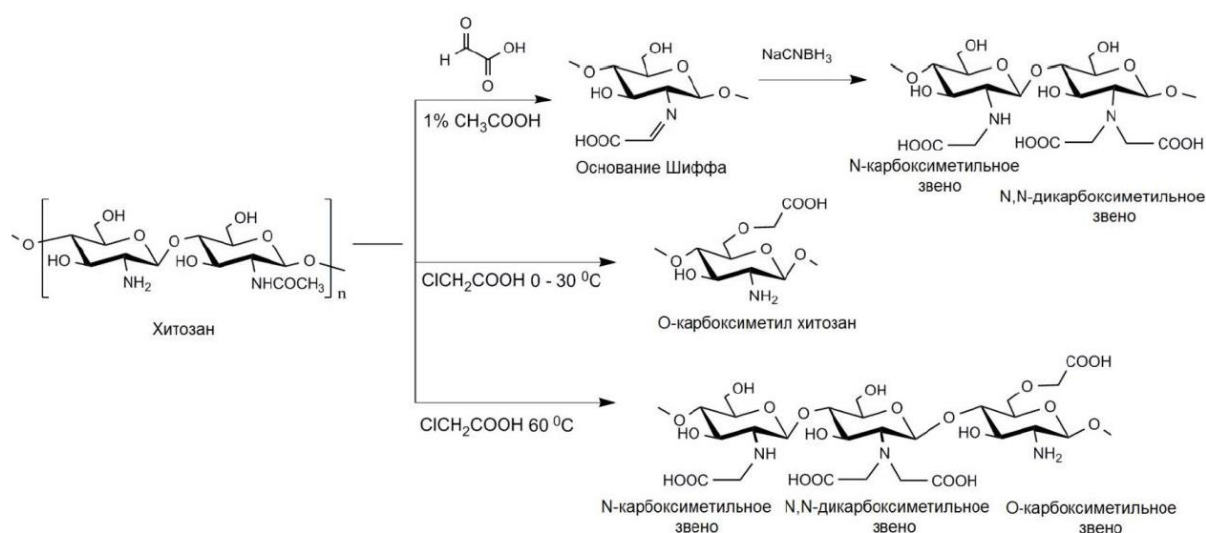


Рис. 7. Карбоксиметилирование и карбоксиэтирование хитозана [7].

В литературе описаны несколько основных методов получения карбоксиметилированных производных хитозана. Восстановительное

алкилирование - в ходе реакции  $\text{NH}_2$ -группы в хитозане реагируют с карбонильной группой алкилирующего реагента (глиоксалева кислота), с образованием основания Шиффа, которое далее восстанавливают  $\text{NaBH}_4$  или  $\text{NaCNBH}_3$ . Преимуществом этого метода является алкилирование только по аминогруппам. Замещение по гидроксильным группам отсутствует. Альдегидная группа в глиоксалева кислота настолько активна, что имеет место синтез ди-замещённых N-карбоксиметилированных производных хитозана. Присутствие моно- и ди-замещённых производных в конечном продукте зависит от соотношения реагентов реакции [16].

Прямое алкилирование - подразумевает использование моногалогенкарбоновой (моноклоруксусной) кислоты в водно-спиртовой среде. Первоначально получают комплекс хитозана с  $\text{NaOH}$  (концентрация  $<20\%$ ) в изопропиловом спирте, далее при  $\text{pH } 8 - 8,5$  в результате действия алкилирующего реагента (моноклоруксусной кислоты) происходит замещение по  $\text{NH}_2$ -группам в полимерной цепи, при этом процесс проходит в гетерогенной среде. При более высокой концентрации  $\text{NaOH}$  (концентрация  $>25\%$ ) имеет место замещение и по гидроксильным группам в положениях C-6 и C-3. Присутствие N- и O-замещённых производных в конечном продукте зависит от соотношения используемых реагентов и концентрации щёлочи [7].

### Сукцинирование

Для получения ацильных производных органических соединений, в том числе хитозана, в качестве ацилирующих реагентов используются ангидриды кислот, лактоны и ацилгалогениды. Ацилирование хитозана происходит по амино- и гидроксильным группам хитозана в зависимости от условий реакции.

N-ацилирование является наиболее широко изученной модификацией хитозана и обычно протекает в сторону образования стабильных амидных производных. Ангидриды кислот широко используются для N-ацилирования хитозана, но они нестабильны и не растворимы в водной среде. Поэтому

часто реакцию осуществляют в гетерогенных условиях, а в качестве растворителя ангидрида используют метанол, уксусная кислота/метанол, метанол/этанол или диметилформамид/метанол [10]. В водном растворе уксусная кислота/метанол, при избытке метанола ацилирование протекает преимущественно по аминогруппам. N-ацильные производные могут быть синтезированы в реакции хитозана с короткими и длинноцепочечными ангидридами (пропионовый, масляный, валериановый, янтарный, лауриновый, итаконовый, пальмитиновый, стеариновый, миристиновый). Короткоцепочечные ацильные производные хитозана хорошо растворимы в воде, в то время как длинноцепочечные нерастворимы независимо от степени замещения.

Обычно сукцинилированные производные хитозана получают ацилированием янтарным ангидридом в органической среде с использованием диметилсульфоксида [10], либо в водноорганической среде — уксусная кислота (1%), ацетон для растворения ангидрида. Реакция протекает с раскрытием ангидридного кольца. Степень замещения ацильным остатком зависит от соотношения реагентов в реакции [5].

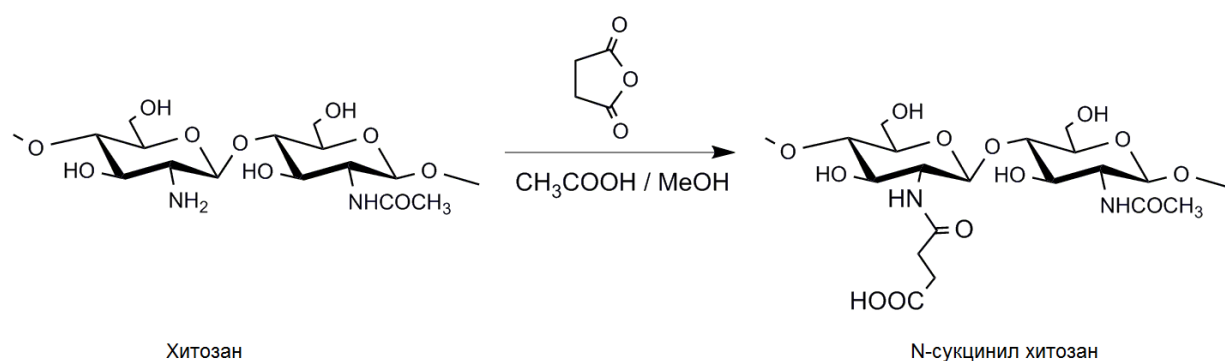


Рис. 8. Синтез N-сукцинил хитозана

Сукцинильные производные в основном используются в различных системах доставки лекарств.

## 2.2. Синтез N-2-фторид-4-нитрофенилхитозана

Для получения функционализированных производных хитозана нами было проведено взаимодействие хитозана с 3,4-дифторнитробензолом в водном изопропиловом спирте с добавлением соляной кислоты для создания кислой среды с целью повышения растворимости исходного хитозана.

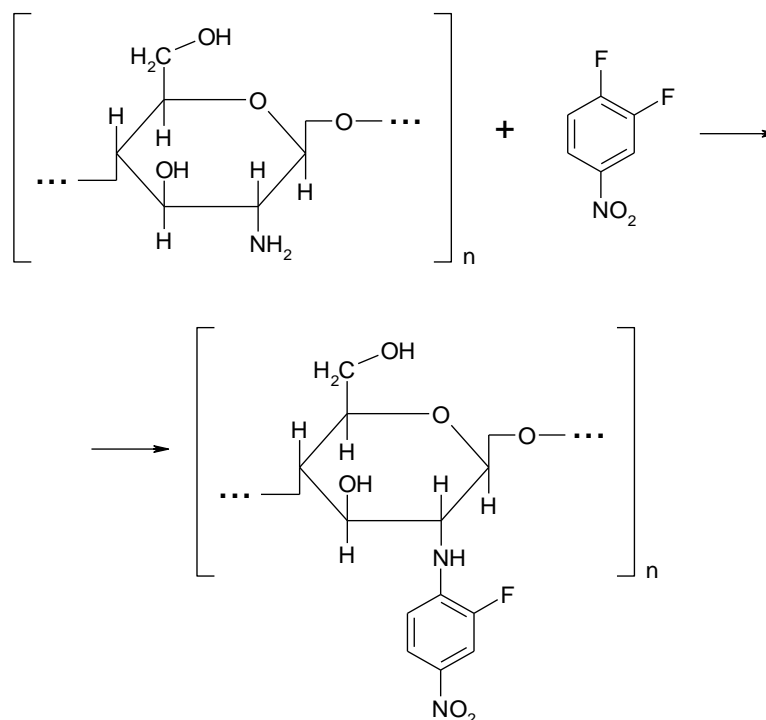


Рис 9. Взаимодействие хитозана с 3,4-дифторнитробензолом

**Методика синтеза:** В колбе объемом 100 мл смешали 1,65 г хитозана со смесью, состоящей из 30 мл изопропанола, 20 мл дистиллированной воды и 0,5 мл концентрированной соляной кислоты. Затем к полученной смеси прибавили 3,4-дифторнитробензол массой 1,59 г, растворенный в 30 мл изопропанола. Реакционную массу кипятили при 150<sup>0</sup>С при постоянном перемешивании в течении 40 часов. Полученный темно-коричневый студенистый осадок отфильтровали. Масса осадка составила 1,75 г.

Выход: 65%.

ИК-спектры для исходного хитозана и продукта реакции были получены на спектрофотометре Nicolet iN10 в таблетках KBr. (приложения 3-4)

В ИК-спектре исходного хитозана в области валентных групп наблюдаются характерные полосы поглощения  $\text{NH}_2$ -группы и  $\text{OH}$ -групп ( $3200\text{-}3500\text{ см}^{-1}$ ),  $\text{CH}_2$ -группы ( $2840\text{-}3000\text{ см}^{-1}$ ). В области отпечатков пальцев наблюдается полоса поглощения  $1594\text{ см}^{-1}$  деформационных колебаний  $\text{NH}_2$ -группы. Далее следуют полосы поглощения скелетных колебаний  $\text{C-N}$  ( $1000\text{-}1400\text{ см}^{-1}$ ),  $\text{C-O}$  ( $1000\text{-}1260\text{ см}^{-1}$ ) связей, а также деформационных колебаний  $\text{OH}$ -групп ( $1200\text{-}1400\text{ см}^{-1}$ ).

В ИК-спектре продукта реакции – модифицированного хитозана в области валентных групп также наблюдаются характерные полосы поглощения  $\text{NH}$ -группы и  $\text{OH}$ -групп ( $3200\text{-}3500\text{ см}^{-1}$ ) и  $\text{CH}_2$ -группы ( $2840\text{-}3000\text{ см}^{-1}$ ). В то же время, в области отпечатков пальцев кроме полосы поглощения  $1620\text{ см}^{-1}$ , соответствующей деформационным колебаниям  $\text{NH}_2$ -группы, появляется новая полоса поглощения  $1520\text{ см}^{-1}$ , соответствующая антисимметричным валентным колебаниям  $\text{NO}_2$ -группы. Этим мы подтверждаем получение N-2-фтор-4-нитрофенилхитозана в реакции хитозана с 3,4-дифторнитробензолом.

## ГЛАВА III. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 3.1 Краткие сведения обо элективных курсах

Разнообразие форм обучения в современной школе направлено на успешное выполнение поставленных образовательных задач. Одной из подобных форм выступает элективный курс, основной целью которого является профессиональная ориентация обучающихся старших классов.

Элективные курсы – это краткосрочные тематические курсы (модули), которые общеобразовательное учреждение предлагает обучающимся на основе изучения их запросов и реализует за счет часов школьного компонента [1]. Элективные курсы призваны удовлетворить запрос к образовательному учреждению со стороны личности и местных сообществ. В контексте профильного обучения они реализуют компенсаторную функцию и являются объектом, позволяющим организовать регулярную процедуру выбора: избыточный список элективных курсов, рассчитанных на полугодие, формируется заново и предлагается учащимся для выбора в начале каждого полугодия. Процедура выбора обеспеченная педагогическим консультированием, позволят сформировать один из результатов обучения на старшей ступени: готовность делать ответственный выбор.

Основные **цели** элективных курсов по химико-биологическому профилю:

1. Вооружить обучающихся знаниями о веществах, которые нас окружают в повседневной жизни.
2. Раскрыть роли химии в познании природы и обеспечении жизни общества, демонстрация значения химического образования для правильной ориентации в жизни в условиях ухудшения экологической обстановки.
3. Развить внутренней мотивации учения, повышения интереса к познанию химии.



4. Развить личности обучающихся средствами данного курса.
5. Обеспечить химико-биологическое образование
6. Сформировать представление об экологической культуре обучающихся

#### **Задачи курса:**

1. Сформировать у обучающихся сознание необходимости: А) заботиться о своём здоровье; Б) изучать вещества, окружающие нас в повседневной жизни, для того, чтобы их правильно применять.
2. Научить учащихся правильно оценивать экологическую обстановку, сформировать активную жизненную позицию по вопросам защиты окружающей среды.
3. Развить у обучающихся специальные умения и навыки обращения с веществами, научить выполнять несложные исследования, соблюдая правила техники безопасности.
4. Расширить кругозор учащихся.
5. Развить у обучающихся обще-учебные умения и навыки: работать с научно-популярной и справочной литературой, сравнивать, выделять главное, обобщать, систематизировать материал, делать выводы.
6. Развить у учащихся самостоятельность и творчество при решении практических задач.
7. Использовать и развить межпредметные связи химии с биологией, физикой, математикой.

Элективный курс предусматривает оптимальное использование современных технологий, в частности лично-ориентированных и развивающих, различные организационные формы обучения: лекции, семинары, лабораторные работы [2].

Содержательно и факультативные занятия, и элективные курсы могут далеко выходить за рамки школьных учебных предметов и не должны их дублировать. Сходство состоит в том, что и факультативы, и элективы

выбираются самими обучающимися на основе их интересов и предпочтений [4].

#### Отличие элективных курсов от факультативных

1. *Факультативные курсы* – это необязательные учебные занятия для всех учащихся, а элективные курсы – обязательный компонент для всех учеников 9-11 классов общеобразовательных школ, их выбирает каждый ученик.

2. У факультативных и элективных курсов разная продолжительность. Факультативные курсы представлены программами, рассчитанными на весь учебный год (минимум – 34 часа). Элективный курс редко длится целый год, что особенно характерно для курсов предпрофильной подготовки. Здесь рекомендуется применять программы в широком диапазоне продолжительности (от 17 до 34 часов), рассчитанные на один-два месяца, одну четверть или одно полугодие. Таким образом, элективные курсы в отличие от факультативов могут быть краткосрочными.

3. Факультативные курсы, как правило, вынесены за основную сетку занятий и проводятся 7-8-ми уроками или даже в свободный от занятий день, например, в субботу при пятидневной рабочей неделе. Элективные же курсы в рамках школьного (реже регионального) компонента базисных планов входят в сетку часов и проводятся наравне с другими уроками [3].

## 3.2. Элективный курс «Биополимерный»

### Пояснительная записка

Профилизация современного школьного образования позволяют решать проблему недостатка учебных часов, выделяемых на изучение важнейших понятий ведущих дисциплин, за счет реализации элективных курсов.

Одной из таких тем является тема: «Биополимеры». Данная тема представлена в курсе органической химии в весьма сжатой форме. Это касается как базового, так и профильного уровня подготовки. Так, в учебнике О.С. Габриеляна Химия 10 класс (базовый уровень) имеется один параграф «Дисахариды и полисахариды» и три лабораторных опыта по теме «Свойства крахмала». В учебнике за 10 класс (профильный уровень) этого же автора также имеется один параграф «Полисахариды. Крахмал и целлюлоза» и лишь один опыт в составе практической работы №6 «Углеводы», формирующих знания о качественной реакции на крахмал.

В то время как актуальность изучения темы: «Биополимеры» в современном мире сложно переоценить в связи острой проблемой утилизации полимерных материалов на основе продуктов нефтепереработки и все возрастающим загрязнением окружающей среды.

Принимая во внимание сложность теоретического материала и большую прикладное значение, нами был разработан элективный курс на тему: «Биополимеры» для обучающихся 10 класса. Данный курс предполагает углубленное изучение основных видов биополимеров (крахмал, целлюлоза, хитозан) и экспериментальное исследование их свойств.

Цель: Углубить и расширить знаний по разным классам биополимеров, развитие умений и навыков по исследованию данного материала на практике и формирования предметных компетенций для профильного ориентирования и расширения кругозора обучающихся.

### Основные задачи курса:

- систематизировать и расширить знания обучающихся о биополимерах
- сформировать представления о биополимерах и их роли в жизни человека;
- продолжить формирование у обучающихся умения анализировать ситуацию и делать выводы;
- продолжить формирование умения решать учебные задачи, выполнять опыты в соответствии с требованиями техники безопасности и охраны труда;
- продолжить формирование навыков исследовательской деятельности;
- развивать учебно-коммуникативные умения.

Предполагаемый результат. В конце изучения данного курса обучающиеся должны:

**знать:** 1) понятия: биополимеры, полисахариды, белки, аминокислоты, мономеры; 2) классификацию биополимеров,

**уметь:**

1. применять полученные знания на практике;
2. работать в группе;
3. определять цель, выделять объект исследования, способы регистрации полученной информации, и её обработку;
4. уметь представлять результаты своей лабораторной работы в виде реферата или устного выступления с презентацией на научно-практической конференции;
5. владеть навыками химического эксперимента по проведению качественных реакций на полисахариды и белки.

Одним из требований современного школьного образования является необходимость не только обеспечить учащихся системой предметных знаний, но и вооружить их продуктивными способами действий, умениями применять их на практике, преобразовывать и самостоятельно вырабатывать новые знания, включаясь в новый вид деятельности.

В связи с новыми требованиями ФГОС [1] все учебные программы и методы обучения были переработаны с учетом компетентного подхода в образовании. При таком подходе под образовательным результатом обучающихся понимают не сумму усвоенной информации, а способность находить оптимальные решения, способы действий в различных проблемных ситуациях.

Среди ряда формируемых у школьников компетенций необходимо выделить проектно-исследовательскую компетенцию – одну из важнейших составляющих в развитии познавательных, творческих навыков и самостоятельности школьников [2]. Исследование и проектирование используют как дополнительное средство при изучении курсов общеобразовательных дисциплин, позволяющее учащимся принимать решение самостоятельно, учитывая особенности окружающей действительности и наличие вспомогательных материалов. Кроме того, использование научно-исследовательской деятельности в образовательном процессе обладает профориентационной направленностью, а также развивает коммуникативную компетенцию, т. е. умение работать в команде.

Научно-исследовательскую работу учащихся можно организовать непосредственно в школе, учреждениях дополнительного образования, а также в научных лабораториях высших учебных заведений. Руководство научно-исследовательской работой осуществляют учителя образовательных учреждений, могут привлекаться профессорско-преподавательский состав и аспиранты вузов.

Исследовательская работа – это целенаправленная экспериментальная деятельность, результаты которой не могут быть известны учащимся заранее [4].

Тематика и характер исследовательских работ могут быть различными и определяются предметной областью знаний, возможностями материальной базы школы, возрастными и личностными особенностями учащихся. Интерес школьников к исследованию будет тем выше, чем актуальнее работа и чем

большее практическое значение она имеет. Одна из увлекательных областей органической химии, на базе которой можно выделить множество проблемных ситуаций исследовательского характера, – биополимеры.

Роль биополимеров в жизни человека сложно переоценить. Они находят разнообразное применение во всех сферах хозяйственной деятельности человека (пищевая промышленность, строительство, транспорт, медицина и пр.) [3].

На основе анализа учебной, учебно-методической, а также специальной литературы было разработано учебно-тематическое планирование элективного курса для 10-11-х профильных классов на тему «Биополимеры».

На занятиях элективного курса изучается теоретический материал по теме курса, выполняются лабораторные работы. Программа курса рассчитана на 17 часов, 1 час в неделю. Завершается курс итоговой контрольной работой.

Таблица 1-Учебно-тематический план

**Учебно-тематический план**

п№	Тема занятия	Кол-во часов	Форма работы	Форма контроля
11	Введение. Цели и задачи курса. Общая характеристика биополимеров.	1	Лекция. Беседа	Входной контроль
12	История открытия биополимеров.	1	Обзор темы с элементами беседы	Сообщения. Рефераты.
33	Классификация биополимеров.	1	Лекция с элементами ЦОР	Опорный конспект.
44	Белки. Состав белков.	1	Лекция с элементами беседы	Опорный конспект.
55	Белки. Структура белков.	1	Лекция с элементами беседы	Опорный конспект
66	Белки. Химические свойства белков.	1	Лекция с элементами беседы	Опорный конспект

77	Лабораторная работа: «Цветные реакции на белки»	1	Работа в лаборатории по инструктивным картам	Отчет
88	Полисахариды. Биологическая роль. Физические свойства.	1	Лекция	Опорный конспект
99	Полисахариды. Химические свойства. Лабораторная работа: «Полисахариды»	2	Работа в лаборатории по инструктивным картам	Отчет
110	Полисахариды. Хитин и хитозан. Лабораторная работа: «Модификация хитозана ».	3	Работа в лаборатории по инструктивным картам	Отчет
111	Полисахариды. Крахмал. Лабораторная работа «Получение биоразлагаемых пленок на основе крахмала».	2	Работа в лаборатории по инструктивным картам	Отчет
112	Полисахариды. Гликоген.	1	Лекция	Опорный конспект
113	Итоговая контрольная работа.	1	Тестирование	Тест
Итого: 17 часов				

## Занятие № 1

**Тема:** Введение. Цели и задачи курса. Общая характеристика биополимеров

**Цель:** сформировать представление о биополимерах

**Задачи:**

- 1) раскрыть цели и задачи элективного курса: «Биополимеры»
- 2) охарактеризовать основные виды биополимеров
- 3) продолжить развитие у учащихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний
- 4) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** изучения нового материала

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2. Постановка целей и задач урока. Мотивация к обучению

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3. Актуализация знаний

Как вы думаете, что такое биополимеры? Относятся белки и полисахариды к биополимерам, если да, то почему?

4. Этап усвоения новых знаний

Учитель обозначает цели и задачи элективного курса «Биополимеры» и его значения. Раскрывает общую классификацию биополимеров  
Сравнивает полимеры и биополимеры

5. Этап закрепления новых знаний

Входной контроль в виде теста (**приложение 1**)



## Занятие № 2

**Тема:** История открытия биополимеров

**Цель:** сформировать представление о наиболее значимых открытиях, связанных с биополимерами

**Задачи:**

- 1) углубить знания обучающихся об истории открытия биополимеров
- 2) продолжить развитие у учащихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** изучения нового материала

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2. Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3. Актуализация знаний

Какие биополимеры вам известны? Какие функции они выполняют?

4. Этап усвоения новых знаний

Свое название белки получили от яичного белка, который с незапамятных времен использовался человеком как составная часть пищи. Согласно описаниям Плиния Старшего, уже в Древнем Риме яичный белок применялся и как лечебное средство. Однако подлинная история белковых веществ начинается тогда, когда появляются первые сведения о свойствах белков как химических соединений (свертываемость при нагревании, разложение кислотами и крепкими щелочами и т. п.). Среди белков

животного происхождения, вслед за яичным белком, были охарактеризованы белки крови. Образование сгустков крови при ее свертывании описано еще основателем учения о кровообращении У. Гарвеем; позднее на этот факт обратил внимание и Р. Бойль. Среди растительных белков пальма первенства принадлежит нерастворимой в воде клейковине из пшеничной муки, которую впервые получил Я. Беккари. В своих работах, он отметил сходство клейковины с веществами животной природы.

Впервые термин белковый (*albumineise*) применительно ко всем жидкостям животного организма использовал французский физиолог Ф. Кене в 1747 г., и именно в таком толковании термин вошел в 1751 г. в «Энциклопедию» Д. Дидро и Ж. Д'Аламбера. С этого периода исследования, связанные с получением белков, приобретают систематический характер. В 1759 г. А. Кессель-Майер, а несколько позднее И. Руэль описали выделение клейковины из различных растений и охарактеризовали ее свойства. В 1762 г. А. Халлер исследовал процесс образования и свертывания казеина, а в 1777 г. А. Тувенель, работавший тогда в Петербурге, называет творог белковой частью молока. Важнейший этап в изучении белков связан с работами французского химика А. Фуркруа, который рассматривал белки как индивидуальные вещества и доказал единую природу белковых веществ, выделенных из растительных и животных источников. Для трех главных белковых компонентов крови он предложил названия альбумин, желатин и фибрин. В 1780 г. Ф. Вассерберг относит к телам белковой природы хрусталик глаза.

К началу XIX столетия появляются первые работы по химическому изучению белков. Уже в 1803 г. Дж. Дальтон дает первые формулы белков - альбумина и желатина - как веществ, содержащих азот. В 1810 г. Ж. Гей-Люссак проводит химические анализы белков - фибрина крови, казеина и отмечает сходство их элементного состава.

Решающее значение для понимания химической природы белков имело выделение при их гидролизе аминокислот. Вероятно, первым это

сделал А. Браконно в 1820 г., когда, действуя на белки серной кислотой, при кипячении он получил «клеевой сахар», или глицин, при гидролизе фибрина из мяса - лейцин и при разложении шерсти - также лейцин и смесь других продуктов гидролиза. Первой открытой аминокислотой был, видимо, аспарагин, выделенный Л. Вокленом из сока спаржи *Asparagus* (1806). В это же время Ж. Пруст получил лейцин при разложении сыра и творога. Затем из продуктов гидролиза белка были выделены многие другие аминокислоты.

Аминокислоты, как правило, имеют исторические названия - по источнику, из которого они впервые были выделены. Так, аспарагин обнаруженный в 1806 году в соке аспарагуса (спаржи), глутаминовую кислоту – в клейковине пшеницы (от лат. *gluten*-клей).

Цистеин впервые был выделен из камней мочевого пузыря (от греч. “цистис”- пузырь). Аргинин впервые был получен в виде соли серебра (от лат *argentum*-серебро). Глицин назван так за сладкий вкус (от греч. “гликис”-сладкий). Название “лейцин” произошло от греческого слова “лейкос”-белый и т. д.

В 1934 г. Лайнус Полинг совместно с А.Е. Мирски сформулировал теорию строения и функции белка. В 1936 г. он положил начало изучению атомной и молекулярной структуры белков и аминокислот (мономеров, из которых состоят белки) с применением рентгеновской кристаллографии. В 1942 г. Полингу и его коллегам, получив первые искусственные антитела, удалось изменить химическую структуру некоторых содержащихся в крови белков, известных как глобулины. В 1951 г. П. и Р.Б. Кори опубликовали первое законченное описание молекулярной структуры белков. Это был результат исследований, длившихся долгих 14 лет.

#### 5. Этап закрепления новых знаний

Составьте кроссворд с использованием фамилия ученых, внесших вклад в историю открытия биополимеров.

#### 6. Подведение итогов

#### 7. Рефлексия

### Занятие № 3

**Тема:** Классификация биополимеров

**Цель:** сформировать представление о классификации биополимерах

**Задачи:**

1) углубить знания обучающихся об биополимерах и их классификации

2) продолжить развитие у учащихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;

3) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** комбинированный урок

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2. Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3. Актуализация знаний

Какие биополимеры вам известны? кем и когда они были открыты?

4. Этап усвоения новых знаний

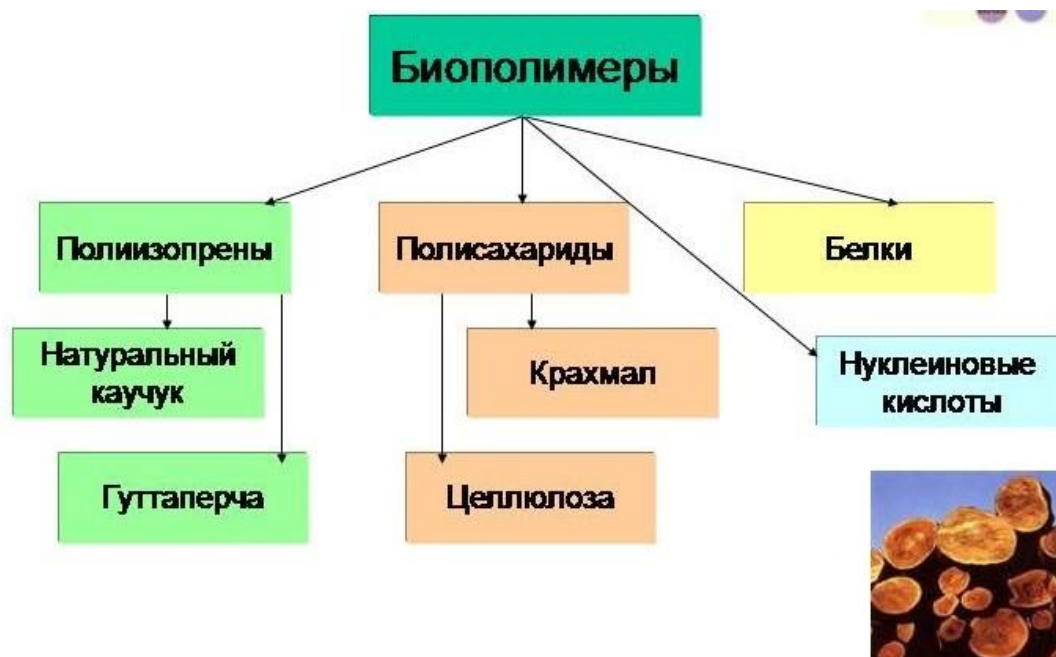


Рис.10 Биополимеры

5. Этап закрепления новых знаний

Таблица 2- Структурная формула соединений

Напишите структурную формулу:		
Крахмал	Натуральный каучук	ДНК

6. Подведение итогов

7. Рефлексия

#### Занятие № 4

**Тема:** Белки. Состав белков

**Цель:** сформировать представление о белках и их составе

**Задачи:**

- 1) раскрыть основные понятия о белках и их составе
- 2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** комбинированный урок

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2. Постановка целей и задач урока.

Просмотр видефрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3. Актуализация знаний

Какие белки вам известны? Какую функцию они выполняют?

4. Этап усвоения новых знаний

Белки – высокомолекулярные органические вещества, состоящие из альфа-аминокислот, соединенных в цепочку пептидной связью. В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Множество их комбинаций создают молекулы белков с большим разнообразием свойств

Аминокислоты – органические соединения, являются мономерами белков, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминогруппы. Аминокислоты могут рассматриваться как производные карбоновых кислот, в которых один или несколько атомов водорода заменены на аминогруппы (Рисунок 9).



Рис.11 Схематическое строение аминокислот

В аминокислотах обязательно присутствует карбоксильная группа (COOH), аминогруппа (NH<sub>2</sub>), асимметричный атом α-углерода и боковая цепь (радикал R). Строением боковой цепи аминокислоты и отличаются друг от друга. Именно радикал придает аминокислотам большое разнообразие строения и свойств. Среди многообразия аминокислот только 20 участвует во внутриклеточном синтезе белков, они называются протеиногенными аминокислотами. Классификация аминокислот по строению бокового радикала: 1. алифатические (аланин, валин, лейцин, изолейцин, пролин, глицин), 2. ароматические (фенилаланин, тирозин, триптофан), 3. серосодержащие (цистеин, метионин), 4. содержащие OH-группу (серин, треонин, опять тирозин), 5. содержащие дополнительную COOH-группу (аспарагиновая и глутаминовая кислоты), 6. дополнительную NH<sub>2</sub>-группу (лизин, аргинин, гистидин, также глутамин, аспарагин)

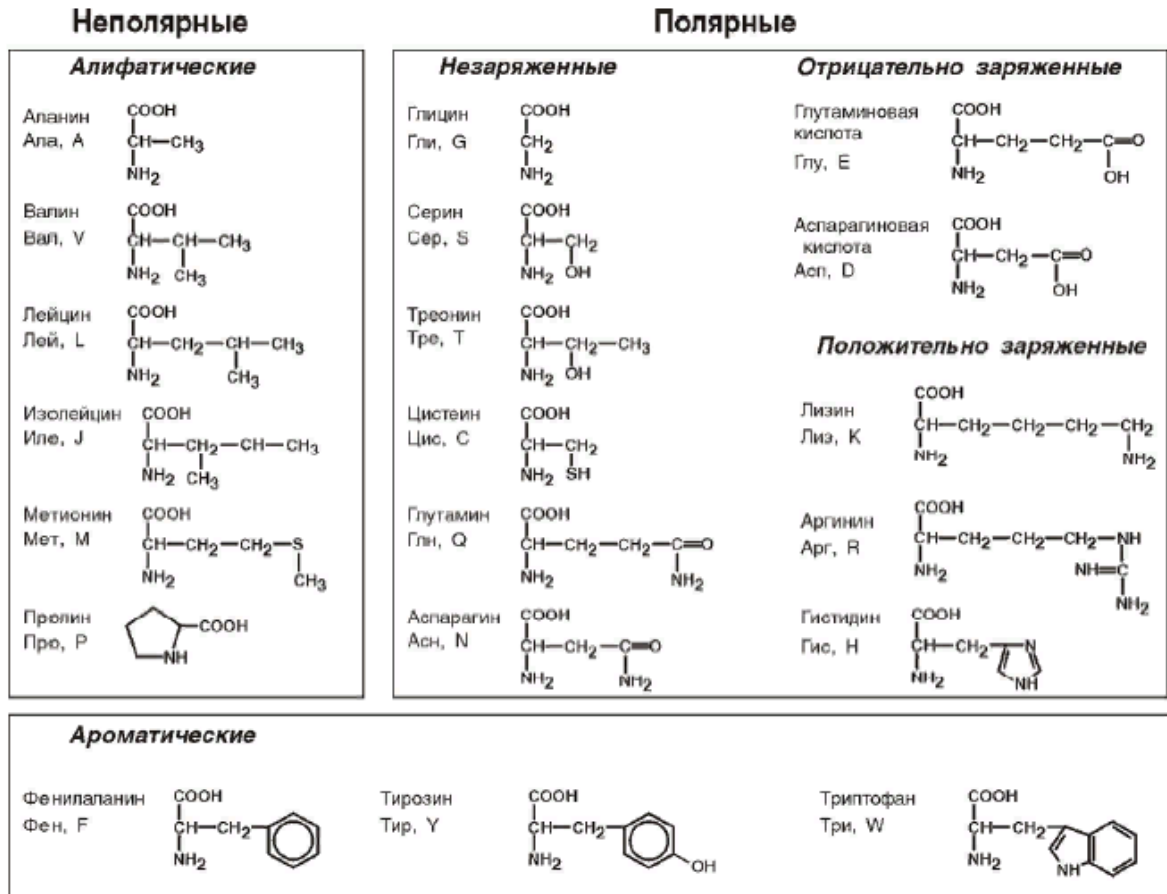


Рис.12 Аминокислоты

## 5. Этап закрепления знаний.

- 1) Какие соединения называются аминокислотами? Какие функциональные группы содержатся в их молекулах?
- 2) Почему аминокислоты называют амфотерными соединениями?
- 3) Какова структура молекулы аминокислоты в водном растворе? Какую реакцию среды – кислотную, нейтральную или щелочную – будет иметь этот раствор?
- 4) Какие аминокислоты называют незаменимыми? Назовите некоторые из них.

## 5. Подведение итогов

## 6. Рефлексия



## Занятие №5

**Тема:** Белки. Структура белков.

**Цель:** сформировать представление о структуре белков

**Задачи:**

- 1) продолжить формирование представление о структуре белков
- 2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** комбинированный урок

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1.Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2.Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3Актуализация знаний

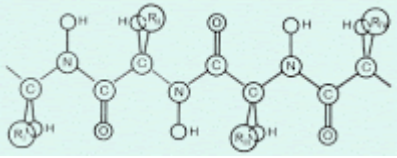
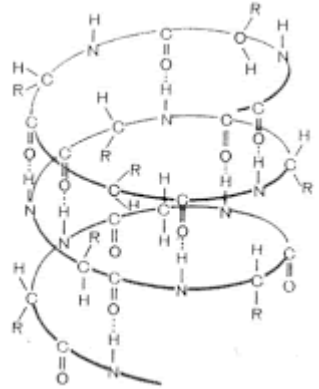
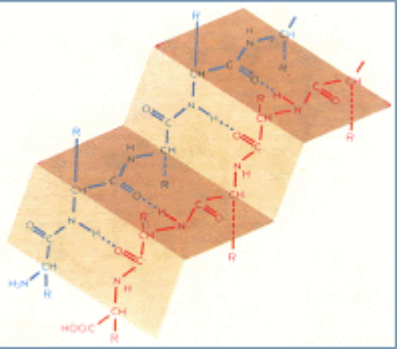

Какие аминокислоты вам известны? Какие из них незаменимы и почему?

Почему недостаток аминокислоты триптофан способствует появления вялости и плохого настроения?

4.Этап усвоения новых знаний

**Выделяют 4 уровня структурной организации белков:**

Таблица 3- Структурная организация белков

<p><b>1. Первичная структура</b> - определенная последовательность <math>\alpha</math>-аминокислотных остатков в полипептидной цепи.</p>	
<p><b>2. Вторичная структура</b> –</p> <p>а) конформация полипептидной цепи, закрепленная множеством водородных связей между группами N-H и C=O. Одна из моделей вторичной структуры – <math>\alpha</math>-спираль.</p> <p>б) Другая модель - <math>\beta</math>-форма ("складчатый лист"), в которой преобладают межцепные (межмолекулярные) Н-связи.</p>	<p>А</p>  <p>Б</p> 
<p><b>3. Третичная структура</b></p> <p>- форма закрученной спирали в пространстве, образованная главным образом за счет дисульфидных мостиков -S-S-, водородных связей, гидрофобных и ионных взаимодействий.</p>	

#### 4. Четвертичная структура

- агрегаты нескольких белковых макромолекул (белковые комплексы), образованные за счет взаимодействия разных полипептидных цепей



#### 5. Этап закрепления новых знаний

##### Задание 1.

Определите неточности в указанных предложениях по биологии. Покажите номера всех строк, где сделаны просчеты и поправьте их.

- 1) Для первичной структуры характерна альфа-спираль.
- 2) Бета-структура вторичной структуры белка характеризуется расположением водородных связей в плоскости складок.
- 3) Для третичной структуры белка характерны только пептидные и водородные связи.
- 4) В третичной структуре белка имеется несколько глобул.

#### 6. Подведение итогов

#### 7. Рефлексия.

### Занятие № 6.

**Тема:** Химические свойства белков

**Цель:** сформировать представление о химических свойствах белков

**Задачи:**

- 1) продолжить формирование представление о химических свойствах белков
- 2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** комбинированный урок

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2. Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3. Актуализация знаний

Какие структуры белка вам известны? Какие связи есть у вторичной и третичной структуры белка?

4. Этап усвоения новых знаний

К физико-химическим свойствам белков относят амфотерность, растворимость, способность к денатурации, коллоидные свойства. Амфотерность.

Так как белки содержат кислые и основные аминокислоты, то в их составе всегда имеются свободные кислые ( $\text{COO}^-$ ) и основные ( $\text{NH}_3^+$ ) группы. Заряд белка зависит от соотношения количества кислых и основных аминокислот. Поэтому, аналогично аминокислотам, белки заряжаются положительно при уменьшении рН, и отрицательно при его увеличении. Если рН раствора соответствует изоэлектрической точке белка, то заряд белка равен 0. Если в пептиде или белке преобладают кислые аминокислоты (глутамат и аспарат), то белок кислый, при нейтральных рН заряд белка отрицательный и изоэлектрическая точка находится в кислой среде. Для большинства природных белков изоэлектрическая точка находится в диапазоне рН 4,8-5,4, что свидетельствует о преобладании в их составе глутаминовой и аспарагиновой аминокислот. Если в белке преобладают основные аминокислоты (лизин и аргинин) – то при нейтральных рН заряд белка положительный и обусловлен этими, положительно заряженными,

аминокислотами. Амфотерность имеет значение для выполнения белками некоторых функций. Например, буферные свойства белков, т.е. способность поддерживать неизменным рН крови, основаны на способности присоединять ионы  $H^+$  при закислении среды или отдавать их при защелачивании. С практической стороны наличие амфотерности позволяет разделять белки по заряду (электрофорез) или использовать изменение величины рН раствора для осаждения какого-либо известного белка. Наличие как положительных, так и 19 отрицательных зарядов в белке обуславливает их способность к высаливанию, что удобно для выделения белков в нативной (живой) конформации.

#### Влияние рН на заряд белка.

При смещении рН в растворе изменяется концентрация ионов  $H^+$ . При закислении среды (при снижении рН) ниже изоэлектрической точки ионы  $H^+$  присоединяются к отрицательно заряженным группам глутаминовой и аспарагиновой кислот и нейтрализуют их. Заряд белка при этом становится положительным. При увеличении рН в растворе выше изоэлектрической точки концентрация ионов  $H^+$  снижается и положительно заряженные группы белка ( $NH_3^+$ -группы лизина и аргинина) теряют протоны, их заряд исчезает. Суммарный заряд белка становится отрицательным. Изменение заряда белковой цепи при изменении рН

**Растворимость.** Так как большинство белков несет много заряженных групп, то в целом они водорастворимы. Растворимость объясняется: - наличием заряда и взаимоотталкиванием заряженных молекул белка, - наличием гидратной оболочки – чем больше полярных и/или заряженных аминокислот в белке, тем больше гидратная оболочка. Формирование гидратной оболочки вокруг молекулы белка

Водорастворимые белки называются альбуминами, к ним относятся белки крови и молока. К нерастворимым белкам относятся, например, кератин (белок, из которого состоят волосы, шерсть млекопитающих, перья птиц и т. п.) и фиброин, который входит в состав шёлка и паутины. Растворимость белка определяется не только его

структурой, но внешними факторами, такими как природа растворителя, ионная сила и pH раствора. К гидрофильным относится большинство белков цитоплазмы, ядра и межклеточного вещества, в том числе нерастворимые кератин и фиброин. К гидрофобным относится большинство белков, входящих в состав биологических мембран, – интегральных мембранных белков, которые взаимодействуют с гидрофобными липидами мембраны (у этих белков, как правило, есть и гидрофильные участки).

#### Денатурация.

Денатурация – необратимое осаждение белка из-за разрыва связей, стабилизирующих четвертичную, третичную, вторичную структуры белка, сопровождаемое изменением растворимости, вязкости, химической активности, снижением или полной потерей биологической функции. 1. Физическая денатурация: вызывается повышением температуры, ультрафиолетовым и микроволновым излучением, механическими воздействиями, ионизацией заряженными частицами. 2. Химическая денатурация: Зависит от природы денатурирующего реагента: - кислоты и щелочи образуют водородные связи с пептидными группами, - органические растворители образуют водородные связи и вызывают дегидратацию, - алкалоиды образуют связи с полярными группами и разрывают систему водородных и ионных связей, - тяжелые металлы взаимодействуют с заряженными радикалами, нейтрализуют отрицательные заряды и разрывают систему водородных и ионных связей. Высаливание. Высаливание – это добавление к раствору белка нейтральных солей ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). Механизм высаливания заключается во взаимодействии анионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) и катионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ) с зарядами белка (группы  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{COO}^-$ ). В результате заряд исчезает, и соответственно, исчезает взаимоотталкивание молекул. Одновременно резко уменьшается гидратная оболочка. Все это приводит к "слипанию" молекул и осаждению. Соли в низких концентрациях способны взаимодействовать с ионными группами белков, отвечающих за внутримолекулярные взаимодействия, приводить к их раскрытию и

повышать растворимость. Так как белки плазмы крови отличаются по размерам, заряду, строению, то можно подобрать такие количества соли, которые вызовут осаждение менее устойчивых белков, пока другие еще будут растворены. Осаждение водоотнимающими средствами. При добавлении водоотнимающих средств (ацетон, этанол) происходит отнятие у белка гидратной оболочки, но не заряда. Растворимость несколько снижается, но денатурации не наступает. Например, в этом заключается антисептическое действие этанола.

#### 5. Этап закрепления новых знаний

1. Дайте характеристику амфотерным свойствам белка. 2. Дайте характеристику растворимости белков. 3. Дайте характеристику влияния pH на заряд белка. 4. Дайте определение понятия денатурации, виды денатурации. 5. Дайте характеристику высаливания белков.

#### 6. Подведение итогов

#### 7. Рефлексия

### Занятие №7

**Тема:** Лабораторная работа «*Цветные реакции на белки*»

**Тип урока:** Урок-практикум

**Цель:** Закрепление и применения знаний по теме «*Цветные реакции на белки*»

#### **Задачи:**

Закрепить и применить знания по теме "Цветные реакции на белки"

Развить практические умения и навыки при работе с химическим оборудованием.

Воспитание аккуратности при выполнении опытов

**Тип урока:** урок-практикум

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации), практическая (лабораторная) работа

#### **Ход урока**

#### **Организационный момент**

## I Актуализация знаний

1. Правила ТБ при выполнении лабораторной работы.
2. Пептидные связи в белках (качественные реакции).

## II Ход работы

### 1. Цветные реакции на белки

#### 1) *Обнаружение в белках пептидных связей (биуретовая реакция)*

Эта реакция обусловлена наличием в белковой молекуле пептидных связей, возникающих при взаимодействии молекул аминокислот.

В результате взаимодействия ионов двухвалентной меди с пептидными связями в щелочной среде образуется комплексное соединение, окрашенное в красно-фиолетовый цвет.

Инструктивная карточка (Приложение 13).

### 2. Практическая значимость работы

Практическое применение цветных реакций имеет следующие аспекты:

1. Биуретовая реакция используется для качественного обнаружения белков.
2. Специфические цветные реакции применяются для идентификации аминокислотного состава исследуемого белка, а также для качественного обнаружения белка, если соответствующая группировка входит в его состав.

## III Применение знаний и умений.

**Результаты опытов занести в таблицу 4:**

Таблица 4- Инструктивная карточка

Наименование реакций	Реагент	Субстрат	Наблюдаемое окрашивание	Чем обусловлена реакция
Биуретовая		а) яичный белок б) желатин		
Ксантопротеиновая		а) яичный белок б) желатин		



4.Подведение итогов

5.Рефлексия

### **Занятие № 8**

**Тема:** Полисахариды.

Биологическая роль. Физические свойства.

**Цель:** сформировать представление о биологической роли полисахаридов и их физических свойствах

**Задачи:**

1)продолжить формирование представление о биологической роли полисахаридов

2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;

3) повысить познавательный интерес к химии.

**Тип урока:** комбинированный урок

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1.Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2.Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3.Актуализация знаний

Какие полисахариды вы знаете? Какие функции они выполняют? Чем они отличаются от дисахаридов?

4.Этап усвоения новых знаний

Обучающиеся готовят доклады по следующим темам : «Значение полисахаридов», «Полисахариды в организме человека», «Полисахариды в организме животных».

Устно защищают доклады с использованием презентации.

#### 5.Этап закрепления новых знаний

Зарисуйте на ватмане схему переваривания полисахаридов в желудочно-кишечном тракте. При оформлении используйте яркие маркеры или карандаши.

#### 6.Подведение итогов

#### 7.Рефлексия

### Занятие №9

**Тема:** Полисахариды. Химические свойства. Лабораторная работа: «Полисахариды».

**Цель:** сформировать представление о химических свойствах полисахаридов.

#### **Задачи:**

- 1) изучить основные химические реакции полисахаридов
- 2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.
- 4) провести лабораторный эксперимент

#### **Тип урока: урок-практикум**

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации), практическая (лабораторная) работа

#### **Ход занятия:**

##### 1.Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

##### 2.Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

### 3.Актуализация знаний

Какие полисахариды вы знаете? Какие функции они выполняют? Чем они отличаются от дисахаридов?

### 4.Этап усвоения новых знаний

Инструктивная карточка

### **ОПЫТ 29. Обнаружение крахмала с помощью йода.**

В пробирке смешайте 5 капель крахмального клейстера с 1-2 каплями раствора йода. Раствор слегка нагрейте, а потом вновь охладите. Что наблюдается?

### **ОПЫТ 30. Кислотный гидролиз крахмала.**

В стакан или колбу влейте 20-30 мл крахмала и 10 мл 20% серной кислоты. Смесь кипятите (на сетке) в течение 10-15 мин. Для определения конца гидролиза через 4-5 мин отлейте в пробирку 5 капель смеси и добавьте в неё каплю раствора йода. Если синее окрашивание не появится, то гидролиз закончился. В случае появления синего окрашивания продолжайте кипячение, периодически определяя конец гидролиза с помощью раствора йода.

После нагревания раствор охладите, и серную кислоту нейтрализуйте сухим углекислым кальцием. Для этого добавляйте углекислый кальций в раствор небольшими порциями при хорошем взбалтывании до прекращения вспенивания. После нейтрализации раствор отфильтруйте. Фильтрат проверьте на реакцию с жидкостью Фелинга. Что наблюдается? Напишите общую схему гидролиза крахмала.

### **ОПЫТ 31. Получение растительного пергамента.**

В фарфоровую чашку, одну для всей группы, налейте раствор крепкой серной кислоты (20 мл конц. серной кислоты и 15 мл воды). В другую чашку налейте 1% раствор аммиака. Погрузите, полоску фильтровальной бумаги в раствор кислоты на 10 сек, быстро дайте стечь избытку кислоты, затем

промойте бумагу холодной водой и раствором аммиака для нейтрализации оставшейся кислоты.

Осторожно высушите бумагу. Сравните прочность и плотность бумаги, обработанной и не обработанной кислотой.

### **ОПЫТ 32. Получение ацетилцеллюлозы.**

В нагретую на водяной бане пробирку с двумя мл ледяной уксусной кислоты внесите клочок ваты (0,5г) и перемешайте палочкой до получения однородной массы. Для окончательного растворения ваты в пробирку, снятую с бани, прилейте по каплям, непрерывно встряхивая её, 2 мл уксусного ангидрида (ОСТОРОЖНО!). Однородную массу тонкой струйкой перенесите в стакан с холодной водой.

Что при этом образуется? Напишите уравнение реакции образования ацетилцеллюлозы (её состав близок к формуле  $[C_6H_7O_2(-O-CO-CH_3)]_n$ ). Опишите свойства полученной нити.

5. Оформление результатов опытов и выводы в тетрадь.

6. Рефлексия.

## **Занятие № 10**

**Тема:** Полисахариды. Хитин и хитозан.

**Цель:** сформировать представление о строении и химических свойствах хитина и хитозана

**Задачи:**

- 1) изучить строение хитина и хитозана
- 2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.
- 4) провести лабораторный эксперимент

**Тип урока:** урок-практикум

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации), практическая (лабораторная) работа

**Ход занятия:**

## 1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

## 2. Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

## 3. Актуализация знаний

Какие химические реакции полисахаридов вам известны? При каких условиях они протекают и с участием каких реагентов?

## 4. Этап усвоения новых знаний

Дары моря хитин и хитозан обратили на себя внимание ученых почти 200 лет назад. Хитин был открыт в 1811 г., а хитозан в 1859 г. Но более освоение его начато позже, о чём свидетельствуют материалы конференций по хитозану, проводимых в 1977 года. После 1985 года резко возросло количество сообщений по применению этого замечательного продукта. В настоящее время интерес к хитозану лавинообразно нарастает с каждым годом – в этой области теперь работают и крупнейшие мировые концерны, ранее не связанные ни с природными соединениями, ни даже вообще с химией.

***Что такое хитин?***

Хитин ( $(C_8H_{13}NO_5)_n$ ) (фр. chitine, от др.-греч.: хитон — одежда, кожа, оболочка) высокомолекулярный линейный полисахарид, который в комплексе с белками, меланинами и минеральными веществами образует твердый наружный покров и внутренние опорные структуры насекомых, ракообразных, а также входит в состав клеточной стенки грибов и бактерий. Т.е., хитин природное вещество, созданное для защиты живых организмов от вредного воздействия.

Хитин является вторым веществом по распространенности в природе после целлюлозы, а их химическая структура и очень близка.

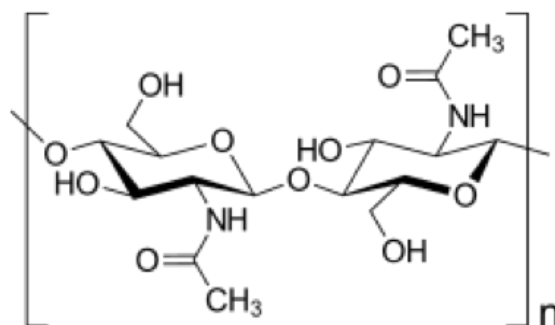


Рис.13 Хитин

На сегодняшний день хитин получают в основном из панцирей ракообразных. В России главным источником хитина является камчатский краб, краб стригун и углохвостая креветка, обитающая в Баренцевом море. Основное производное хитина - хитозан.

### *Что такое хитозан?*

Хитозан – это биоактивный катионный полисахарид, мономером которого является N-ацетил-1,4-b-D-глюкопиранозамин, его получают только из хитина, путем жесткой обработки щелочными растворами.

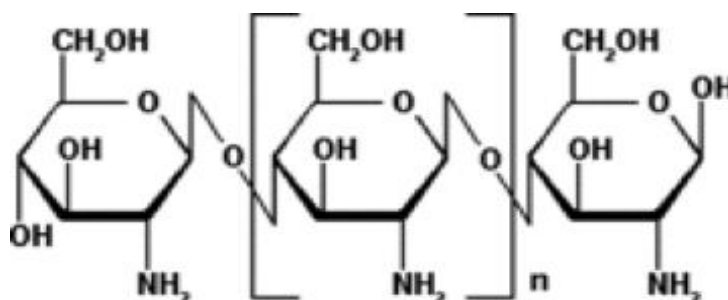


Рис.14.Хитозан

Хитозан обладает антибактериальными, противогрибковыми, антиоксидантными, противодиабетическими, противовоспалительными и противораковыми свойствами, а также он способен снижать уровень холестерина в крови. Ему свойственны такие характеристики как биосовместимость, нетоксичность, низкая аллергенность и биоразлагаемость.

Широкое применение хитозан нашел в следующих сферах человека

- Медицина
- Сельское хозяйство
- Текстильная промышленность

- Пищевая и молочная промышленность
- Водоподготовка

Молекула хитозана представляет собой длинную цепочку, состоящую из множества гексозных (мономерных) колец, достигающих до десятков миллионов, поэтому данный биополимер не растворяется в воде и не всасывается в кишечнике, а действует как мощный сорбент. Благодаря своим сильным сорбционным свойствам хитозан похож на большой товарный поезд, который выводит из кишечника не только вредные, но и полезные вещества, подвергая организм тотальной чистке. В ряде случаев такая «чистка» имеет смысл, но зачастую причиняет организму человека значительный вред. Таким образом, хитозан – это сорбент, который нерастворим в воде и не участвует в обменных процессах организма в полном объеме.

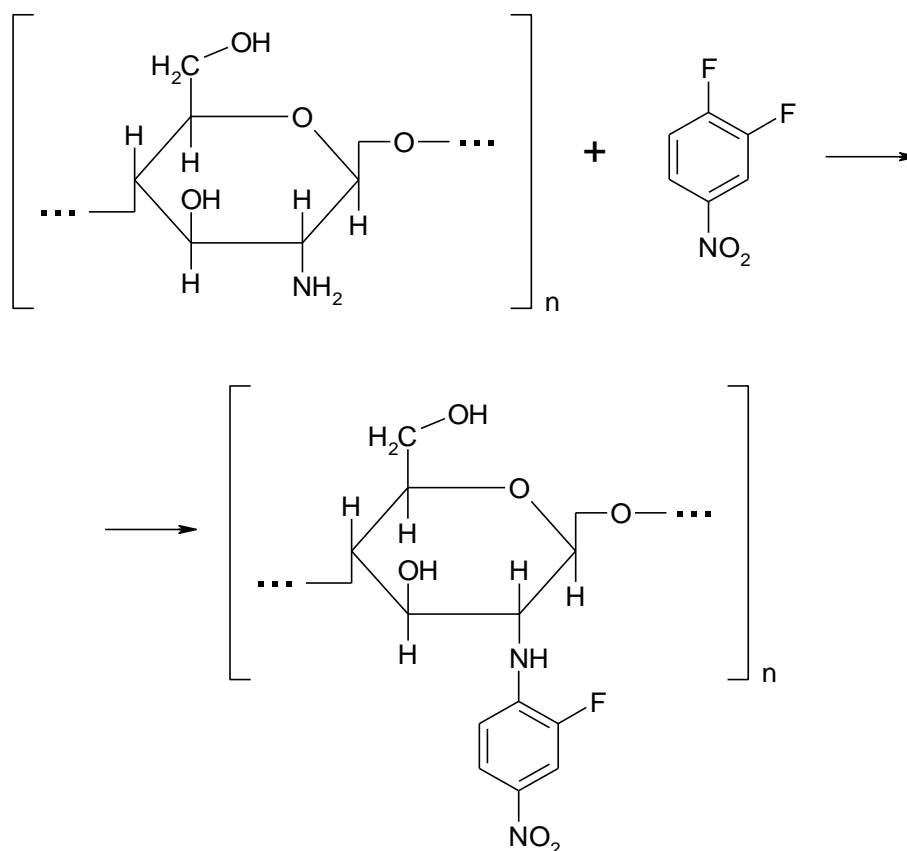


Рис.15 Синтез N-2-фтор-4-нитрофенилхитозана

### **Инструктивная карточка**

1. В колбе объемом 100 мл смешали 1,65 г хитозана со смесью, состоящей из 30 мл изопропанола, 20 мл дистиллированной воды и 0,5 мл концентрированной соляной кислоты.
2. Затем к полученной смеси прибавили 3,4-дифторнитробензол массой 1,59 г, растворенный в 30 мл изопропанола.
3. Реакционную массу кипятили при 150<sup>0</sup>С при постоянном перемешивании в течении 40 часов. Полученный темно-коричневый студенистый осадок отфильтровали. Масса осадка составила 1,75 г.  
Выход: 65%.

Обучающиеся оформляют отчет по лабораторной работе.Формулируют выводы.

5. Подведение итогов
6. Рефлексия

### **Занятие № 11**

**Тема:** Полисахариды. Крахмал.

**Цель:** сформировать представление о строении и химических свойствах крахмала

**Задачи:**

- 1)изучить строение крахмала
- 2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;
- 3) повысить познавательный интерес к химии.
- 4)провести лабораторный эксперимент

**Тип урока:** урок-практикум

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации), практическая (лабораторная) работа

**Ход занятия:**

- 1.Организационный момент



Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

## 2. Постановка целей и задач урока.

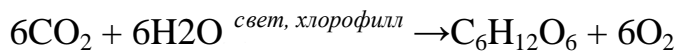
Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

## 3. Актуализация знаний

Какие химические реакции полисахаридов вам известны? При каких условиях они протекают и с участием каких реагентов?

## 4. Этап усвоения новых знаний

Крахмал – основной источник резервной энергии в растительных клетках – образуется в растениях в процессе фотосинтеза и накапливается в клубнях, корнях, семенах:



глюкоза

крахмал

Содержится в клубнях картофеля, зёрнах пшеницы, риса, кукурузы.

### 3. Структура

Состоит из остатков  $\alpha$ -глюкозы.

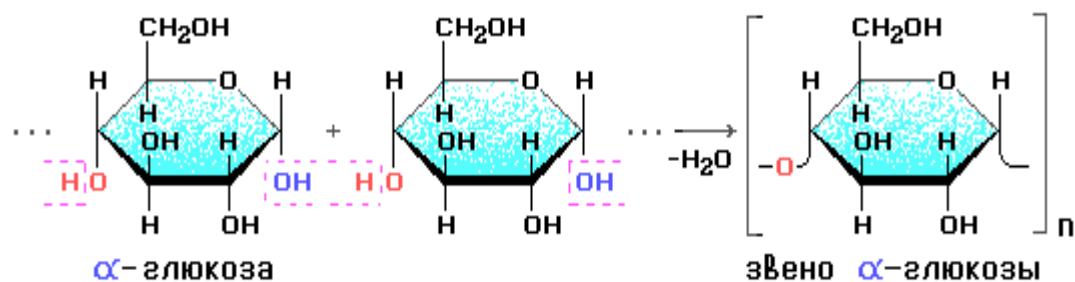


Рис.16 Крахмал

В состав крахмала входят:

- амилоза (часть часть крахмального зерна) – 10-20%
- амилопектин (крахмального крахмального зерна) – 80-90%

Цепь **амилозы** включает 200 – 1000 остатков  $\alpha$ глюкозы глюкозы и имеет строениестроение.



Рис.17 Амилоза

**Амилопектин** состоит из разветвленных макромолекул, молекулярная масса которых достигает 1 - 6 млн.

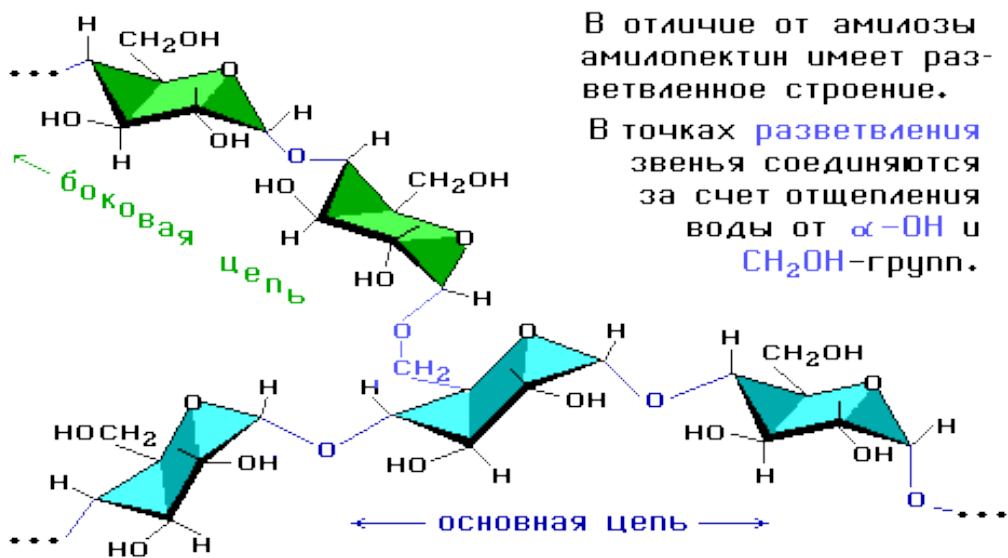


Рис.18 Амилопектин

Амилоза и амилопектин гидролизуются под действием кислот или ферментов до глюкозы, которая служит непосредственным источником энергии для клеточных реакций, входит в состав крови и тканей, участвует в обменных процессах. Поэтому крахмал – необходимый резервный углевод питания.

### 5.Этап закрепления новых знаний

### **Инструктивная карточка**

1) Метод получения пластиковой пленки на основе крахмала под действием соляной кислоты в присутствии 0,1 н КОН.

В стакан емкостью 150 мл добавили 13 мл дистиллированной воды и 1,25 г картофельного крахмала. Затем в данный раствор добавили 0,5 мл глицерина и 2 мл 0,1 М раствора HCl. Тщательно перемешиваем, добавляем натуральный краситель малинового цвета и нагреваем на водяной бане 5-10 минут до образования вязкой массы. Далее добавляем 2 мл 0,1 М КОН и используя индикаторную бумагу проверяем, чтобы наш образец являлся основным. Затем используем стеклянную палочку и выливаем наш образец в чашку Петри. Удаляем пузырьки воздуха и оставляем наш образец сушиться на лабораторном столе в течение нескольких дней до полного высыхания.

2) Метод получения пластиковой пленки на основе крахмала под действием соляной кислоты в присутствии 2 н КОН.

В стакан емкостью 150 мл добавили 13 мл дистиллированной воды и 1,25 г картофельного крахмала. Затем в данный раствор добавили 0,5 мл глицерина и 2 мл 0,1 М раствора HCl. Тщательно перемешиваем, добавляем натуральный краситель зеленого цвета и нагреваем на водяной бане 5-10 минут до образования вязкой массы. Далее добавляем 2 мл 2 н КОН и используя индикаторную бумагу проверяем, чтобы наш образец являлся основным. Затем используем стеклянную палочку и выливаем наш образец в чашку Петри. Удаляем пузырьки воздуха и оставляем наш образец сушиться на лабораторном столе в течение нескольких дней до полного высыхания.

3) Метод получения пластиковой пленки под действием уксусной кислоты. В стакан емкостью 150 мл добавили 60 мл дистиллированной воды и 6 г картофельного крахмала. Затем в данный раствор добавили 5 мл глицерина и 5 мл концентрированной уксусной кислоты. Тщательно перемешиваем, добавляем натуральный краситель синего цвета и нагреваем на водяной бане 5-10 минут до образования вязкой массы. Далее добавляем 4 мл 2 н КОН и используя индикаторную бумагу проверяем, чтобы наш

образец являлся основным. Затем используем стеклянную палочку и выливаем наш образец в чашку Петри. Удаляем пузырьки воздуха и оставляем наш образец сушиться на лабораторном столе в течение нескольких дней до полного высыхания.

Обучающиеся оформляют наблюдения и выводы в тетрадь.

5.Подведение итогов

6.Рефлексия.

## **Занятие № 12**

**Тема:** Полисахариды. Гликоген

**Цель:** сформировать представление о строении и химических свойствах гликогена

**Задачи:**

1) изучить строение гликогена

2) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;

3) повысить познавательный интерес к химии.

4) провести лабораторный эксперимент

**Тип урока:** комбинированный урок

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа), наглядный (демонстрация презентации)

**Ход занятия:**

1.Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2.Постановка целей и задач урока.

Просмотр видеофрагмента. Формулирование целей и задач урока совместно с учителем.

3.Актуализация знаний

Какие химические реакции полисахаридов вам известны? При каких условиях они протекают и с участием каких реагентов?

#### 4. Этап усвоения новых знаний

Гликоген – резервный полисахарид животных тканей, в наибольшей мере содержится в печени и мышцах. Структурно он схож с амилопектином, но, во-первых, длина веточек меньше – 11-18 остатков глюкозы, во-вторых, более разветвлен – через каждые 8-10 остатков. За счет этих особенностей гликоген более компактно уложен, что немаловажно для животной клетки

#### Качественная реакция гликогена

Водные растворы гликогена окрашиваются йодом в фиолетово-коричневый – фиолетово-красный цвет с максимумом поглощения зависимости  $A=f(\lambda)$  при длине волны  $\lambda_{\max}=410-490$  нм.

#### Химические свойства

Гликоген довольно устойчив к действию концентрированных растворов щелочей. Гидролизуется в водных растворах кислот.

**Гидролиз гликогена в кислой среде.** Промежуточными продуктами реакции являются декстрины, конечным продуктом –  $\alpha$ -D-глюкоза:

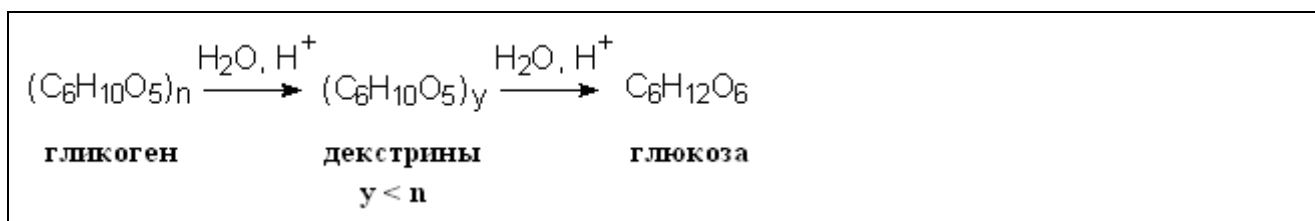


Рис.19 Гидролиз гликогена в кислой среде

**Ферментативная деструкция гликогена.** Ферменты, расщепляющие гликоген называются фосфорилазами. Фосфорилаза была обнаружена в мышцах и в других тканях животных. Механизм реакции ферментативной деструкции гликогена см. в разделе «Метаболизм гликогена».

В организме ферментативная биodeградация гликогена протекает по двум направлениям.

В процессе пищеварения под действием ферментов амилаз происходит гидролитическое расщепление гликогена, содержащегося в поступившей в

организм пище. Процесс начинается в ротовой полости и заканчивается в тонком кишечнике (при  $pH=7-8$ ) с образованием декстринов, а затем мальтозы и глюкозы. Образующаяся глюкоза поступает в кровь. Избыток глюкозы в крови приводит к ее участию в биосинтезе гликогена, который и откладывается в тканях различных органов.

В клетках тканей также возможно гидролитическое расщепление гликогена, но оно имеет меньшее значение. Основной путь внутриклеточного превращения гликогена – фосфоролитическое расщепление, происходящее под влиянием фосфоорилазы и приводящее к последовательному отщеплению от молекулы гликогена остатков глюкозы с одновременным их фосфорилированием. Образующийся при этом глюкозо-1-фосфат может вовлекаться в процессе гликогенолиза.

5. Подведение итогов

6. Рефлексия.

### Занятие № 13

**Тема:** Итоговая контрольная работа по теме: «Биополимеры»

**Цель:** оценить уровень освоения обучающимися темы: «Биополимеры»

**Задачи:**

1) продолжить развитие у обучающихся познавательных способностей, формирования самостоятельности мышления, умение логически рассуждать, обобщать и делать выводы из полученных знаний;

2) повысить познавательный интерес к химии.

3) провести лабораторный эксперимент

**Тип урока:** урок контроля знаний и умений

**Методы:** Словесный (рассказ, объяснение, беседа)

**Ход занятия:**

1. Организационный момент

Учитель и обучающиеся приветствуют друг друга. Проверяют готовность к уроку и наличие необходимых принадлежностей.

2. Постановка целей и задач урока. Мотивация учебной деятельности обучающихся.

3. Выявление знаний, умений и навыков.

Тест (приложение 2)

По результатам итогового тестирования 2 человека получили отметку «отлично» и 3 человека «хорошо», на входном тестировании 4 человека получили отметку «удовлетворительно» и 1 человек отметку «хорошо», что свидетельствует о повышении успеваемости и эффективности проведенного курса по теме: «Биополимеры». Обучающаяся 10 класса, выполнившая итоговый тест на отметку «отлично» после завершения элективного курса защитила научно-исследовательскую работу по теме: «Биоразлагаемые пленки на основе крахмал» на открытом конкурсе научно-исследовательских работ «Научный дебют» 21 марта, 2019 г. (приложение 5)

Ключевым фрагментом элективного курса является возможность выполнения научно-исследовательской работы по синтезу биополимеров в лаборатории тонкого органического синтеза на базе КГПУ им. В. П. Астафьева. Это позволяет учащимся закрепить на практике навыки экспериментальной работы в химической лаборатории, а также осуществить синтез новых биополимеров.

При выполнении исследовательской работы в лаборатории формируются предметные химические компетенции, т.е. практические знания и умения по химии, которые необходимы обучающемуся не только на уроках, но и в его повседневной жизни. Данный вид деятельности развивает познавательную активность, стремление к исследовательской работе в рамках естественно-научного цикла, стимулирует потребность к продолжению образования и сознательному выбору профессии. Кроме того, при работе в лаборатории осуществляется трудовое воспитание школьников посредством работы с оборудованием и реактивами, в процессе подготовки и постановки опытов, обработки полученных результатов.

## ВЫВОДЫ

По результатам работы можно сделать следующие выводы:

1. Эффективным способом получения производных хитозана является взаимодействие исходного соединения (хитозана) с различными электрофильными субстратами в кислой среде.
2. В результате проведенного химического эксперимента был получен новый биополимер – N-2-фтор-4-нитрофенилхитозан, перспективный для дальнейшей функционализации.
3. Элективный курс «Биополимеры» с межпредметным содержанием по химии и биологии для обучающихся 10 класса включает темы: «Полисахариды. Хитозан. Хитин», «Полисахариды. Крахмал», «Белки. Химические свойства». Элективный курс «Биополимеры» рассчитан на 17 часов (1 час в неделю). Данный элективный курс может быть использован в школах при подготовке к ЕГЭ, для подготовки к олимпиадам и научно-исследовательских работ, на уроках в 10 классе по теме: «Дисахариды и полисахариды», и «Полимеры». Материал элективного курса был апробирован в МАОУ лицее № 6 «Перспектива» г. Красноярск при подготовке научно-исследовательских работ обучающимися 10 класса.



**СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫЙ**

1. Быкова В.М. Сырьевые источники и способы получения хитина и хитозана: Хитин, его строение и свойства / В.М. Быкова, С.В. Немцев // Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. М.: Наука, 2002. С. 7-23.
2. Власова Г.Л. Биоразлагаемые пластики в индустрии упаковки. М.: Издательство Академии наук, 2008. С. 56-67.
3. Гальбрайх Л.С. Хитин и хитозан: строение, свойства, применение / Л.С. Гальбрайх // Соровский образовательный журнал. 2001. Т. 7, № 1. С. 51–56.
4. Гамзазаде А.И. Некоторые особенности получения хитозана / А.И. Гамзазаде, А.И. Скляр, С.В. Рогожин // Высокомолекулярные соединения. 2005. Т. 27А, №6. С. 1179-1184.
5. Куприна Е.Э. опытно-промышленная установка для получения хитин-минерального комплекса «Хизитэл» электрохимическим способом / Е.Э. Куприна и [др] // Материалы Восьмой Междунар. конф. «Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана», Казань 12-15 июня 2006 г. М.: ВНИРО, 2006. С. 34-37.
6. Кушнер В. П. Биопластики. М.: Издательство Академии наук, 2010.С. 101-150.
7. Лешина А. Ю. Пластики биологического происхождения. М.: Мир, 2012. С.287-298.
8. Маслова Г.В. Влияние вида хитинсодержащего сырья на физико-химические свойства хитиновых биополимеров, полученных с помощью электрохимически активированных / Г.В. Маслова и [др] // Материалы Шестой Междунар. Конф «Новые достижения в исследовании хитина и хитозана», Москва – Щелково, 22-24 октября 2001 г. М.: ВНИРО, 2001. С. 35-38.

9. Пат. 2087483 РФ, МПК 6 С 08 В37/08. Способ получения хитозана / В.В. Сова, Д.Б. Фрайманд, В.В. Банников, Ф.И. Львович. №93055356/25; Заявлено 21.12.93; Опубл. 20.08.97 // Изобретения. 1997.№23. С. 92.
- 10.Пат. 2116314 РФ, МПК 6 С08 В37/08. Способ получения хитозана / Г.И. Касьянов, О.И. Квасенков, А.И. Николаев, Е.Е. Касьянова. №97104789/04; Заявлено 26.03.97. Опубл. 27.07.98.//Изобретения. 1998.№ 21. С.220.
- 11.Суворова, А. И. Биоразлагаемые полимерные материалы на основе крахмала . М.: Издательство Академии наук, 2000. С. 494–504.
- 12.Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламова. М.: Наука, 2002. С.355
- 13.Шагдарова Б.Ц., Ильина А.В., Варламов В.П. Антибактериальная активность алкилированных, ацилированных производных низкомолекулярного хитозана // Прикладная биохимия и микробиология. 2016. Т.52. №2. С. 237-241
14. A.M. Cumming, G.R. Jones, R.T. Wensley R.V.C. In vitro neutralization of heparin in plasma prior to the activated partial thromboplastin time test: An assessment of four heparin antagonists and two anion exchange resins // Thromb. Res. 2004. Vol. 41, № 1. P. 43–56.
15. Aranaz I. et al. Functional characterization of chitin and chitosan // Curr. Chem. Biol. 2009. Vol. 3. P. 203–230.
16. Chang K.C. et al. Atomic force microscopy in biology and biomedicine // Tzu Chi Med. J. Elsevier Taiwan LLC, 2012. Vol. 24, № 4. P. 162–169.
17. Dosler S., Mataraci E. In vitro pharmacokinetics of antimicrobial cationic peptides alone and in combination with antibiotics against methicillin resistant Staphylococcus aureus biofilms. // Peptides. Elsevier Inc., 2013. Vol. 49. P. 53–58.
- 18.Furth M.E., Atala A., Van Dyke M.E. Smart biomaterials design for tissue engineering and regenerative medicine // Biomaterials. 2007. Vol. 28, № 34. P. 5068–5073.

19. Gallagher J.T. Heparin - A Century of Progress // Handbook of Experimental Pharmacology. 2012. Vol. 207. 347-360 p.
20. Langer R., Tirrell D. Designing materials for biology and medicine // Nature. 2004. P. 487–492.
21. Lim S., Hudson S. Synthesis and antimicrobial activity of a water-soluble chitosan derivative with a fiber-reactive group // Carbohydr. Res. 2004.
22. Mourya V.K., Inamdar N.N., Tiwari A. Carboxymethyl chitosan and its applications // Adv. Mater. Lett. 2010. Vol. 1, № 1. P. 11–33.
23. Pillai O., Panchagnula R. Polymers in Drug Delivery // Curr. Opin. Chem. Biol. 2001. Vol. 5. P. 447–451.
24. Priya James H., John R., Alex A. Smart polymers for the controlled delivery of drugs – a concise overview // Acta Pharm. Sin. B. 2014. Vol. 4, № 2. P. 120–127.
25. Qi L. et al. Preparation and antibacterial activity of chitosan nanoparticles // Carbohydr. Res. 2004. Vol. 339, № 16. P. 2693–2700.
26. Ramesh H.P., Tharanathan R.N. Carbohydrates—The Renewable Raw Materials of High Biotechnological Value // Crit. Rev. Biotechnol. 2003. Vol. 23, № 2. P. 149–173.
27. Smythe M.A. et al. Guidance for the practical management of the heparin anticoagulants in the treatment of venous thromboembolism // J. Thromb. Thrombolysis. Springer US, 2016. Vol. 41, № 1. P. 165–186.
28. Tammam S.N., Azzazy H.M.E., Lamprecht A. A high throughput method for quantification of cell surface bound and internalized chitosan nanoparticles // Int. J. Biol. Macromol. Elsevier B.V., 2015. Vol. 81. P. 858–866.
29. Xing R. et al. Relevance of molecular weight of chitosan-N-2-hydroxypropyl trimethyl ammonium chloride and their antioxidant activities. // Eur. J. Med. Chem. 2008. Vol. 43, № 2. P. 336–340.
30. Zhang C. et al. Synthesis and characterization of water-soluble O-succinyl-chitosan // Eur. Polym. J. 2003. Vol. 39, № 8. P. 1629–1634.

### Литература для элективного курса

1. Ермаков, Д. С. Элективные курсы по химии для профильного обучения / Д. С. Ермаков, Ю. Д. Муравлянская, Т. И. Рыбкина // Химия: методика преподавания. 2012. № 5. С. 61–66.
2. Ершов, В. Л. Развитие познавательного интереса к химии / В. Л. Ершов // Химия в школе. 2010. № 3. С. 30 - 31.
3. Краевский, В. В. Предметное и общепредметное в образовательных стандартах / В. В. Краевский, А. В. Хуторской // Педагогика. 2012. № 2. С. 3–11.
4. Лернер, П. С. Роль элективных курсов в профильном обучении / П. С. Лернер // Профильная школа. 2004. № 3. С. 12 - 17.

**ПРИЛОЖЕНИЯ****Приложение 1**

## Тест «Биополимеры»

Из перечисленных веществ выберите полисахариды:

а) глюкоза; б) крахмал; в) гликоген; г) сахароза.

2. Мономером белков является:

а) глюкоза; б) глицерин; в) аминокислота; г) рибоза.

3. Какие функции выполняют углеводы?

а) структурную; б) энергетическую; в) каталитическую;

г) многие являются гормонами.

4. Какие органические вещества на первом месте в клетке по массе?

а) углеводы; б) липиды; в) белки; г) нуклеиновые кислоты.

5. Сколько аминокислот образует все многообразие белков?

а) 170; б) 26; в) 21; г) 10.

6. Какая функциональная группировка придает аминокислоте кислые, какая – щелочные (основные) свойства?

а) кислые – радикал, основные – аминогруппа;

б) кислые – аминогруппа, основные – радикал;

в) кислые – карбоксильная группа, основные – радикал;

г) кислые – карбоксильная группа, основные – аминогруппа.

7. Какую структуру имеет молекула гемоглобина?

а) первичную; б) вторичную; в) третичную; г) четвертичную.

8. Какие связи стабилизируют вторичную структуру белка?

а) ковалентные; б) водородные; в) ионные.

9. Ренатурация белка возможна, если не нарушена структура:

а) вторичная; б) третичная; в) первичная; г) четвертичная.

## Тест «Биополимеры»

1. Сколько полипептидных цепей может входить в состав белка:
  - а) две +
  - б) три
  - в) одна
  
2. Мономеры белка называются:
  - а) полипептиды
  - б) аминокислоты +
  - в) пептиды
  
3. Вторичная структура белка возникает в результате образования:
  - а) сложноэфирных связей
  - б) дисульфидных мостиков
  - в) водородных связей +
  
4. Ферментативная функция белков заключается в:
  - а) ускорении химических реакций организма +
  - б) составлении цитоплазматической мембраны
  - в) переносе кислорода из легких в клетки
  
5. Белки являются биополимерами, потому что:
  - а) высокомолекулярное неорганическое соединение, состоящие из мономеров
  - б) низкомолекулярные органические соединения, состоящие из мономеров
  - в) высокомолекулярное органическое соединение, состоящие из мономеров +

6. Что такое глобула:

- а) структура белка
- б) третичная структура белка +
- в) двоичная структура белка

7. Утрата белком своей структуры:

- а) потеря
- б) деградация
- в) денатурация +

8. Какая структура белка считается работоспособной:

- а) третичная +
- б) двоичная
- в) одинарная

9. Какая структура белка считается работоспособной:

- а) одинарная
- б) двоичная
- в) четвертичная +

10. Какой функции нет у белка:

- а) защитная
- б) запасающая +
- в) строительная

11. Функция общая для белков, липидов и углеводов:

- а) энергетическая +
- б) запасающая
- в) ферментативная

12. Исходное низкомолекулярное вещество, из которого синтезирован полимер, называется:

- а) элементарным звеном
- б) мономером +
- в) структурным звеном

13. К биополимерам относится:

- а) полисахариды +
- б) полиамидные волокна
- в) уксусная кислота

14. К биополимерам относится:

- а) уксусная кислота
- б) полиамидные волокна
- в) белки +

15. К биополимерам относится:

- а) нуклеиновые кислоты +
- б) полиамидные волокна
- в) уксусная кислота

16. Линейным полимером является:

- а) декстран
- б) целлюлоза +
- в) амилопектин

17. Линейным полимером является:

- а) амилопектин
- б) декстран
- в) желатин +



18. Линейным полимером является:

- а) декстран
- б) натуральный каучук +
- в) амилопектин

19. К разветвленным полимерам относится:

- а) натуральный каучук
- б) капрон
- в) декстран +

20. К синтетическим полимерам относится:

- а) лигнин
- б) капрон +
- в) декстран

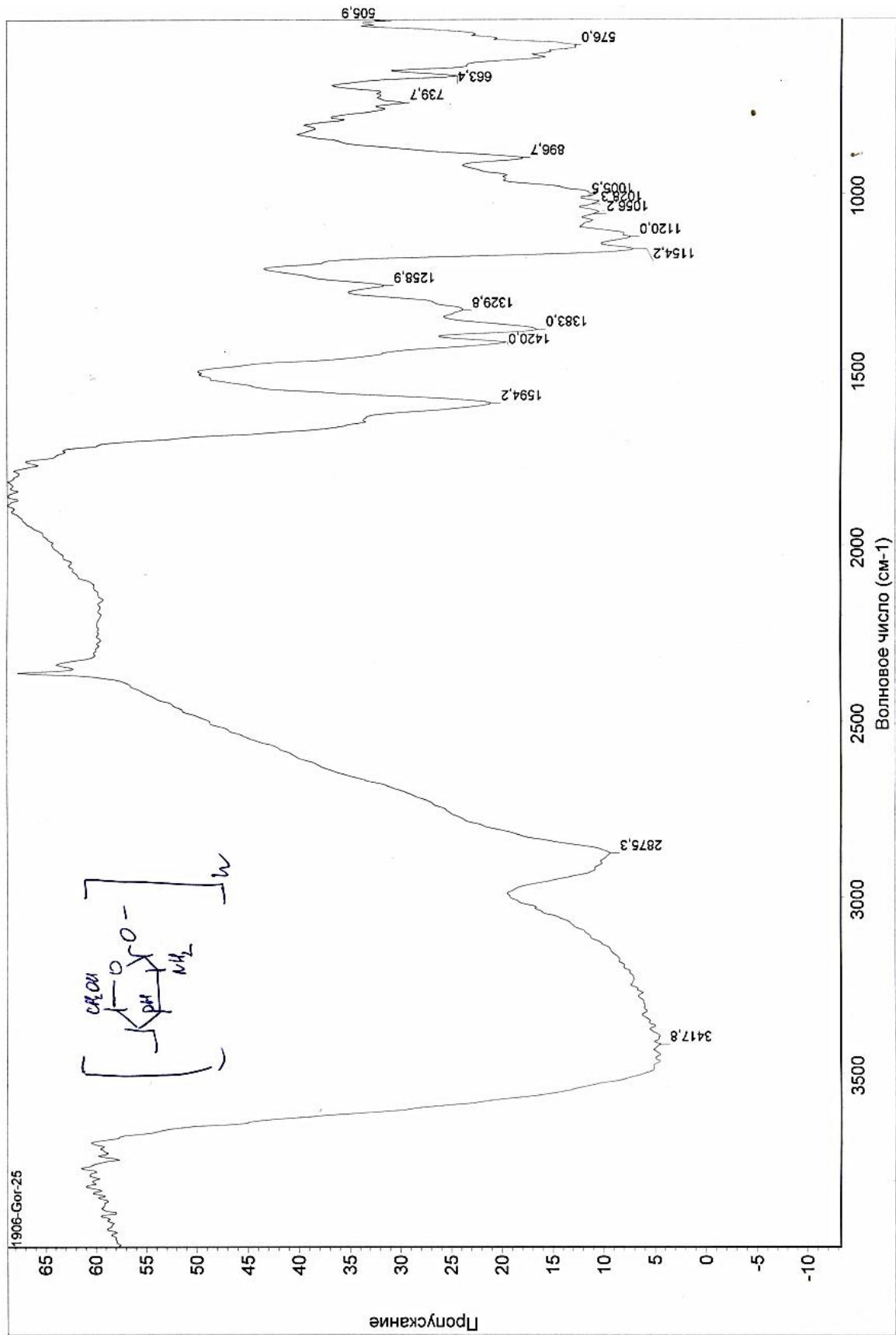


Рис.20 ИК-спектр исходного хитозана

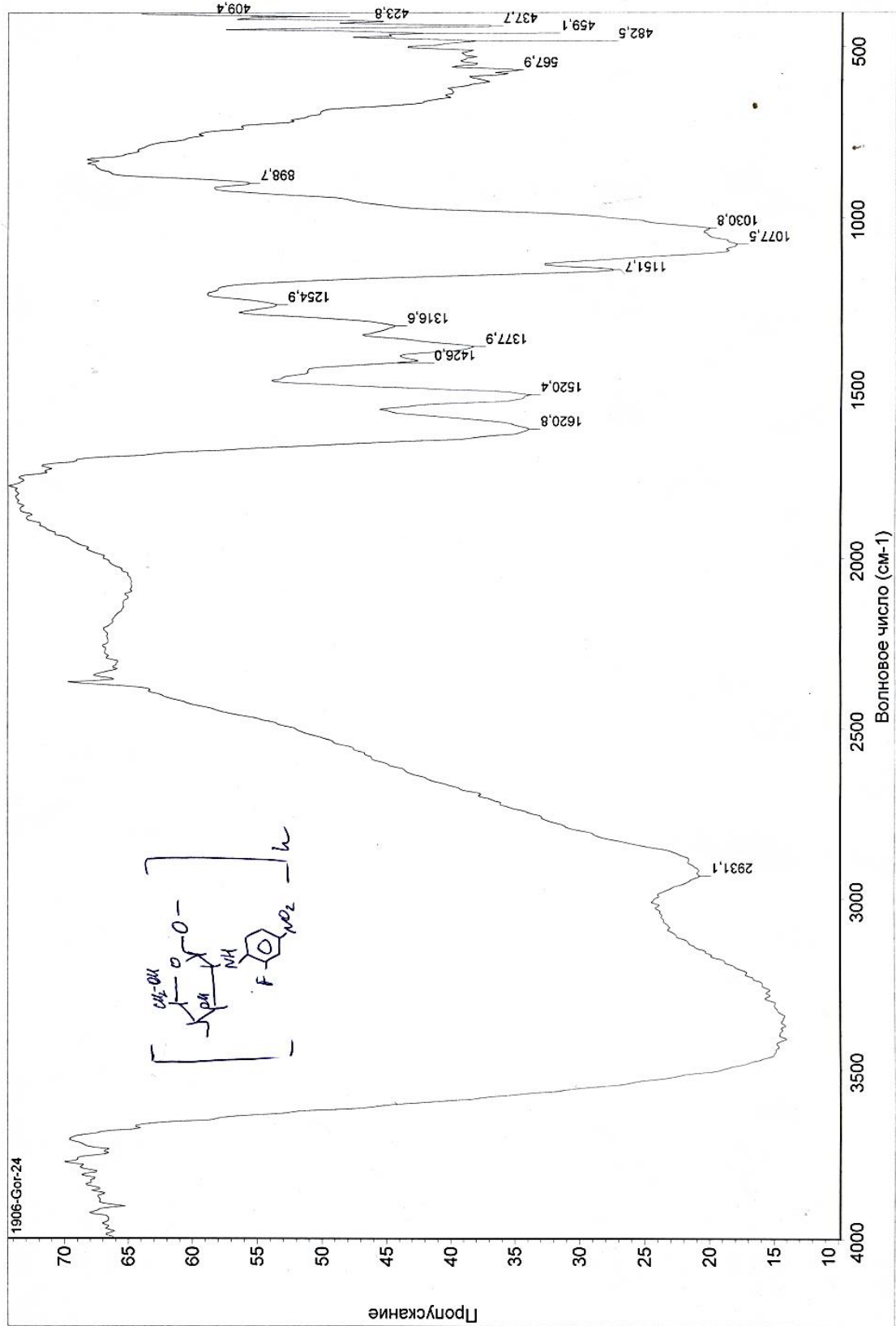


Рис.21 ИК-спектр модифицированного хитозана – N-2-фтор-4-нитрофенилхитозана.

## Сертификаты



Рис.22 Сертификат



Рис.23. Сертификат

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
 «КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им.В.П.  
 Астафьева» (КГПУ им.В.П. Астафьева)

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

Сурнина Евгения Васильевна  
 ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**МОДИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ И ИХ  
 ИЗУЧЕНИЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ**

Направление подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя  
 профилями подготовки)  
 Направленность (профиль) образовательной программы: Биология и химия

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой:  
 Антипова Е.М. д.б.н., профессор  
 15 мая 2019 г. Е.М. Антипова  
 (дата, подпись)

Руководитель:  
 Халыгина Ю.Г. к.х.н., доцент  
 15 мая 2019 г. Ю.Г. Халыгина  
 (дата, подпись)

Дата защиты 17 июня 2019 г.  
 Обучающийся: Сурнина Е.В.  
 15.05.2019 Е.В. Сурнина  
 (дата, подпись)

Оценка отлично  
 (прописью)

Красноярск 2019

Рис.24. Титульный лист с оценкой

# Отчет о проверке на заимствования №1



Автор: [sterho@mail.ru](mailto:sterho@mail.ru) / ID: 4831226

Проверяющий: ([sterho@mail.ru](mailto:sterho@mail.ru) / ID: 4831226)

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат»- <http://users.antiplagiat.ru>

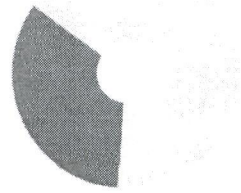
## ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 5  
Начало загрузки: 15.06.2019 10:08:42  
Длительность загрузки: 00:00:02  
Имя исходного файла: ВКР Сурнина Е.В.  
Модификация природных биополимеров и их изучение в старшей школе  
Размер текста: 1456 кБ  
Символов в тексте: 81493  
Слов в тексте: 9758  
Число предложений: 671

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)  
Начало проверки: 15.06.2019 10:08:44  
Длительность проверки: 00:00:02  
Комментарии: не указано  
Модули поиска: Модуль поиска Интернет

<b>ЗАИМСТВОВАНИЯ</b>	<b>ЦИТИРОВАНИЯ</b>	<b>ОРИГИНАЛЬНОСТЬ</b>
<b>34,38%</b>	<b>0%</b>	<b>65,62%</b>



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые система отнесла к цитированиям, по отношению к общему объему документа.

Цитирования — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты; общепотребительные выражения; фрагменты текста, найденные в источниках из коллекций нормативно-правовой документации.

Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.

Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.

Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.

Заимствования, цитирования и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.

Обращаем Ваше внимание, что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является вспомогательным инструментом, определение корректности и правомерности заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остается в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Актуален на	Модуль поиска	Блоков в отчете	Блоков в тексте
[01]	5,03%	5,03%	Биополимеры настоящее и ...	<a href="http://docplayer.ru">http://docplayer.ru</a>	07 Мая 2018	Модуль поиска Интернет	16	16
[02]	4,96%	4,96%	Полный текст диссертации	<a href="http://istina.msu.ru">http://istina.msu.ru</a>	27 Янв 2017	Модуль поиска Интернет	12	12
[03]	3,36%	4,05%	Магистерская диссертация ...	<a href="http://elib.kspu.ru">http://elib.kspu.ru</a>	21 Мар 2018	Модуль поиска Интернет	17	21

Еще источников: 17

Еще заимствований: 21,03%

Научный руководитель: *Лавочкин Ю.Г.*

**Согласие**  
**на размещение текста выпускной квалификационной работы**  
**обучающегося в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева**

Я, СУРНИНА ЕВГЕНИЯ ВАСИЛЬЕВНА

Разрешаю КГПУ им. В.П. Астафьева безвозмездно воспроизводить и размещать (доводить до всеобщего сведения) в полном объеме и по частям написанную мною в рамках выполнения основной профессиональной образовательной программы выпускную квалификационную работу бакалавра / специалиста / магистра / аспиранта на тему «МОДИФИКАЦИЯ ПРИРОДНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ И ИХ ИЗУЧЕНИЕ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ» (далее – ВКР) в сети Интернет в ЭБС КГПУ им. В.П. Астафьева, расположенном по адресу <http://elib.kspu.ru>, таким образом, чтобы любое лицо могло получить доступ к ВКР из любого места и в любое время по собственному выбору, в течении всего срока действия исключительного права на ВКР.

Я подтверждаю, что ВКР написана мною лично, в соответствии с правилами академической этики и не нарушает интеллектуальных прав иных лиц.

15.05.2019

дата

  
подпись