



Цель: дать характеристику особенностям строения молекул нуклеиновых кислот как биополимеров.

Задачи:

1. Сформировать знания об особой роли нуклеиновых кислот в живой природе.
2. Сформировать знания о свойствах хранения и передачи наследственной информации.
3. Охарактеризовать особенности строения и функций нуклеиновых кислот.

Средства обучения: интерактивные модели, иллюстрирующие строение нуклеиновых кислот.

Ход занятия:

1.
<p>Предполагаемая продолжительность: 1–2 мин. Педагогическая деятельность учителя: проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создаёт положительный эмоциональный настрой у обучающихся. Учебная деятельность обучающихся: эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.</p>
2.
<p>Предполагаемая продолжительность: 10 мин. Педагогическая деятельность учителя: проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания; создает для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели. <i>Работа с терминами и понятиями.</i> Повторить и обобщить знания учащихся по следующим вопросам: 1. Что такое биополимеры? 2. Какие химические связи характерны для биополимеров? 3. В результате каких реакций образуются биополимеры? Учебная деятельность обучающихся: отвечают на вопросы, высказывают свои предположения; предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.</p>
3.
<p>Предполагаемая продолжительность: 20 мин. Педагогическая деятельность учителя: сформировать знание о химическом строении и биологических функциях нуклеиновых кислот. Учебная деятельность обучающихся: 1. Выполняют лабораторную работу, работая в парах оформляют результаты измерений в тетрадях, занося данные в таблицу. 2. Обсуждают результаты работы, формулируют выводы. 3. Наблюдают за выполнением опыта. 4. Формулируют выводы к лабораторной работе согласно её цели.</p>

4.

Предполагаемая продолжительность: 7 мин.

Педагогическая деятельность учителя:

организует обсуждение результатов опытов, совместно с учащимися формулируют выводы к лабораторной работе № 9; предлагает ответить на контрольные вопросы и тесты.

Учебная деятельность обучающихся:

принимают участие в обсуждении результатов и формулировке общих выводов, заносят выводы в тетради; отвечают на вопросы и тесты.

5.

Предполагаемая продолжительность: 6–7 мин.

Педагогическая деятельность учителя:

информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;

предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»;

подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;

Учебная деятельность обучающихся:

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;

рассчитывают индивидуальный индекс качества урока;

определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;

высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

Анкета для расчёта индивидуального индекса качества урока
Выберите подходящие вам утверждения и подсчитайте сумму баллов

		0	1
1	На уроке я работал	не активно	активно
2	Своей работой на уроке я	не доволен	доволен
3	За урок я	устал	не устал
4	Мое настроение	стало хуже	стало лучше
5	Материал урока мне был	не понятен	понятен
6	Связь урока с другими науками	не заметна	заметна

Важно

Нуклеиновые кислоты – это высокомолекулярные соединения, молярная масса которых составляет от 25 тыс. до 1 млн.

Впервые нуклеиновые кислоты были обнаружены в ядрах животных клеток в 1869 г. Ф. Мишером.

Нуклеиновые кислоты играют важную роль в переносе генетической информации живых существ от одного поколения к другому посредством управления точным ходом биосинтеза белков в клетках.

Нуклеиновые кислоты называют полинуклеотидами, полимерные цепи которых состоят из мономерных единиц мононуклеотидов.

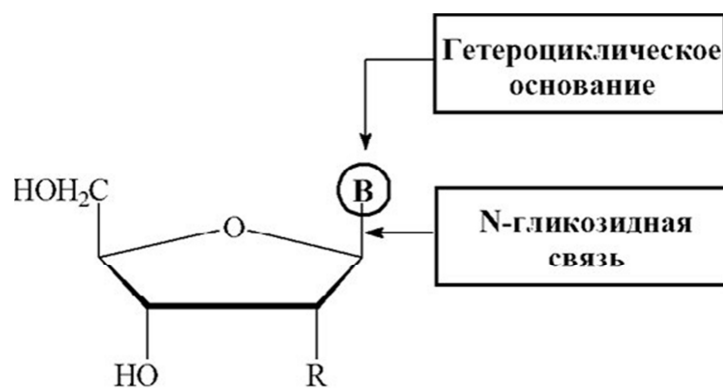
Каждый мононуклеотид включает:

- Азотистое гетероциклическое основание (пуриновое или пиримидиновое)
- Углеводный компонент (остаток пентозы – β , D-рибофуранозы или β , D-дезоксирибофуранозы)
- Фосфатную группу (остаток фосфорной кислоты).

В зависимости от углеводного компонента различают:

- рибонуклеотиды – содержащие остаток рибозы (структурные звенья РНК).
- дезоксирибонуклеотиды – содержащие остаток дезоксирибозы (структурные звенья ДНК).

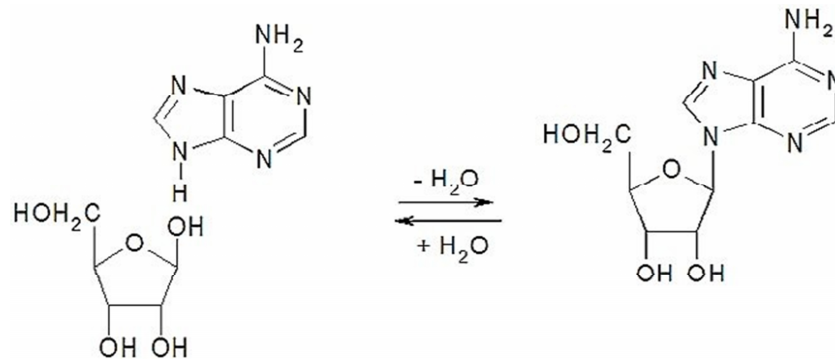
Нуклеозиды – это N-гликозиды, образованные азотистым гетероциклическим основанием и пентозой. Азотистое основание присоединяется к углеводному компоненту вместо полуацетального гидроксила через атом азота в положении 1 для пиримидинов и в положении 9 для пуринов, образуя N-гликозидную связь.



R=OH Рибонуклеозид

R=H Дезоксирибонуклеозид

Схема образование аденозина – пуринового нуклеозида, состоящего из аденина и β, D-рибофуранозы.



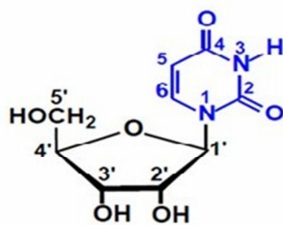
Реакция обратима. При гидролизе нуклеозида образуется азотистое основание и β, D-рибофураноза.

Название нуклеозида производится от тривиального названия соответствующего азотистого основания с суффиксами -идин у пиримидиновых и -озин у пуриновых нуклеозидов. В названиях нуклеозидов ДНК используется приставка «дезокси».

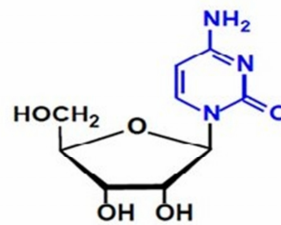
Азотистые основания и соответствующие им нуклеозиды:

Аденин	Аденозин	Дезоксиаденозин
Гуанин	Гуанозин	Дезоксигуанозин
Цитозин	Цитидин	Дезоксицитидин
Урацил	Уридин	—
Тимин	—	Тимидин

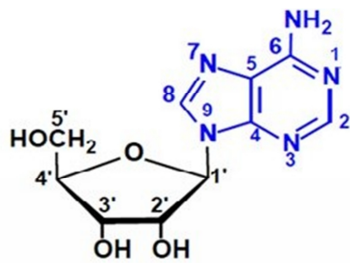
Нуклеозиды РНК



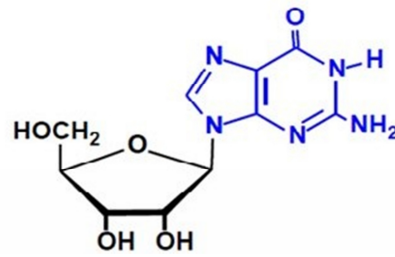
уридин



цитидин

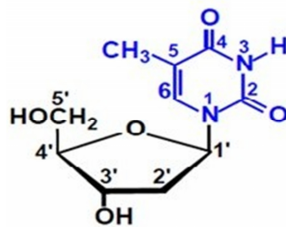


аденозин

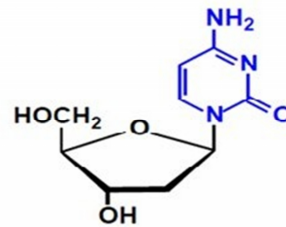


гуанозин

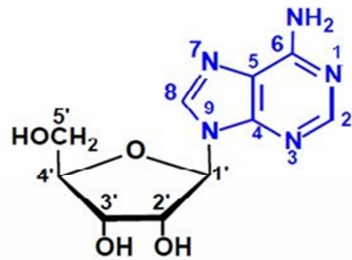
Нуклеозиды ДНК



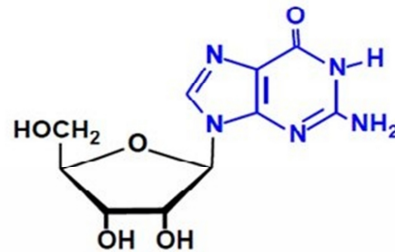
тимидин



дезоксицитидин



дезоксиаденозин



дезоксигуанозин

Нуклеотиды – это фосфаты нуклеозидов. Фосфорная кислота присоединяется к 5'-атому углерода пентозы, образуя сложноэфирную связь.

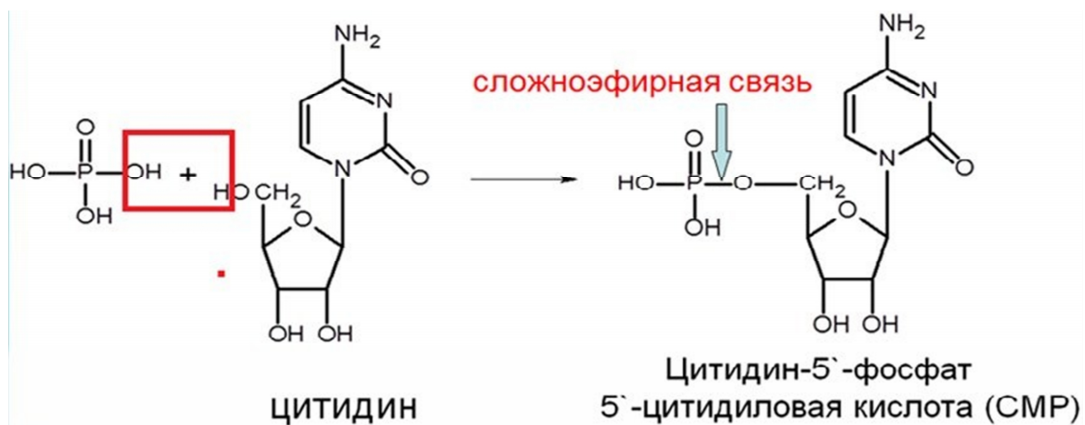


Рис. 13. Схема образования нуклеотида из нуклеозида цитидина и фосфорной кислоты

Мононуклеотид имеет два названия:

- 1) как монофосфат нуклеозида: цитидин-5'-фосфат (CMP)
- 2) как кислота: 5'-цитидиловая кислота

Нуклеотиды являются достаточно сильными кислотами, при физиологических значениях pH фосфатная группа ионизирована.

Названия основных нуклеотидов, входящих в состав нуклеиновых кислот

РНК			
1	Аденозин-5'-фосфат	5'-Адениловая	AMP
2	Гуанозин-5'-фосфат	5'-Гуаниловая	GMP
3	Цитидин-5'-фосфат	5'-Цитидиловая	CMP
4	Уридин-5'-фосфат	5'-Уридиловая	UMP
ДНК			
1	Дезоксиаденозин-5'-фосфат	5'-Дезоксиадениловая	dAMP
2	Дезоксигуанозин-5'-фосфат	5'-Дезоксигуаниловая	dGMP
3	Дезоксицитидин-5'-фосфат	5'-Дезоксицитидиловая	dCMP
4	Тимидин-5'-фосфат	5'-Тимидиловая	dTMP

Нуклеотиды способны гидролизываться. Гидролизу подвергаются как N-гликозидная, так и сложноэфирная связи. В зависимости от этого могут образовываться или нуклеозиды или компоненты нуклеотида.

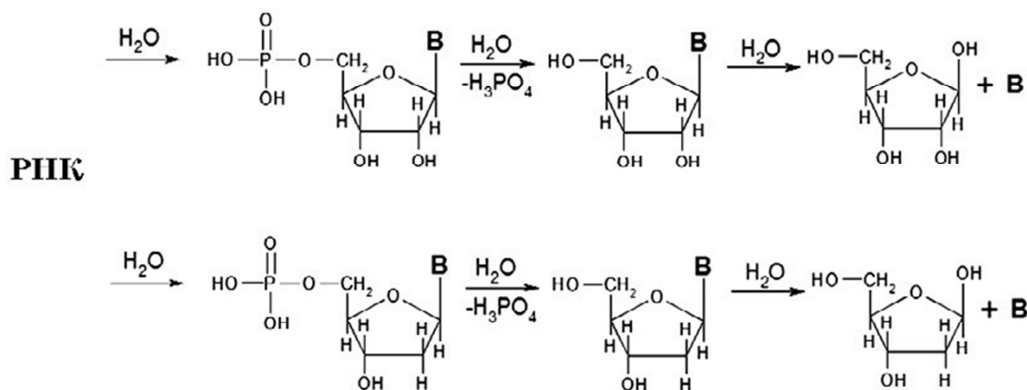
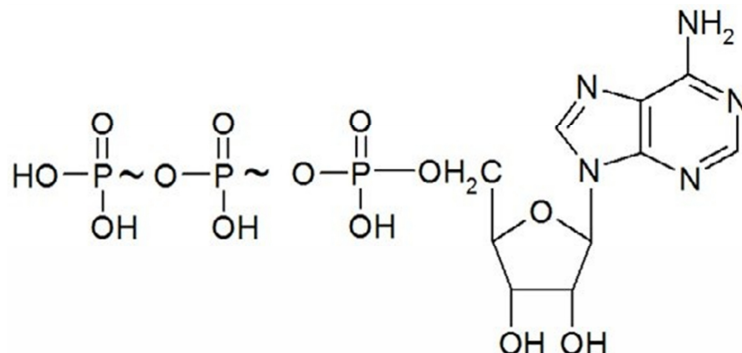


Рис. 14. Схема строения молекулы РНК

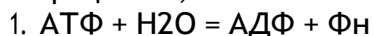
Мононуклеотиды – это не только компоненты нуклеиновых кислот, некоторые из них свободно находятся в организме. Особенно большое значение имеет адениловая кислота и её фосфорнокислые производные, а именно, аденозиндифосфат (АДФ) и аденозинтрифосфат (АТФ), выполняющие важную энергетическую функцию.



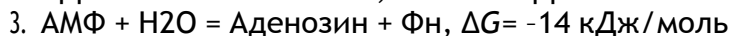
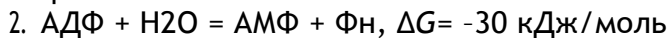
~ – макроэргические связи

Рис. 15. Схема строения молекулы АТФ

АТФ относится к макроэргическим соединениям. Энергия заключена в химических связях между вторым и третьим остатками фосфорной кислоты. АТФ – источник энергии для многих биологических процессов: биосинтеза белка, ионного транспорта, сокращения мышц, электрической активности нервных клеток и др. Энергия, необходимая для этих процессов, обеспечивается гидролизом АТФ:



При разрыве макроэргической связи конечного остатка фосфорной кислоты выделяется свободная энергия в количестве 25–40 кДж/моль при стандартных условиях. Точное значение энергии зависит от pH среды, присутствия некоторых катионов и других факторов.



Вместе с тем в организме идут процессы синтеза АТФ. Эти процессы сопровождаются поглощением энергии, выделяющейся при биохимическом окислении белков, жиров и углеводов. Эта энергия запасается в макроэргических связях АТФ.

Структура ДНК

Структура ДНК расшифрована Уотсоном и Криком в 1953 г. ДНК включает несколько уровней структурной организации.

Первичная структура – последовательность нуклеотидных звеньев, соединённых с помощью (3'-5')-фосфодиэфирных связей.

Например, соединим 5'-Дезоксиадениловую и 5'-Дезоксицитидиловую кислоты:

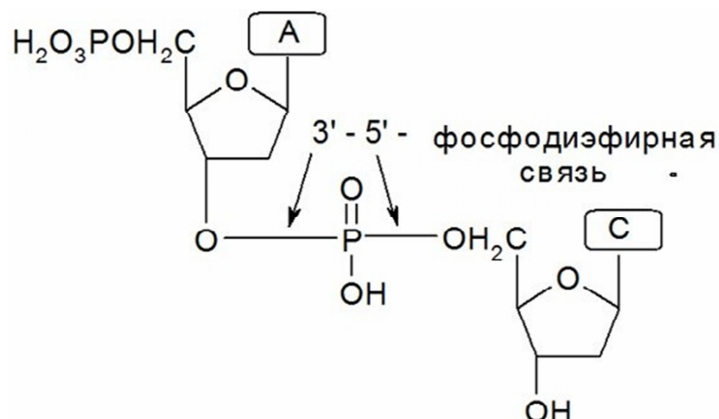


Рис. 16. Полинуклеотидная цепь

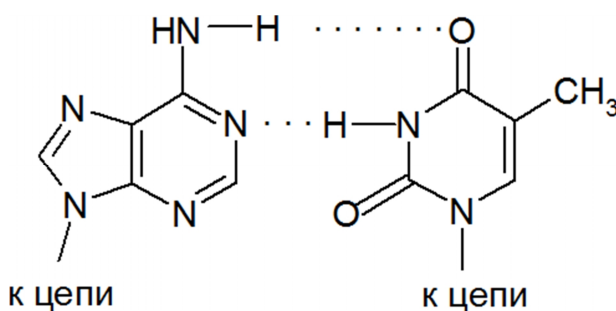
Полинуклеотидная цепь включает в себя сотни мононуклеотидов, соединённых фосфодиэфирными связями.

Вторичная структура ДНК — это пространственное расположение полинуклеотидных цепей в молекуле. Молекула ДНК состоит из двух полинуклеотидных цепей, правозакрученных с образованием двойной спирали. Двойная спираль стабилизируется за счёт водородных связей, образующихся между парами комплементарных азотистых оснований.

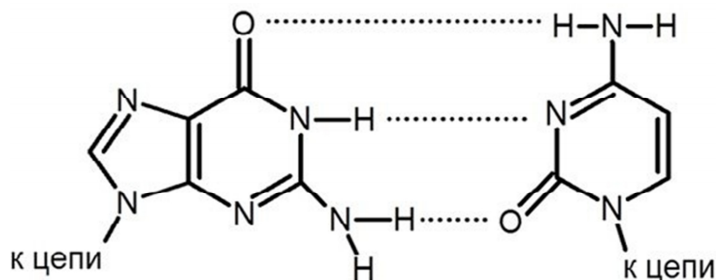
Комплементарные структуры подходят друг к другу как «ключ к замку».



Между аденином и тиминном возникают две водородные связи:



Между гуанином и цитозином существуют три водородные связи:



Таким образом, первичная структура одной полинуклеотидной цепи предопределяет структуру второй цепи.

Третичная структура ДНК представляет собой многократную спирализацию вторичной структуры, обеспечивая плотную упаковку ДНК в ядре клетки.

Виды РНК:

РНК имеет в основном первичную структуру, которая сходна с первичной структурой ДНК, только у РНК углеводный компонент – рибоза и вместо азотистого основания тимина – урацил. Локализованы РНК в цитоплазме и рибосомах.

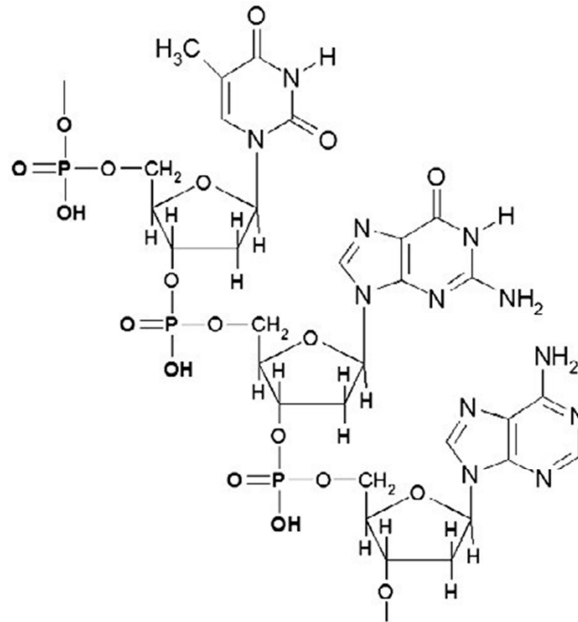


Рис. 17. Первичная структура РНК

В зависимости от функций, местонахождения и состава РНК делятся на три основных вида:

- 1) информационная или матричная РНК;
- 2) рибосомальная РНК;
- 3) транспортная РНК.

Информационная РНК несёт точную копию генетической информации, закодированной в определённом участке ДНК, а именно информацию о последовательности аминокислот в белках. Каждой α -аминокислоте соответствует в мРНК триплет нуклеотидов, так называемый кодон.

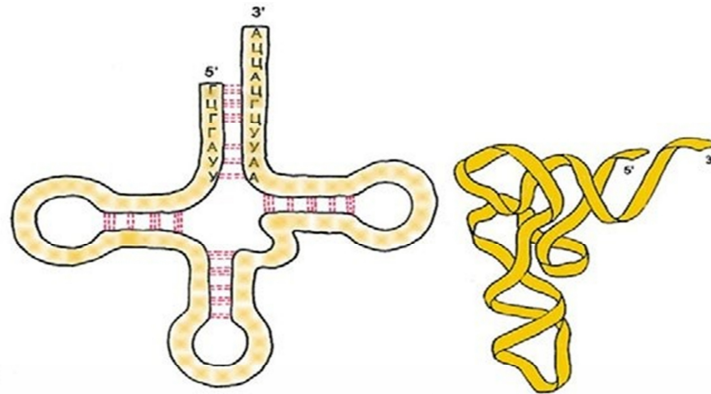
Например, аланин – ГЦУ, лизин – ЦУУ.

Последовательность кодонов в цепи мРНК определяет последовательность α -аминокислот в белках.

Рибосомальная РНК составляет большую часть клеточных РНК. Будучи ассоциирована со специфическими белками, она образует сложную структуру – рибосому. Рибосомы являются центром биосинтеза белков.

Транспортные РНК доставляют аминокислоты к месту синтеза белка. Транспортные РНК обладают вторичной структурой, напоминающей лист клевера. Это частично спирализованная одинарная полинуклеотидная цепь. Участки спирализации «шпильки» удерживаются за счёт водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями (гуа-

нин-цитозин, аденин-урацил). Участки, не вовлекаемые в образование водородных связей, образуют петли. Антикодоновая петля содержит триплет нуклеотидов – антикодон, который соответствует кодону матричной РНК.



Структура молекулы тРНК с водородными связями, похожая на клеверный лист. Первичная последовательность указана только для части молекулы

Третичная структура

Рис. 18. Структура молекулы тРНК с водородными связями

Нуклеопротеины:

В организме нуклеиновые кислоты связаны с белками, образуя два вида нуклеопротеинов:

- 1) рибонуклеопротеины;
- 2) дезоксирибонуклеопротеины.

Рибонуклеопротеины содержат рибонуклеиновые кислоты и находятся в основном в цитоплазме. Дезоксирибонуклеопротеины содержат ДНК и локализованы в ядрах клеток.

Лабораторная работа № 9

Выделение нуклеопротеинов из дрожжей

Цель работы: получить препарат геномной ДНК с белковыми компонентами из клеток дрожжей.

Реактивы: дрожжи пекарские, прессованные; 1%-ный раствор гидроксида натрия; ацетат натрия; речной песок, тщательно промытый и прокаленный.

Оборудование: ступка с пестиком; воронка для фильтрования, химические стаканы; стеклянная палочка.

Инструкция к выполнению лабораторной работы:

1. К 6 г пекарских дрожжей добавьте 2 см³ воды, немного песка и полученную смесь разотрите в ступке с 1%-ным раствором гидроксида натрия. Раствор щёлочи добавляйте небольшими порциями (по 2–3 см³), всего расходуйте около 25 см³. Массу дрожжей растирайте около 15–20 мин до получения гомогенной массы.

2. Содержимое ступки профильтруйте через складчатый фильтр и перелейте в стакан.

3. Затем в стакан добавьте 5 г ацетата натрия и, перемешивая стеклянной палочкой, растворите его.

4. По стенке стакана осторожно налейте 25 мл этанола. Медленно круговыми движениями перемешайте жидкости. Образуются крупные хлопья нуклеопротеинов, которые постепенно осаждаются на дно стакана.

5. Отделите осадок нуклеопротеинов фильтрацией на бумажном фильтре или декантацией. Полученные нуклеопротеины сохраните для следующего опыта.

Оформление результатов

Опишите ход выполнения работы.

Контрольные вопросы:

1. Нуклеопротеины. Нуклеиновые кислоты.
2. Строение нуклеиновых кислот: полинуклеотиды, мононуклеотиды, нуклеозиды.
3. Компоненты нуклеиновых кислот, пуриновые и пиримидиновые основания, пентозы, фосфат.
4. Мононуклеотиды, строение, роль в организме.
5. Структурно-функциональные свойства ДНК и РНК.

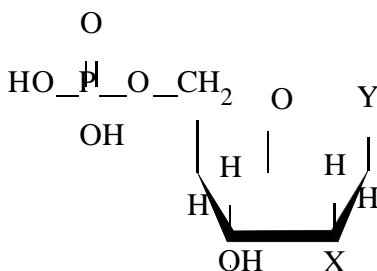
Задания:

Задание 1.

Составьте структурную формулу мононуклеотида, брутто-формула которого $C_9H_{14}N_3O_8P$, и назовите его.

Решение:

Общая формула большинства мононуклеотидов имеет вид

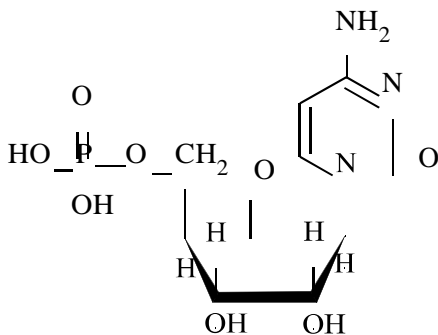


где X – H или OH, Y – азотистое основание.

Единственным гетероциклическим основанием, содержащим 3 атома азота, является цитозин – $C_4H_5N_3O$. Следовательно, на остатки пентозы и фосфорной кислоты приходится 7 атомов кислорода, из которых 3 входят в состав фосфатной группы ($-H_2PO_3$) и один участвует в образовании сложноэфирной связи между пентозой и остатком фосфорной кислоты.

Таким образом, оставшиеся 3 атома кислорода входят в состав пентозы и X = OH.

Формула мононуклеотида:



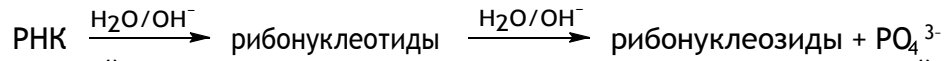
Название: цитидин-5-фосфат или 5-цитидиловая кислота.

Задание 2.

Предложите способ, при помощи которого можно осуществить разложение РНК до гетероциклического основания, пентозы и фосфат-аниона.

Решение.

В отличие от ДНК, РНК подвергается щелочному гидролизу с образованием сначала рибонуклеотидов, а затем рибонуклеозидов:



Дальнейшее разложение рибонуклеозидов с разрывом N-гликозидной связи протекает уже в кислой среде:



Тестовые задания:

1. В состав нуклеиновых кислот могут входить углеводы:
 - 1) глюкоза и сахароза
 - 2) пировиноградная кислота и молочная кислота
 - 3) рибоза и дезоксирибоза
 - 4) дезоксирибоза и мальтоза
2. Комплементарные нуклеотиды в нуклеиновых кислотах соединяются связью.
 - 1) пептидной
 - 2) фосфодиэфирной
 - 3) водородной
 - 4) гликозидной
3. При гидролизе пиримидинового нуклеозида ДНК образуются:
 - 1) аденин и дезоксирибоза
 - 2) гуанин и дезоксирибоза
 - 3) тимин и дезоксирибоза
 - 4) аденин и рибоза
4. При гидролизе пуринового нуклеозида РНК образуются:
 - 1) аденин и дезоксирибоза
 - 2) гуанин и рибоза
 - 3) тимин и дезоксирибоза
 - 4) цитозин и рибоза
5. Конечными продуктами гидролиза 5-адениловой кислоты являются:
 - 1) аденин, дезоксирибоза, фосфорная кислота
 - 2) аденин, рибоза
 - 3) аденин, рибоза, фосфорная кислота
 - 4) аденин и дезоксирибоза
6. Конечными продуктами гидролиза 5-тимидиловой кислоты являются:
 - 1) тимин, дезоксирибоза, фосфорная кислота
 - 2) тимин, рибоза
 - 3) тимин, рибоза, фосфорная кислота
 - 4) тимин, дезоксирибоза
7. В структуре АТФ макроэргических связей:
 - 1) 1
 - 2) 2
 - 3) 3
 - 4) отсутствуют