

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение  
«Шеметовская средняя общеобразовательная школа»

Открытый урок по биологии  
в 10 классе на тему  
«Белки – основа жизни»

Учитель биологии: Иванова Лариса Владимировна  
высшая квалификационная категория

2017г

## **Цель:**

**Образовательная:** закрепить знания о белках как макромолекулах – биополимерах, познакомить учащихся с составом, строением, свойствами и функциями белков.

**Развивающая:** развивать умения устанавливать причинно-следственные связи между явлениями живой и неживой природы, развивать познавательные компетенции у учащихся на основе межпредметных связей, научить применять знания, получаемые на одном предмете, при анализе явлений или процессов, изучаемых другими предметами.

**Воспитательная:** способствовать формированию научное мировоззрение, представление о роли естественных наук в современном обществе, целостную картину мира, воспитывать у учащихся познавательный интерес к предмету, формировать культуру общения, коммуникативные качества.

**Основная цель педагога** по отношению к индивидуальной самореализации учеников при изучении данной темы: помочь осознать, что изменения в структуре белковых молекул опасны для жизни и здоровья человека, помочь отработать приемы запоминания по сравнению, развитие мыслительных, коммуникативных, организационных, информационных компетенций.

**Тип урока:** изучение и первичное закрепление новых знаний.

**Форма организации учебного процесса:** работа в группах.

**Технологии:** личностно-ориентированные, частично-поисковая, проблемная.

**Методы:** объяснительно - иллюстративный, работа в группах, решение биологических задач с использованием технологии ТРИЗ, сообщения учащихся, лабораторная работа, методы контроля.

**Основные понятия:** полипептид, биополимеры, мономеры, α-аминокислоты, пептидная связь, структуры белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная), состав белков (протеины, протеиды), денатурация, ренатурация, гидролиз белков. Цветные реакции на белки.

**Планируемые результаты обучения:** знать строение и состав белков, структуры белков. Знать понятия: денатурация, ренатурация. Знать каталитическую и ферментативную функцию белка. Знать, как от строения молекулы зависят ее свойства. Знать влияние факторов среды на белковые молекулы, уметь приводить примеры влияния среды на белковые тела. Уметь проводить реакции на белки, делать выводы.

**Главная проблема урока.** Почему, по мнению ученых, белки являются носителями жизни?

Круг реальных объектов действительности, предлагаемых учащимся для изучения. Белковые молекулы.

**Оборудование и реактивы:** пробирки, штатив, пероксид водорода, сырой и вареный картофель, гидроксид меди, белок, спирт, сырое мясо. Таблица «Строение белковых молекул». Учебная презентация по теме: «Белки».

## План урока:

1. История открытия белков.
2. Строение и состав белков.
3. Структуры белков.
4. Классификация белков: а) состав белков; б) функции белков.
5. Свойства белков.
6. Влияние факторов окружающей среды на белки.

### Этапы урока по минутам.

- 1 этап. Целеполагание - 5мин
- 2 этап. Создание учеником субъективного образовательного продукта (СОП) -37 мин
- 3 этап. Рефлексия - 3мин

## Аннотация урока.

На данном уроке вы узнаете особенности строения молекул белка, которые выполняют разнообразные функции: транспортную, каталитическую, строительную, энергетическую, ферментативную, узнаете, как изменения в строении молекулы белка отражаются в нашей жизни, на нашем здоровье, вы узнаете, как функции биомолекул связаны с ее структурой.

## Ход урока

### *1. Мотивация к учебной деятельности*

#### **Цель:**

- 1) мотивировать учащихся к деятельности на уроке;
- 2) определить рамки урока;
- 3) актуализировать требования к учащимся со стороны учебной деятельности.

Здравствуйте, ребята. Я рада вас приветствовать. Желаю вам творческих успехов, терпения, покорения всех задуманных вершин, реализации всех целей.

Вы готовы сегодня трудиться на благо ваших знаний? ( Да)

Вспомните, какую тему мы изучали на предыдущем уроке? ( Липиды)

К какой группе вещества относятся липиды? (Органические вещества)

Какое строение имеют липиды?

Почему липиды относят к биополимерам?

Какое строение имеют липиды?

Какое значение имеют липиды в природе?

Какие еще органические вещества входят в состав клетки?

Какие органические вещества мы с вами не изучили? ( Белки)

Сегодня на уроке мы должны понять как от строения молекул зависят их функции, а так же самостоятельно овладеть знаниями о белках.

### *II. Актуализация знаний:*

#### **Цель:**

- 1) актуализировать знания учащихся о белках;
- 2) организовать самостоятельное выполнение учащимися пробного учебного действия;
- 3) организовать фиксацию индивидуальных затруднений у учащихся в выполнении пробного учебного действия или в его обосновании.

-Начнем с повторения, а именно с выдвижения ваших аргументов, доказывающих, что вы знаете понятие «белки». Беседа о выявлении первичных знаний о белках.

-А теперь, давайте вместе, определим цели урока и его задачи. Для лучшего результата работа проводится в группе.

#### **Задание № 1. «Сформулируй цель»**

Цели задания: формулировка каждым учащимся целей при изучении темы. Их сравнительный анализ с целями: а) других учащихся; б) учителя.

Формулировка вопросов к теме занятия. Ответы на вопросы других учащихся.

#### ***Алгоритм выполнения задания:***

1. Составьте свои собственные цели по изучению темы нашего урока.
  - 1.1. Сформулируйте свои вопросы к теме урока.
  - 1.2. Сравните вопросы, сформулированные Вами, с вопросами одноклассников. Насколько сильно они отличаются от Ваших вопросов?
  - 1.3. Выберите те из вопросов других ребят, на которые вы можете дать ответ уже сейчас.

## **Учитель**

Цель нашего урока расширить знания о белках как природных полимерах, изучить строение и состав белков, рассмотреть классификацию белков. Определить структуры белка, изучить свойства белков путём проведения лабораторных работ. Рассмотреть вопрос как от строения молекул зависит функции белковых молекул в живых системах.

### ***III. Изучение нового материала***

#### ***Цель:***

- 1) овладение учебным материалом, через самостоятельную деятельность на уроке;
- 2) создание учеником субъективного образовательного продукта (СОП)

Белки, по утверждению Ф. Энгельса, одна из форм существования жизни.

«Повсюду, где мы встречаем жизнь, мы находим, что она связана с каким-либо белковым телом, и повсюду, где мы встречаем какое-либо белковое тело, не находящееся в процессе разложения, мы без исключения встречаем и явление жизни». ( К. Маркс, Ф.Энгельс. Собрание сочинений. Т.20).

Чем же удивительны белки? С чем связана тайна жизни? Почему понятие жизнь отождествляется с понятием белки? Важную, а может быть, и главную роль во всех жизненных процессах играют белки. Белки составляют 10–18% от общей массы клетки. В каждой клетке находится более 3000 молекул белков. В организме человека насчитывается свыше 10 млн. белков. В клетках белки играют важнейшую роль. Есть белки – переносчики веществ, ионов, протонов, электронов; есть биокатализаторы, есть регуляторы разнообразных процессов в клетках и организмах. Важную роль играют опорные и сократительные белки. Белки защищают организм от инфекции. Контакты клетки с внешней средой выполняют разнообразные белки, умеющие различать форму молекул, регистрировать температурные изменения, ничтожные примеси веществ, отличать один цвет от другого. Уже из этого можно сделать вывод: наиболее важными органическими соединениями клетки являются белки. А как шел процесс открытия белка?

#### ***Организуется самостоятельная работа.***

#### ***Задание № 2. Хронология открытий***

***Цель:*** установить этапы исследований, которые привели к созданию модели белковых молекул.

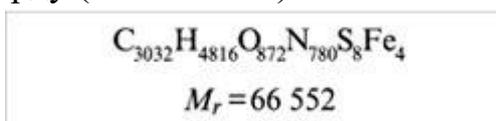
Составьте краткий перечень открытий, связанных с изучением белковых молекул различными учёными. Для решения данной задачи используйте приложение № 1

#### ***Алгоритм выполнения задания***

1. Внимательно прочитайте текст изложенный в приложении №1 «История изучения белковых молекул».
2. Составьте краткий перечень открытий, связанных с изучением белка различными учёными.

## **Учитель**

Чем глубже химики познают природу и строение белковых тел, тем более они убеждаются в исключительном значении неисчерпаемых данных для раскрытия одной из важнейших тайн природы – тайны жизни. Раскрытие связи между структурой и функцией в белковых веществах – краеугольный камень, та основа, которая послужит в будущем исходным рубежом для нового качественного скачка в развитии биологии и медицины. В отличие от других органических соединений белки обладают рядом особенностей. Белки имеют сложное строение, молекулы их большие по размерам, молярные массы огромны (рис. 1). Значения  $M_r$  белков в десятки и сотни тысяч единиц – это не предел, молекулярная масса белка вируса желтухи шелковичного червя приближается к миллиарду (916 000 000).



**Рис. 1.**  
**Молекулярная формула**  
**одного из белков**

Молекулярные массы белков могут колебаться от 10 000 до нескольких миллионов.  $M_r$  (белка яйца) = 36 000;  $M_r$  (белка мышц) = 1 500 000. Состав гемоглобина выражается формулой  $(\text{C}_{738}\text{H}_{1166}\text{O}_{208}\text{N}_{203}\text{S}_2\text{Fe})_4$ . Ясно, что по сравнению с молекулами спирта, уксусной кислоты и другими веществами молекулы белков великаны. В их построении участвуют тысячи атомов. Для того чтобы подчеркнуть гигантский размер таких молекул, их называют **макромолекулами** (с греч. “макрос” - большой, гигантский)

Часто белки называют **протеинами** – это название подчеркивает первостепенную роль этих веществ (с греч “протео” - занимаю первое место).

**Белки** – это нерегулярные полимеры, мономерами которых являются - **аминокислоты**. В природе существует около 100 аминокислот, в организме встречается 25. Но в каждом белке 20, из них может быть образовано 2 432 902 008 176 640 000 комбинаций, т. е. различных белков, которые будут обладать совершенно одинаковым составом, но различным строением.

Среди аминокислот есть заменимые, они могут синтезироваться в организме и незаменимые. **Незаменимые**, которые в организме не образуются, их получают с пищей (лизин, валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин, триптофан, тирозин, метионин). Органические вещества в природе представляют собой **биополимеры** (пенициллин –  $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{O}_4\text{N}_2$ , молоко –  $\text{C}_{1864}\text{H}_{3021}\text{O}_{576}\text{N}_{466}\text{S}_{21}$ , гемоглобин –  $\text{C}_{3032}\text{H}_{4876}\text{O}_{872}\text{N}_{780}\text{S}_6\text{Fe}_4$ ) состоящие из мономеров.

### Задание № 3. «Строение и функции белковых молекул»

**Цель:** овладеть знаниями об особенностях строения белков.

**Алгоритм выполнения задания**

1. Используя, параграф 11, рисунок 12 учебника, изучи строение аминокислот. Сравни строение аминокислот, найди черты сходства и различия.

Ответ на вопрос:

А. Как из 20 аминокислот получаются миллионы белковых молекул?

Б. Что произойдет со свойствами белка, если изменить последовательность аминокислотных звеньев в линейной полимерной цепи? Как эти изменения отразятся на организме?

2. С помощью рисунка 13 на странице 41 параграфа 11 разберись, как образуется пептидная связь. Почему белки по - другому называют пептидами?

### Учитель

Разнообразное строение белков обуславливает выполнение ими множества функций. Если учесть, что размер каждой аминокислоты около 0,3 нм, то белок, составленный из многих аминокислотных остатков, должен представлять собой длинную нить. В действительности же размеры молекул белков гораздо меньше. Изучение белков в растворах показало, что макромолекулы белков имеют форму компактных шариков (глобул) или вытянутых структур – фибрилл. Следовательно, полипептидная цепь каким-то образом сплетена, образуя клубок или пучок нитей.

Исследования показали, что в укладке пептидной цепи нет ничего случайного или хаотичного. Она свёртывается упорядоченно, для каждого белка определённым образом.

Для того чтобы разобраться в замысловатой укладке белковой макромолекулы, следует рассмотреть в ней несколько уровней организации: **первичная, вторичная, третичная, четвертичная**. Опыт: качественная реакция на пептидную связь (свежеприготовленный гидроксид меди + белок = фиолетово-красное окрашивание).

### Задание № 4 Уровни организации белковой молекулы.

**Цель:** изучить особенности структурной организации белка.

### **Алгоритм выполнения задания**

1. Прочитайте приложение № 2.

Назовите не менее четырех особенностей структуры молекулы белка.

Чем отличаются структуры молекула белка друг от друга?

2. Запишите в таблицу информацию о структуре белка, используя текст параграфа 11 на стр. 42 и рисунок учебника 14. *Уровни организации белковой молекулы.*

Табл. № 1 Структура белка

Структуры белка	Связи, образующие структуру	Конфигурация белка

**Контрольно - оценочное задание на проверку освоения познавательных компетенций.**

## Вопросы по строению белков

1. Изменяются ли свойства белка при нарушении последовательности аминокислотных звеньев в линейной полимерной цепи?
2. Чем отличается вторичная структура белка от первичной?
3. За счет чего удерживается форма молекулы белка во вторичной структуре?
4. В чем отличие третичной структуры белка от первичной и вторичной?

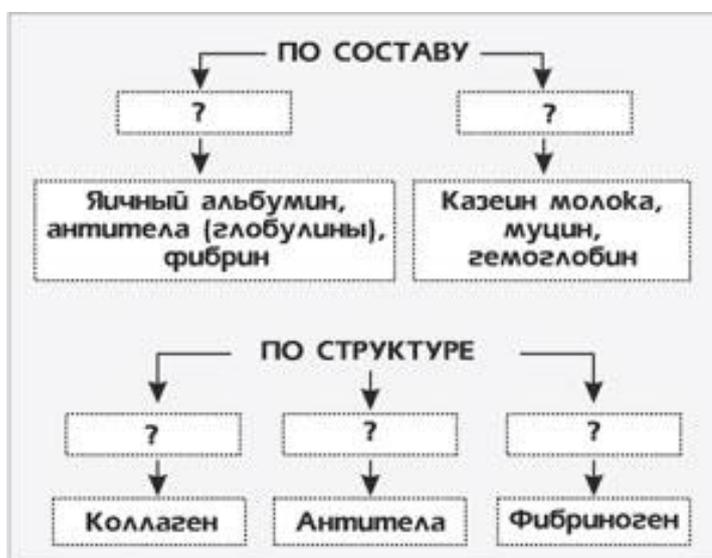
**Учитель:** Сложность строения белковых молекул и чрезвычайное разнообразие их функций крайне затрудняют создание классификации белков на какой-либо одной основе. Принято выделять три разные классификации белков: по составу, структуре и функциям.

## Задание № 4

**Цель:** классифицировать белковые молекулы по группам.

Впишите в схему вместо знаков вопроса (?) названия классификационных групп белков, используя текст параграфа 11 на странице 42 «Классификация белков»

### Схема. Способы классификации белков



### Классификация белков по составу

- К **простым белкам** (протеинам) относят альбумины, глобулины, гистоны, склеропротеины.

- **К сложным белкам** (протеидам) относят: фосфопротеиды (казеин), глюкoпротеиды (муцин), нуклеопротеиды, хромопротеиды, липопротеиды, флавопротеиды, металлопротеиды.

### **Классификация белков по их структуре**

- **Фибриллярные белки** – в них наиболее важна вторичная структура – нерастворимы в воде, отличаются механической прочностью. К ним относят коллаген и миозин.
- **Глобулярные белки** – в них наиболее важна третичная структура. Полипептидные цепи таких белков свернуты в компактные глобулы, они растворимы в воде или солевых растворах, легко образуют коллоидные суспензии. К глобулярным белкам относят ферменты и гормоны.
- **Промежуточные белки** – фибриллярной природы, но растворимы в воде, к ним относится фибриноген.

### **Классификация белков по их функциям**

- Структурные белки – коллаген, склеротин, эластин.
- Каталитические белки – полимеразы, рибонуклеазы.
- Регуляторные белки – инсулин, глюкагон.
- Транспортные белки – гемоглобин, гемоцианин.
- Защитные белки – антитела, фибриноген.
- Двигательные, или мышечные, белки – миозин, актин.
- Запасательные белки – казеин, альбумин.
- Токсичные белки – змеиный яд, токсины.
- Сигнальные белки – рецепторы.

### **Контрольно- оценочное задание на проверку освоения познавательных компетенций.**

1. По каким признакам осуществляется классификация белков?
2. В чем принципиальное отличие фибриллярных белков от глобулярных?
3. Объясните биологическое значение вакцинации.

**Учитель.** Для раскрытия природы белка изучим его химические свойства. Белки не удавалось выделить из костной ткани, хрящей, волос, копыт, так как они не переносят нагревания и кристаллизации из горячих растворов. Поэтому вначале занимались изучением не структуры белка, а химического состава. В белке содержатся следующие химические элементы: С, Н, О, N, S, P, Fe. Железо в гемоглобине крови, фосфор в казеине молока....

Массовая доля элементов:

- С – 50% - 55%;
- О – 19% - 24%;
- Н – 6,5% - 7,3%;
- N – 15% – 19%;

S – до 2,5%;

P – до 2%

Незначительное количество меди, кальция, цинка, брома, йода.

Содержание белка в некоторых тканях (после обезвоживания органа): Мышцы

– 80%; Жировая ткань, кости, зубы – 14 – 28%;

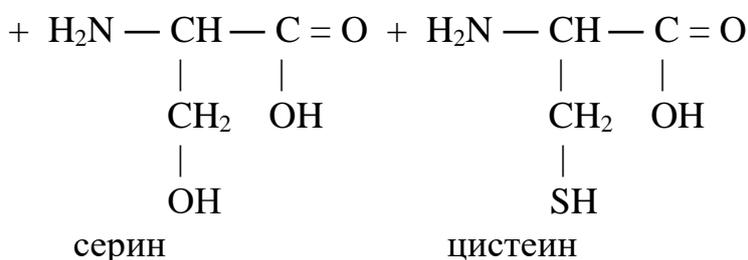
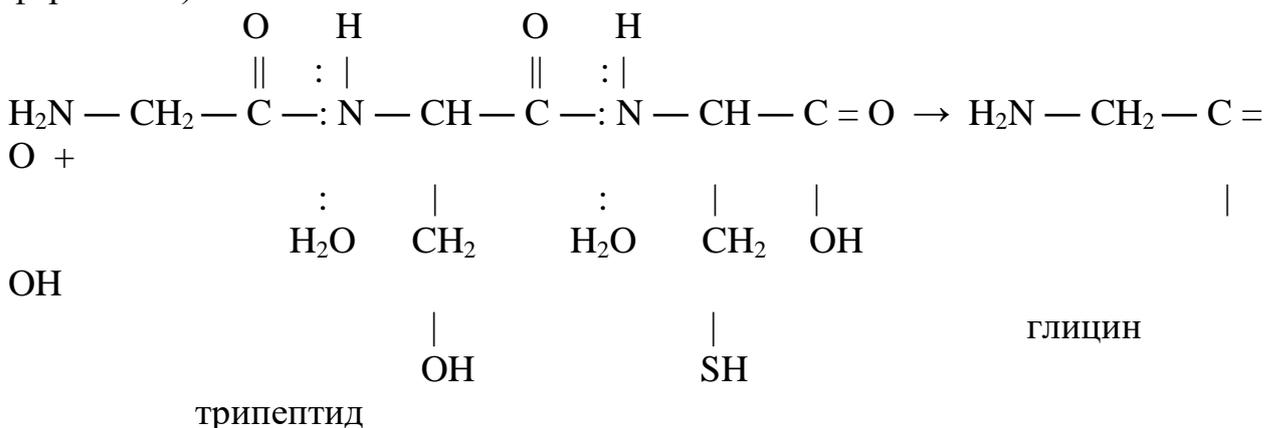
Почки – 72%; Семена растений – 10 – 15 %;

Кожа – 63%; Стебли, корни, листья – 3% - 5%

Печень – 57%; Плоды – 1-2% Мозг – 45%;

**Для белков характерны следующие химические свойства.**

1) гидролиз (при нагревании с растворами кислот, щелочей, при действии ферментов)

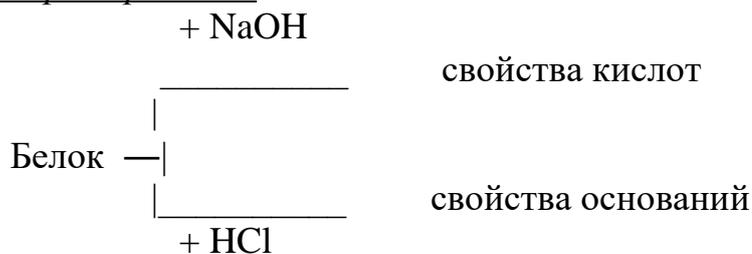


Гидролиз белков сводится к гидролизу полипептидных связей. К этому же сводится и переваривание белков:

*белок ↔ аминокислоты → кровь во все клетки и ткани организма.*

2) денатурация – нарушение природной структуры белка (под действием нагревания и химических реагентов)

3) амфотерность:



4) цветные реакции белков – качественные реакции

а) ксантопротеиновая реакция.

Белок + HNO<sub>3</sub> конц. → желтое окрашивание

б) биуретовая реакция.

Белок +  $\text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow \rightarrow$  раствор фиолетового цвета.

в) горение – запах жженных перьев.

**Ученики, формулируют вывод:** качественными на белки являются реакции с концентрированной азотной кислотой (желтое окрашивание), со свежесажженным гидроксидом меди (II) (раствор фиолетового цвета) и горение белков (запах жженных перьев).

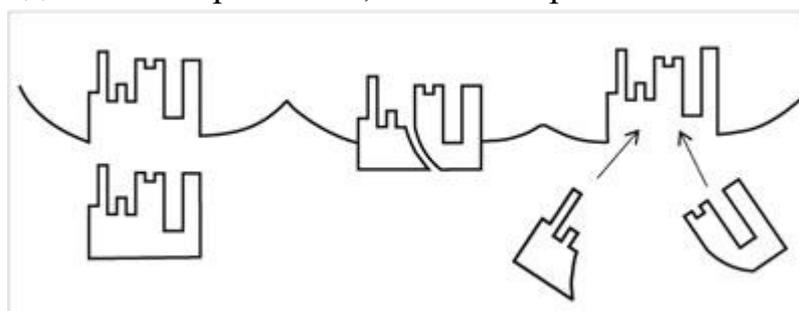
**Учитель.** Чтобы представить значение класса белков, обратимся к цифрам.

В одной клетке бактерий кишечной палочки содержится около 5 тыс. молекул органических соединений, из них – 3 тыс. приходится на белки.

В организме человека более 5 млн. белков (50 % массы клетки в расчёте на сухое вещество). Без белков невозможно представить движение, способность расти, сократимость, размножение. От строения белковых молекул зависит их функции. Предлагаю рассмотреть две очень важных **функции белков** – **каталитическую и защитную.**

*Сообщения делают заранее подготовленные ученики.*

**Учитель** Белки-ферменты катализируют протекание в организме химических реакций. Многие реакции в силу энергетических причин без катализа либо вообще не протекают, либо протекают слишком медленно. Подавляющее большинство биологических катализаторов по своей химической природе является белками. В молекуле фермента имеется так называемый активный центр. Он состоит из двух участков – сорбционного и каталитического. Первый отвечает за связывание фермента с молекулой субстрата, а второй – за протекание собственно процесса катализа (рис. 2). По своей организации ферменты обладают либо третичной, либо четвертичной белковой структурой.



**Рис. 2**  
**Схема работы фермента**

На уроках химии вы рассматривали строение ферментов. Давайте, вспомним строение и работу фермента.

**Ученик.** Как правило, активный центр представляет собой углубление на поверхности белковой молекулы, по форме в точности соответствующее молекулам веществ, участвующих в химической реакции, катализируемой

данным ферментом(см. рис. 2). (примерно так же как «ключ к замку») в учебнике рис.16.Схема образования комплекса « фермент-субстрат»

Как только нужная молекула «садится» в «замок», вся молекула фермента несколько деформируется, подготавливаясь к дальнейшей работе. Чаще всего атомы молекулы фермента смещаются таким образом, что создается еще одно удобное место – для другой молекулы, партнера по химической реакции. Захватив и ее, молекула фермента снова изменяет свою форму, чтобы заставить обе захваченные молекулы соединиться между собой. Но продукт их реакции имеет иную форму, поэтому для него «замок» уже не подходит. В результате он отделяется от молекулы фермента. Активный центр фермента освобождается для следующей такой же операции.

Часто фермент имеет места связи, специализированные для разных химических реакций. Энергия, выделяющаяся в одной из таких реакций, передается почти без потерь и используется в другой реакции. С помощью ферментов организм способен вырабатывать вещества, синтез которых требует затрат энергии. В неживой природе подобных процессов практически не происходит.

**Учитель.** Демонстрация опыта происходит на уроке с комментарием учителя и объяснением учеников, явления действия фермента каталазы в живых организмах на живые ткани и значения этого в живых организмах. Решается биологическая задача компетентностного характера.

### **Опыт 1.**

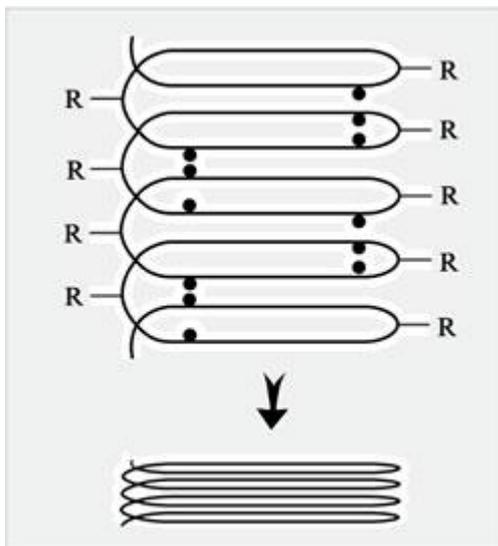
#### **Наблюдение расщепления пероксида водорода ферментом каталазой.**

В две пробирки (одну – с кусочками сырого картофеля, другую – с кусочками вареного картофеля) налейте по 2 мл пероксида водорода  $H_2O_2$ . Опишите, что происходит с пероксидом водорода под действием живых и мертвых растительных клеток.

**Задача № 1.** При простудных заболеваниях температура тела повышается выше 36,6. Как это отражается на состоянии вашего организма. Почему повышение температуры до 40 градусов очень опасно для человека. Как снизить температуру до безопасного для человека состояния? Почему у маленьких детей повышение температуры, считается более опасным, чем у взрослого человека?

**Учитель.** Что же происходит при повышении температуры? Из курса физики 10-го класса мы знаем, что температура – величина, характеризующая интенсивность движения атомов. Температура прямо пропорциональна среднеквадратичной скорости атомов и среднекинетической энергии ( $E = m\bar{v}^2/2 = 3/2kT$ ). Поэтому повышение температуры (увеличение внутренней энергии движения) вызывает увеличение амплитуды колебаний атомов

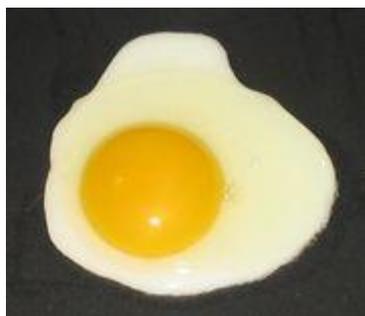
звеньев структуры. Следовательно, увеличивается расстояние между атомами, связываемыми водородной связью. При больших амплитудах колебаний водородная связь разрушается, при этом увеличивается нагрузка на соседние связи спиральной структуры, и в конечном итоге структура белка быстро распадается (рис. 3).



**Рис.3 .  
Разрушение  
вторичной структуры  
белка при нагревании**

Молекула после разрушения связей тоже «расползается», она больше не может противостоять хаосу теплового движения. Вступает в действие механизм внутренней подвижности – повороты звеньев вокруг валентных связей цепи. Макромолекула приобретает новую конфигурацию (она сворачивается в клубок – как бы плавится). Изменяя температуру в обратном направлении, т. е. понижая степень хаоса, можно вновь получить макромолекулу исходной структуры.

Однако при дальнейшем повышении температуры возникает угроза разрыва связи С–С в первичной структуре, т.к. расстояние между атомами С составляет 0,153 нм, а это значительно больше, чем длины связей С=О и С–N – 0,124 и 0,132 нм соответственно. При достижении некоторой критической температуры связь С–С разрывается. Происходит разрушение макромолекулы. Самопроизвольное восстановление цепи макромолекулы на этом этапе уже невозможно. Такое явление называется денатурация белка. Примером может служить денатурация белка куриного яйца.



Поэтому при повышении температуры выше 40 градусов происходит процесс денатурации белка в организме человека, что приводит к изменению функций белка. Нарушение нативной (естественной), уникальной (свойственной только этому белку) структуры белковой молекулы называют **денатурацией**. ( *Рис.15 на стр. 44 Денатурация белка*)

Денатурация может быть вызвана изменением температуры, обезвоживанием, облучением рентгеновскими лучами и другими воздействиями. Вначале разрушается самая слабая структура – четвертичная, затем третичная, вторичная и при наиболее жестких условиях – первичная.

Если при изменении условий среды первичная структура молекулы белка остаётся неизменной, то при восстановлении нормальных условий среды полностью восстанавливается и структура белка.

Процесс восстановления структуры белка называется **ренатурацией**. Это свойство белков широко используется в медицинской и пищевой промышленности для приготовления медицинских препаратов, например вакцин и сывороток, для получения пищевых концентратов, сохраняющих в высушенном виде свои питательные функции.

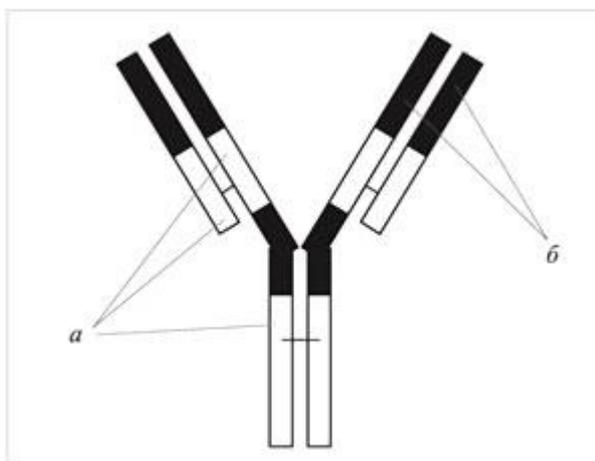
### **Контрольно- оценочное задание на проверку освоения познавательных компетенций:**

1. Какая структура белка разрушается при денатурации белка?
2. Почему невозможен самопроизвольный процесс восстановления связи С–С при понижении температуры после денатурации?

### **Защитная функция белков.**

**Ученик.** (сообщение) Защитная функция белков связана с выработкой лейкоцитами особых белковых веществ – антител. Синтез антител происходит в ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов. Антитела связывают, нейтрализуют и разрушают несвойственные организму соединения. Антитело – молекула, синтезируемая организмом, имеет постоянные и переменные участки (рис. 4). Последние действуют подобно ключу, который подходит к определенному замку. Каждый организм может производить тысячи антител различной специфичности, способные распознавать всевозможные виды чужеродных веществ. Обычно антитела представляют собой белковые или полисахаридные

молекулы, находящиеся на поверхности микроорганизма в связанном или в свободном виде.



**Рис. 4.**  
**Модель молекул антител:**  
**а – постоянные участки;**  
**б – переменные участки**

**Учитель**

Вопрос: « Вспомните, какие защитные механизмы выработались у живых организмов в процессе эволюции? »

У живых организмов сформировались две системы иммунитета – клеточная и гуморальная. Такое разделение функций иммунной системы связано с существованием двух типов лимфоузлов – Т-клеток и В-клеток. Клеточный иммунитет – при взаимодействии с антигеном Т-лимфоциты, несущие на мембране рецепторы, способные распознать этот антиген, начинают размножаться и образуют клон таких же Т-клеток. Клетки этого клона вступают в борьбу с несущими антиген микроорганизмами или вызывают отторжение чужеродной ткани. В-лимфоциты распознают антиген таким же образом, как и Т-клетки, но реагируют иначе. Они синтезируют антитела, которые нейтрализуют антигены.

**Учитель.** Сегодня мы говорим о том же, о чем говорили ученые в конце XIX. Они связывали белок с живыми организмами, считали, что свойства живого организма во многом зависят от свойств белка. Живой организм находится постоянно под воздействием внешних факторов, способных вызвать денатурацию белка. Запомните: как можно меньше контакта с солями, содержащими ионы  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  и др. Мы должны приложить все силы к тому, чтобы оставить чистыми почвы и воды нашим потомкам. Не менее губительное действие на живой организм оказывают и органические вещества, например этанол. О вреде алкоголя необходимо не только знать, но и запомнить на всю жизнь.

***А как влияет алкоголь на структуру белков? Для этого я проведу опыт.***

***Цель:*** показать воздействие алкоголя на белки и посмотреть процесс денатурации белка.

Демонстрационный опыт: “Изменение структуры и свойств белков при воздействии на них алкоголя”.

В стакан налили спирт, в него опустили в него кусочек сырого мяса. Что мы наблюдаем?

(Через несколько минут он приобретает вид варёного мяса) Почему?

**Ученик:** Происходит денатурация белка.

Не только тяжелые металлы могут влиять на состояние здоровья человека, но и радиоактивность, как особый тип загрязнения окружающей среды. Выделяют два типа биологических повреждений, вызываемых радиацией. Первый тип – «пулеобразный». В этом случае вторичные электроны разрушают молекулярные связи непосредственно в структуре белка, где они были выбиты. Сама же  $\alpha$ -частица также разрывает связи первичной структуры. Такое прямое воздействие, протекающее очень быстро, вызывает «ядерный загар» (кожа становится коричневой) или «ядерное бешенство» (возникает сильное возбуждение – ложный сверхтонус). Второй тип повреждений – косвенный. В этом случае ущерб биологической структуре наносят реактивные частицы, которые образовались вдали от этой структуры, но приблизились к ней в результате блужданий. При таком типе поражения действие тяжелых частиц менее опасно, т. к. они создают область ионизации небольших размеров.

Ответьте на вопрос: ***Почему же Ф.Энгельс определил белки как основу жизни на Земле?***

Так как они являются основными веществами, поддерживающими жизнь на Земле.

**Вывод к уроку.**

- белки – это высокомолекулярные органические соединения, биополимеры, состоящие из мономеров - альфа-аминокислот;
- аминокислоты соединяются в полипептидную цепочку за счёт пептидной связи;
- аминокислоты заменимые и незаменимые;
- белки могут быть простыми и сложными;
- четыре структуры белка (первичная, вторичная, третичная и четвертичная);
- денатурация – это утрата белковой молекулой своей структурной организации;
- ренатурация - процесс восстановления структуры белка;
- из органических соединений, входящих в живую клетку, важнейшую роль играют белки, на их долю приходится около 50% массы клетки;
- белки выполняют разнообразные функции в живой материи.

## IV Первичное закрепление материала

**Цель:** проверить степень усвоения учащимися пройденного материала.

### Проверь себя

1. Главными носителями жизни являются ... .
2. ... - это сложные высокомолекулярные соединения, построенные из ... .
3. Элементный состав белков: ... .
4. Молекулярная масса белков изменяется от ... до ... .
5. Многие белки растворимы в ..., почти все растворяются в ... .
6. Нерастворимы белки, из которых построены ... .
7. В структуре белка различают ... структуры.
8. Функции белков в организме ... .

### Ответы:

1. Белки.
2. Белки; остатков  $\alpha$  – аминокислот.
3. С, Н, О, N, S.
4. Десяти тысяч, миллионов.
5. Воде, растворах солей, кислот; щелочах.
6. Ткани живых организмов: кожа, сухожилия, мышцы, ногти, волосы.
7. Первичную, вторичную, третичную, четвертичную.
8. Строительная, каталитическая, двигательная, транспортная, защитная, энергетическая.

### Критерии оценки:

«5» - все ответы правильные;

«3» - 3 неверных ответа;

«4» - 1-2 неверных ответа;

«2» - 4 и более неверных ответов.

## V. Рефлексия

### Цель:

- 1) зафиксировать новое содержание, изученное на уроке;
- 2) оценить результативность собственной деятельности;
- 3) найти неразрешенные вопросы и затруднения по изученному материалу как направление будущей деятельности.

### Рефлексия «Классическая»:

1. Каковы были Ваши цели перед занятием, и насколько их удалось реализовать?
2. Перечислите трудности, с которыми Вы столкнулись: а) при изучении темы (раздела); б) при ответе на открытые задания.
3. Каким образом Вы преодолевали трудности? За счет чего?
4. Каков главный результат для Вас лично при изучении темы?
5. Чему Вы научились лучше всего?

## VI. Задание на дом.

Домашнее задание на выбор. Выбирается любое задание.

Составьте суждения по изученному тексту.

Придумайте и оформите кроссворд по теме.

Составьте синквейн.

Напиши «Трактат».

Представьте, что у Вас есть возможность написать трактат будущим школьникам. В трактате опишите ваши основные достижения и результаты, дайте наставления, «советы бывалого»..., попытайтесь определить способы и виды деятельности, благодаря которым Вам удалось решить проблемы и достигнуть своих результатов. Какое из заданий застало Вас врасплох? Почему? Что я понял(а), чему научился (лась)? Посоветуйте, как избежать Ваших ошибок. Какие знания Вы добыли во время обучения? Какие рекомендации и пожелания по добыче знаний Вы дадите будущим ученикам?

**Учитель.** Вот и подошел к концу наш урок. Ваш багаж знаний пополнился еще одной темой. Всем спасибо за урок!

## Приложение № 1

Вещества белковой природы известны с давних времен. Начало их изучению положено в середине XVIII в. итальянцем Я.Б.Беккари, который предложил углеродную теорию.

После того, как в 1728 году Якоб Беккари (1682 —1766) впервые выделил белковое вещество из пшеничной муки, ученые разных стран стали активно заниматься изучением строения белковых молекул. Результаты исследований показали чрезвычайно важную роль белков в жизнедеятельности животных и растений.

В 1806 году Л. Воклен и П. Робике выделили из спаржи первую аминокислоту – аспаргин.

В 1820 году А. Браконно получил аминокислоту глицин.

Первую теорию строения белков выдвинул в 1844 году Геррит Ян Мульдер. Белки были выделены в отдельный класс биологических молекул в XVIII веке в результате работ французского химика Антуана Фуркруа и других учёных, в которых было отмечено свойство белков коагулировать (денатурировать) под воздействием нагревания или кислот. В то время были исследованы такие белки, как альбумин («яичный белок»), фибрин (белок из крови) и глютен из зерна пшеницы.

В 80-х годах XIX столетия русский биохимик Данилевский А.Я., профессор Харьковского университета, пишет о существовании пептидной связи белка, чуть позднее – (в 1903 г.) немецкий ученый Фишер Э. – выдвинули полипептидную теорию строения белков: белки соединены в цепочку из остатков  $\alpha$  – аминокислот посредством пептидных связей —CO — NH —. Немецкий ученый Э. Фишер (Нобелевская премия, 1902), пришёл к выводу, что белки – это линейные полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

В 1951 году Л. Полинг и Р. Кори впервые заговорили о вторичной структуре белка.

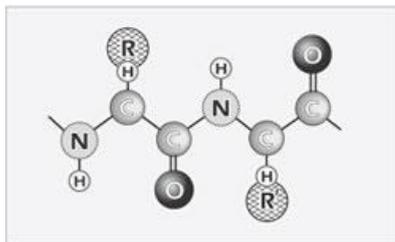
В 1955 году Ф. Сенгер определил аминокислотную последовательность инсулина.

## Приложение № 2

**Белки** – это сложные высокомолекулярные природные соединения, построенные из остатков  $\alpha$  – аминокислот, соединенных пептидными (амидными) связями  $—CO—NH—$ .

Современные исследования позволяют различать в структуре белка первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры.

Под первичной структурой белка понимается точная последовательность расположения отдельных аминокислотных остатков в макромолекуле (все связи ковалентные, прочные). Если принять аминокислоту за бусинку, то даже из небольшого числа бусинок можно составить несколько разных сочетаний. Так и в молекуле белки образуют большое число изомеров (рис. 1).

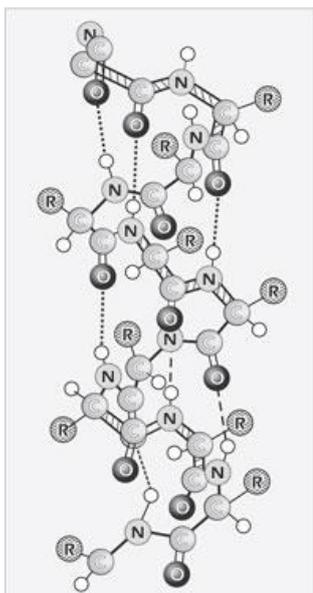


**Рис. 1.**  
**Первичная структура**  
**белка**

Ни одно из природных соединений не обладает такими безграничными потенциальными возможностями изомерии, как белки. Именно так реализуется в природе бесконечное разнообразие структуры белковых тел, дающее начало миллионам растительных и животных видов. Каждый вид обладает сотнями и тысячами собственных, непохожих на аналогичные из других видов белков. Если бы в первичной структуре белков не было заложено этого качества, то не было бы и того разнообразия жизненных форм, к которым относимся и мы сами. С. 43 учебника, рис. 14.

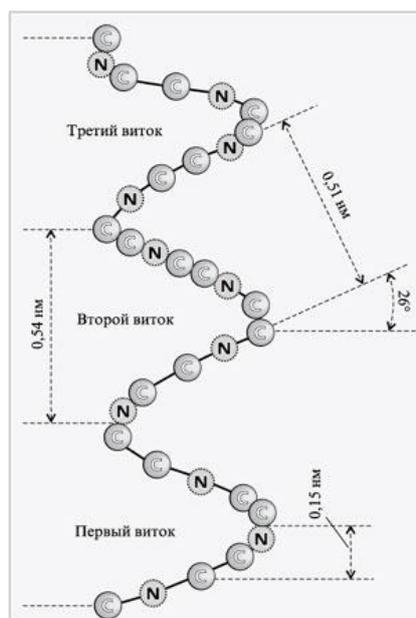
Вторичная структура – форма полипептидной цепи в пространстве (чаще всего спираль). Белковая цепь закручена в спираль (за счет множества водородных связей). Строго линейная полипептидная цепь встречается у ограниченного числа белков. Такую структуру имеет фиброин шелка – белок, синтезируемый гусеницами шелкопряда. В силу особых условий формирования шелкового волокна в мускульном прессе гусеницы нитевидные молекулы фиброина, почти лишённые обрамляющих главную полипептидную цепь радикалов, ориентируются вдоль шелкоотделительного протока и плотно упаковываются по ходу шелкового волокна. Однако даже в волокнистых фибриллярных белках очень редко удается обнаружить полностью растянутые полипептидные цепи. Рентгеновские снимки указывают на наличие в белках каким-то образом сложенных или скрученных полипептидных цепей. Некоторые участки полипептидной цепи в молекулах белков свернуты в виде

$\alpha$ -спирали  
(рис. 2).



**Рис 2**  
**Модель  $\alpha$ -спирали**  
**(вторичная структура белка)**

Спираль характеризуется плотной упаковкой скрученной полипептидной цепи, так что все пространство внутри «цилиндра», в пределах которого идет закручивание, заполнено. Элементарно закручивание можно представить следующим образом: наматываем кусочек проволоки на карандаш, получая тем самым спираль. Как мы видим, упаковка действительно очень плотная, но насколько близко располагаются относительно друг друга витки спирали? Очевидно, что витки можно сблизить или растянуть. Исследования ученых показали, что на каждый виток правозакрученной  $\alpha$ -спирали приходится 3,6 аминокислотных остатка, радикалы которых направлены всегда наружу. Шаг спирали (расстояние между витками) составляет 0,57 нм (рис. 3).



**Рис. 3.**  
**Схема витков  $\alpha$ -спирали**

Огромную роль в формировании и поддержании  $\alpha$ -спиральной конфигурации полипептидной цепи играют водородные связи, возникающие между карбонильной группой C(O) и группой NH полипептидной цепи, расположенными на соседних витках спирали. И хотя энергия водородных связей невелика, большое их количество приводит к значительному энергетическому эффекту, в результате чего  $\alpha$ -спиральная конфигурация устойчивая и жесткая.

Степень спирализации полипептидных цепей отличается у разных белков: в гемоглобине, например, 3/4 полипептидных цепей находится в спиральном состоянии, а 1/4 – в растянутом. У рибонуклеазы только 1/5 часть полипептидной цепи спиральна, а остальные 4/5 линейны. Молекулы белков, построенные из полностью спирализованных и полностью линейных полипептидных цепей, встречаются редко. С.43, рис. 14. учебника

**Третичная структура** – реальная трехмерная конфигурация, возникающая при закручивании в спираль полипептидных цепей белков, происходящем под действием дисульфидных, водородных и иных связей. С. Выявление чередования аминокислотных остатков в полипептидной цепи и наличия в белковой молекуле спиральных и неспиральных участков не дает представления ни об объеме и форме молекулы в целом, ни о взаимном расположении участков полипептидной цепи по отношению друг к другу. Эти детали строения белков выясняются при изучении третичной структуры (рис. 4)



**Рис. 4.**  
**Третичная структура белка**

Под третичной структурой белковой молекулы понимают общее расположение ее одной или нескольких полипептидных цепей, соединенных ковалентными связями. Естественно, что полипептидная цепь имеет определенную конфигурацию, представленную, как правило, сочетанием спиральных и линейных участков.

Считают, что третичная структура белковой молекулы определяется первичной структурой, т.к. решающая роль в поддержании характерного расположения полипептидной цепи принадлежит взаимодействию радикалов аминокислот. Особую роль в поддержании третичной структуры белка играют дисульфидные мостики, именно они прочно фиксируют расположение участков полипептидной цепи. Таким образом, положение в молекуле белка остатков цистеина предопределяет характер межрадикальных связей и, следовательно, третичную структуру.

Третичную структуру белков связывают с их функциями, в частности с ферментативной активностью. В молекулах белков-ферментов за счет сочетаний аминокислотных радикалов в тех или иных зонах возникают каталитические и регуляторные центры. Поскольку третичная структура белков довольно легко изменяется под действием физических и химических факторов, способность белков ускорять химические процессы бывает выражена то ярче, то слабее. Белковая молекула буквально «живет», непрерывно изменяет свою третичную структуру, чутко реагирует на изменение внешних условий закономерным смещением по отношению друг к другу спиральных и линейных участков, радикалов аминокислот и т. д. В этой способности белковых молекул - адекватно изменять свою архитектуру в ответ на сигналы внешней среды - по существу уже заложены многие свойства (раздражимость, приспособляемость и т.п.) **С.43, рис.14 учебника**



## Разные способы изображения трёхмерной структуры белка

**Четвертичная структура** – соединение друг с другом макромолекул белков. Образуют комплекс. Белки, относительные молекулярные массы которых превышают 50 000–60 000, как правило, состоят из субъединиц. Относительные молекулярные массы субъединиц колеблются от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч, а их число в таких супрамолекулах изменяется от 2 до 162. Структура, характеризующаяся наличием в белковой молекуле определенного числа полипептидных цепей или субъединиц, занимающих строго фиксированное положение, вследствие чего белок обладает той или иной биологической активностью, называется четвертичной. С этой точки зрения детально изучено строение некоторых белков.

Молекулы гемоглобина ( $M_r = 68\ 000$ ) построены из четырех субъединиц с молярной массой 17 000 каждая. Первичная, вторичная и третичная структуры субъединиц молекулы гемоглобина полностью выяснены. Установлено, что при соединении с кислородом молекула гемоглобина изменяет свою четвертичную структуру, захватывая кислород и запирая его внутри молекулы. Причина этого – изменение третичной структуры субъединиц. Таким образом, структура и функции молекулы гемоглобина тонко «пригнаны» друг к другу.

Самое поразительное явление состоит в том, что объединение субъединиц в супрамолекулу осуществляется самопроизвольно. Предполагают, что в каждой субъединице есть специфические контактные участки, взаимодействующие с таковыми в других субъединицах. Прделано уже много опытов с вирусами и фагами, где показано, что их можно разрушить, удалить нуклеиновую кислоту, а потом из белковых субъединиц снова собрать оболочку вируса или фага. Это убеждает в том, что в природе широко представлена автоматическая самосборка надмолекулярных структур, причем инициатором такой сборки является белковая молекула.