

ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России
ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России

**Методические рекомендации для подготовки к
теоретическому этапу Московского конкурса межпредметных
навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал»,
в номинации «Медицинский класс», 2024-2025 учебный год.**

Москва, 2024

Спецификация экзаменационных материалов
Теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний
«Интеллектуальный мегаполис. Потенциал»,
в номинации «Медицинский класс», 2024-2025 учебный год.

1. Назначение конкурсных материалов

Материалы теоретического этапа Московского конкурса межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал», в номинации «Медицинский класс», (далее – Конкурс) предназначены для оценки уровня теоретической подготовки участников Конкурса.

2. Условия проведения

Теоретический этап Конкурса проводится в очном дистанционном формате с использованием технологии прокторинга. Участникам необходимо иметь компьютер (ПК или ноутбук; прохождение диагностики на мобильных устройствах - невозможно) с выходом в Интернет, веб-камерой и микрофоном, а также смартфон (или планшет) со стабильным интернетом и приложением для считывания QR-кодов.

Требуется предварительная настройка оборудования:
https://im.mcko.ru/docs/Инструкция_для_участника_конкурса_Интеллектуальный_мегаполис_Потенциал.pdf. Браузер разрешается использовать только для прохождения заданий этапа и процедуры прокторинга.

3. Продолжительность выполнения

На выполнение заданий теоретического этапа Конкурса отводится 60 минут. Во время проведения мероприятия участник может выйти из зоны проведения мероприятия не более чем на 5 минут, предупредив проктора на камеру. Мероприятие не продлевается на время отсутствия участника.

4. Содержание и структура

Индивидуальный вариант участника включает 15 заданий, базирующихся на содержании предметов «Биология» и «Химия».

5. Система оценивания

Задание считается выполненным, если ответ участника совпал с эталоном. Максимальный балл за выполнение всех заданий – 60 баллов.

6. Приложения

1. План конкурсных материалов для проведения теоретического этапа Конкурса.
2. Демонстрационный вариант конкурсных заданий теоретического этапа Конкурса.

**План конкурсных материалов теоретического этапа Московского конкурса
межпредметных навыков и знаний «Интеллектуальный мегаполис. Потенциал», в
номинации «Медицинский класс», в 2024-2025 учебном году.**

№ задания	Выбор задания для решения	Уровень сложности	Уникальные кодификаторы Конкурса	Контролируемые требования к проверяемым умениям	Балл
1.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (3.1, 4.1-4.4, 5.1-5.5, 6.1-6.6)	Знать: строение и функции клеток, клеточную теорию, методы цитологии, процессы ассимиляции и диссимиляции, энергетический обмен, межмолекулярные и внутримолекулярные химические связи, классификацию биоорганических веществ клетки, понятие о мономерах и полимерах в биологических системах.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
2.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (6.4, 7.1, 12.1-12.4) Химия 10 класс, углубленный уровень (1.5)	Знать: строение и функции важнейших биополимеров (нуклеиновые кислоты, пептиды, белки, полисахариды), строение нуклеозидов и нуклеотидов, макроэргические вещества клетки, строение хроматина, виды изменчивости. Уметь: различать и характеризовать реакции матричного синтеза, транскрипцию, трансляцию, мутации, фенотип.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
3.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (4.2-4.3, 5.1-5.5, 6.4-6.5, 7.1, 11.6, 12.4, 13.4) Химия 10 класс, углубленный уровень (1.5)	Знать: строение хромосомы, методы изучения генетики человека, важнейшие физико-химические, физические и биологические методы анализа, используемые в современной биологии и медицине, изменчивость, наследственные заболевания человека, дородовую диагностику плода, медико-генетическое консультирование. Уметь: оценивать кариотип на наличие геномных мутаций.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
4.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (11.1, 11.4, 11.5-11.6)	Знать: понятия генотип, фенотип, аллельные гены, генетика пола, множественный аллелизм, плеiotропное действие генов, взаимодействие аллельных генов. Уметь: решать задачи на моногибридное скрещивание, аутосомное и сцепленное с полом наследование.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
5.	-	Повышенный	Биология 10 класс,	Знать: понятия генотип, фенотип, плеiotропия, множественный	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл;

			углубленный уровень (11.2-11.6, 12.2-12.3)	аллелизм, принципы картирования хромосом, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов. Уметь: решать задачи на независимое и сцепленное наследование генов, дигибридное скрещивание.	Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
6.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (7.1-7.3, 9.1-9.4)	Знать: способы размножения организмов, клеточный цикл, события интерфазы, митоза, мейоза, кроссинговер и его значение, комбинативную изменчивость, гаметогенез у человека, оплодотворение и эмбриональное развитие, экологические последствия неграмотного применения органических веществ.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
7.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: простейших, паразитов и комменсалов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем. Уметь: идентифицировать простейших, паразитов и комменсалов человека, на рисунках и фотографиях.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
8.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: Плоских и Круглых червей, паразитов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем. Уметь: идентифицировать Плоских и Круглых червей, паразитов человека, на рисунках и фотографиях.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
9.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функции тканей человека, органы и систем органов человека, строение кожных покровов и их производные, понятие иммунитет, его виды (клеточный, гуморальный, специфический, неспецифический), гомеостаз. Уметь: идентифицировать ткани и органы человека на рисунках и фотографиях.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
10.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование пищеварительной системы человека, гидролиз, особенности гидролиза биоорганических соединений. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.

				регуляции процессов жизнедеятельности.	
11.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование дыхательной и мочевыделительной систем человека. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
12.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование опорно-двигательной системы человека, строение и типы соединения костей, скелетные мышцы, их строение и работу, роль микроэлементов и ультрамикроэлементов в составе биологических систем. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
13.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: строение и функционирование кровеносной системы человека, работу сердца, лимфоотток, электролиты и неэлектролиты, важнейшие катионы и анионы биологических систем. Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
14.	-	Повышенный	Биология 10 класс, углубленный уровень (8.1-8.10)	Знать: определение рефлекса и рефлекторной дуги, строение и функционирование нервной системы человека, железы эндокринной системы и их гормоны, действие гормонов, принципы работы гипоталамо-гипофизарной системы, нервную и гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
15.	-	Повышенный	Химия 10 класс, углубленный уровень (1.1-1.7)	Знать: строение и свойства органических соединений, основные типы химических реакций, протекающих с их участием и их характеристики.	Часть А – 1 балл; Часть Б – 1 балл; Часть В – 2 балла; Максимальный балл за вопрос – 4 балла.
					60

Изменения в 2024-2025 учебном году

- Изменена система оценивания заданий: в каждом вопросе часть А оценивается в 1 балл, часть Б в 1 балл, часть В в 2 балла;
- Исключено задание по медицинскому значению членистоногих (задание 9 в версии 2023-24 учебного года);
- Задание 10 включает вопросы анатомии и физиологии пищеварительной системы;
- Задание 11 включает вопросы анатомии и физиологии дыхательной и мочевыделительной систем.

**Демонстрация теоретической части конкурса
2024-2025 учебного года**

Знать: строение и функции клеток, клеточную теорию, методы цитологии, процессы ассимиляции и диссимиляции, энергетический обмен, межмолекулярные и внутримолекулярные химические связи, классификацию биоорганических веществ клетки, понятие о мономерах и полимерах в биологических системах.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 1



Обратите внимание:
 Сходство и различие про- и эукариот;
 Мембранные/немембранные органоиды;
 Функции органоидов;
 Клеточная теория;
 Методы микроскопии (электронные микрофотографии) Виды химических связей: пептидные, водородные, фосфодиэфирные.

	А	Б	В
Структура, обозначенная цифрой 2, присутствует у клеток		Структура, обозначенная цифрой 1 отсутствует в органоиде, обозначенном цифрой	Молекулы гликокаликса содержат структура, обозначенная цифрой
1 Прокариотических	1	1 Присутствует во всех	1 1
2 Эукариотических	2	2 2	2 2
3 Всех типов	3	3 3	3 3
	4	4 4	4 4

Ответ:	А	Б	В
	2	4	1

В данном задании необходимо проанализировать рисунок и идентифицировать под цифрами: 1 – биологическую мембрану, 2 – митохондрию, 3 – гладкую ЭПС, 4 – рибосому.

Вспомнив особенности строения прокариотических клеток, отметить, что у них отсутствуют мембранные органоиды, соответственно, обозначенная цифрой 2 митохондрия, имеющая мембранное строение, присутствует только в клетках эукариот.

Учитывая, что цифрой 1 обозначена биологическая мембрана, структуры, обозначенные цифрами 2 и 3, имеют мембранное строение, а 4 – немембранное, необходимо, в части Б выбрать верный ответ 4.

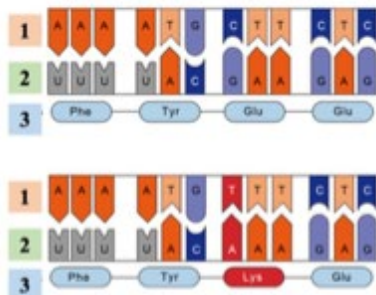
Отвечая на вопрос части В, необходимо вспомнить, что гликокаликс – это надмембранный комплекс цитоплазматической мембраны, обозначенной цифрой 1.

Типичные ошибки: неверная идентификация изображений органоидов и типов клеток; неверное соотнесение органоидов и выполняемых ими функций.

Знать: строение и функции важнейших биополимеров (нуклеиновые кислоты, пептиды, белки, полисахариды), строение нуклеозидов и нуклеотидов, макроэргические вещества клетки, строение хроматина, виды изменчивости.

Уметь: различать и характеризовать реакции матричного синтеза, транскрипцию, трансляцию, мутации, фенотип.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 2



А		Б		В	
Мономер молекулы, обозначенной цифрой 1		Какой вид мутаций представлен		Какой тип мутации представлен	
1	Нуклеотид	1	Генные	1	«Выпадение» (делеция)
2	Аминокислота	2	Хромосомные	2	«Вставка»
3	Глюкоза	3	Геномные	3	«Замена»
				4	«Переворот» (Инверсия)

Ответ:	А	Б	В
	1	1	3

Обратите внимание:
 Строение рибо- и дезоксирибонуклеотида;
 Транскрипция и трансляция, их участники;
 Структуры белка;
 Генные мутации: со сдвигом и без сдвига рамки считывания;
 Последствия генных мутаций для белковой молекулы;
 Репликация;
 Компактизация ДНК;
 Хроматин.

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод о том, что на рисунке представлены: под цифрами 1 – матричные цепи ДНК, цифрами 2 – молекулы мРНК, цифрами 3 – фрагменты белковых молекул.

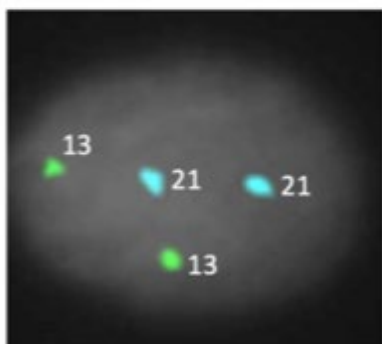
Учитывая, что цифрами 1 обозначены молекулы ДНК, необходимо вспомнить, что их мономерами являются нуклеотиды и выбрать ответ А1.

Для ответа на части вопросов Б и В необходимо отметить, что в третьем триplete слева произошла замена первого нуклеотида, что повлекло за собой замену аминокислоты в белке. Замена нуклеотида – это генная мутация и необходимо выбрать ответ Б1, а тип мутации - «замена» (нуклеотида) – это ответ В3.

Типичные ошибки: неверная идентификация молекул ДНК, РНК и белков. Неверная идентификация химических связей в нуклеиновых кислотах (водородных и фосфодиэфирных), а также макроэргических связей в АТФ. Неверная идентификация типа мутаций.

Знать: строение хромосомы, методы изучения генетики человека, важнейшие физико-химические, физические и биологические методы анализа, используемые в современной биологии и медицине, изменчивость, наследственные заболевания человека, дородовую диагностику плода, медико-генетическое консультирование.
Уметь: оценивать кариотип на наличие геномных мутаций.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 3



Обратите внимание:
 Методы изучения генетики человека;
 Геномные мутации;
 Тельце Барра;
 Рутинная и дифференциальная окраски хромосом;
 Парижская и Денверская классификации хромосом;
 Fish-метод.

А	Б	В
Используемый метод изучения генетики человека	Охарактеризуйте кариотип	Флюоресцентное свечение обеспечивает
1 Популяционно-статистический	1 Кариотип здорового человека	1 ДНК-мишень
2 Генеалогический	2 Синдром Дауна	2 ДНК-зонд
3 FISH-метод	3 Синдром Патау	3 РНК-мишень
	4 Синдром Эдвардса	4 РНК-зонд
	5 Синдром Клайнфельтера	

Ответ:	А	Б	В
	3	1	2

Проанализировав иллюстрацию необходимо сделать вывод, что представлено ядро интерфазной клетки (светло-серое в центре), в котором находятся маркеры (ДНК-зонды) для двух хромосом 13 и 21.

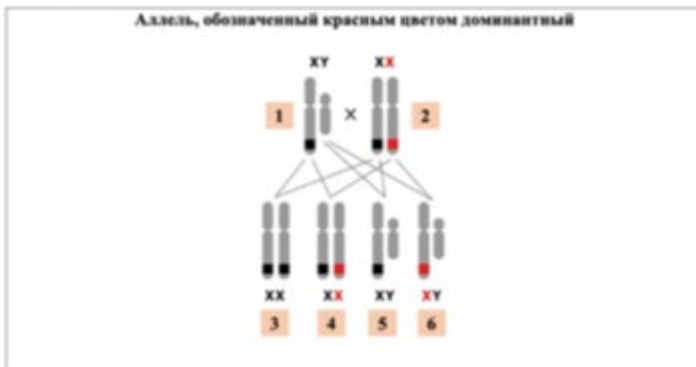
Использование меченого цветом зонда – это FISH-метод, соответственно, необходимо выбрать ответ А3. Поскольку на рисунке видно, что 2 зонда гибридизовались с двумя 21-ми хромосомами, а 2 зонда – с двумя 13-ми хромосомами, вспомнив, что кариотип человека диплоиден, необходимо сделать вывод об отсутствии изменений по указанным хромосомам и выбрать ответ Б1.

FISH-метод основан на соединении клеточной ДНК с меченым флюоресцентным красителем ДНК-зондом, который и обеспечивает свечение – необходимо выбрать ответ В2.

Типичные ошибки: неверная идентификация химических связей между зондами и образцом. Неверная идентификация рутинной и дифференциальной окраски хромосом, а также Парижской и Денверской классификаций хромосом, неверное определение метода генетики, неверное определение наследуемого признака.

Знать: понятия генотип, фенотип, аллельные гены, генетика пола, множественный аллелизм, плейотропное действие генов, взаимодействие аллельных генов.

Уметь: решать задачи на моногибридное скрещивание, аутосомное и сцепленное с полом наследование.



Обратите внимание:
 Определения аллельных и неаллельных генов; Аутосомное и сцепленное с полом наследование; Наследование групп крови; Виды взаимодействия аллельных генов; Гомо- и гетерогаметный пол.

А	Б	В
Признак наследуется	Гетерозиготный генотип имеют особи	Определите вероятность рождения особи с доминантным фенотипом у родителей 1 и 2, если гены взаимодействуют по типу <u>неполного доминирования</u>
1 Аутосомно	1 1 и 2	1 0%
2 Сцепленно с X-хромосомой	2 2 и 4	2 25%
3 Сцепленно с Y-хромосомой	3 3 и 4	3 50%
	4 5 и 6	4 75%
		5 100%

Ответ:	А	Б	В
	2	2	2

Проанализировав иллюстрацию со схемой скрещивания, необходимо сделать вывод, что представлены половые хромосомы (X и Y) и аллель обозначенный красным и черным цветом расположен в X-хромосоме – выбрать ответ А2.

Гетерозиготным генотипом называется генотип, который содержит два различных аллеля (доминантный и рецессивный). На рисунке такой генотип представлен у особей, обозначенных цифрами 2 и 4 – это ответ Б2.

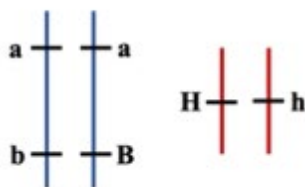
При неполном доминировании гетерозиготные особи имеют промежуточный фенотип, поэтому доминантный фенотип будут иметь только доминантные гомозиготные особи (таких в потомстве нет) и гемизиготные особи с доминантным аллелем (особь 6). Соответственно, 25% потомков будут иметь доминантный фенотип при неполном доминировании генов – ответ В2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация аллельных генов, их взаимодействия и неправильный расчёт вероятности.

Знать: понятия генотип, фенотип, плейотропия, множественный аллелизм, принципы картирования хромосом, виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.
Уметь: решать задачи на независимое и сцепленное наследование генов, дигибридное скрещивание.

Проанализируйте генотипы и выполните задание 5

Гены В и Н взаимодействуют комплементарно.



А		Б		В	
Характер наследования генов А и В		Сцепление между генами может нарушаться в ходе		Признак, определяемый генами В и Н у данного организма	
1	Сцепленный	1	Мейоз I	1	Не сформируется
2	Независимый	2	Мейоз II	2	Сформируется
		3	Митоз		
		4	Репликация		
		5	Репарация		
		6	Цитотомия		

Ответ:	А	Б	В
	1	1	2

Обратите внимание:
 Определения аллельных и неаллельных генов;
 Независимое и сцепленное наследование;
 Определение взаимного сцепления аллелей генов у организмов;
 Виды взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод, что гены А и В располагаются в одной паре гомологичных хромосом и, следовательно, наследуются сцепленно – ответ А1.

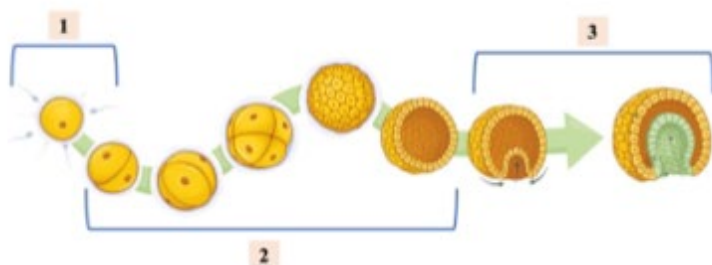
Нарушение сцепления генов происходит в результате кроссинговера, который происходит профазе мейоза I – ответ Б1.

По условию гены В и Н взаимодействуют комплементарно, то есть, признак, определяемый этими неаллельными генами, формируется только при наличии доминантного аллеля в каждой паре неаллельных генов. В представленном генотипе присутствуют доминантные аллели генов В и Н, следовательно, признак ими определяемый сформируется – ответ В3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация независимого и сцепленного наследования. Неправильный расчёт кроссоверных и некрроссоверных гамет. Неправильное определение взаимодействия аллельных и неаллельных генов.

Знать: способы размножения организмов, клеточный цикл, события интерфазы, митоза, мейоза, кроссинговер и его значение, комбинативную изменчивость, гаметогенез у человека, оплодотворение и эмбриональное развитие, экологические последствия неграмотного применения органических веществ.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 6



	А	Б	В
	Процесс, обозначенный цифрой 1, называется	Зародыш на стадии бластулы обозначен цифрой	Зародыш человека при развитии получает питание
1	Оплодотворение	1 1	1 Из желточного мешка
2	Дробление	2 2	2 Из окружающих тканей
3	Гастрюляция	3 3	3 С помощью плаценты
4	Нейруляция		

Ответ:	А	Б	В
	1	2	3

Обратите внимание:

Прямой и непрямой типы онтогенеза;

Строение бластулы;

Гастрюляция;

Строение нейрулы;

Производные зародышевых листков;

Стадии гаметогенеза, события на них, названия клеток;

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод, что на рисунке представлены ранние стадии эмбрионального развития.

Цифрой один обозначена стадия оплодотворения – сперматозоид проникает в яйцеклетку, ответ А1.

Зародыш на стадии бластулы характеризуется наличием полости – бластоцеля, стенки – бластодермы, состоящей из клеток бластомеров. Такой зародыш обозначен цифрой 2, ответ Б2.

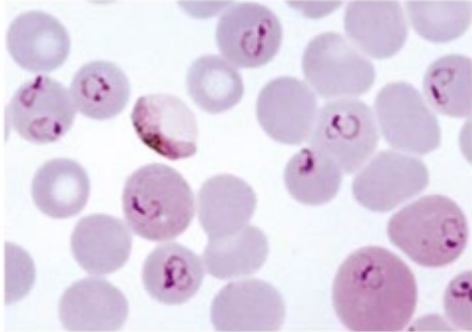
Учитывая, что человек относится к плацентарным млекопитающим, то питание в ходе внутриутробного развития от получает с помощью плаценты – ответ В3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация стадий эмбриогенеза, зародышевых листков и их производных, неверное определение событий стадий гаметогенеза.

Знать: простейших, паразитов и комменсалов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.

Уметь: идентифицировать простейших, паразитов и комменсалов человека, на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание ?



Обратите внимание:
 Понятия инвазионной (заражающей) и патогенной (вызывающей заболевание) стадий;
 Отличия цист дизентерийной и кишечной амёб;
 Диагностика амебиаза;
 Жизненные циклы малярийного плазмодия, балантидия кишечного; трипаносомы.

А	Б	В
На рисунке представлен паразит	Заболевание, вызываемое паразитом, является	Человек для данного паразита
1 Малярийный плазмодий	1 Нетрансмиссивным	1 Основной хозяин
2 Амёба дизентерийная	2 Трансмиссивным	2 Промежуточный хозяин
3 Балантидий кишечный		3 Резервуарный хозяин
4 Лямблия кишечная		

Ответ:	А	Б	В
	1	2	2

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод, что на рисунке изображены эритроциты человека с одноклеточными паразитами внутри – это малярийный плазмодий, ответ А1.

Вспомнив цикл развития малярийного плазмодия, необходимо обратить внимание, что человек заражается при укусе комара, а комар является специфическим переносчиком плазмодия – следовательно заболевание трансмиссивное, ответ Б2.

Вспомнив цикл развития малярийного плазмодия, необходимо обратить внимание, что в организме человека малярийный плазмодий размножается бесполом путем, следовательно, человек промежуточный хозяин паразита, ответ В2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации. Неправильная идентификация жизненной стадии паразита на иллюстрации.

Знать: Плоских и Круглых червей, паразитов человека, их жизненные формы и среды обитания, пути попадания в организм человека и способы их определения в нем.

Уметь: идентифицировать Плоских и Круглых червей, паразитов человека, на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 8



Обратите внимание:
 Отличия свиного и бычьего цепней по строению сколексов, зрелых и гермафродитных члеников;
 Инвазионные формы, локализации в организмах основного и промежуточного хозяев; Жизненные циклы эхинококка, шистосом, ришты, аскариды, острицы детской, ришты, печеночного сосальщика, шистосом.

А		Б		В	
Представлен цикл развития паразита		У человека паразит локализуется		Цифрой 1 в цикле развития обозначен	
1	Печёночный сосальщик	1	В желудке	1	Основной хозяин паразита
2	Шистосома	2	В тонком отделе кишечника	2	Промежуточный хозяин паразита
3	Бычий цепень	3	В толстом отделе кишечника	3	Резервуарный хозяин паразита
4	Альвеококк				

Ответ:	А	Б	В
	3	2	2

Проанализировав иллюстрацию, исходя из изображенного сколекса, зрелого членика и цикла развития, необходимо сделать вывод, что на рисунке изображён жизненный цикл паразита человека – бычьего цепня, ответ А3.

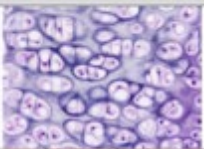
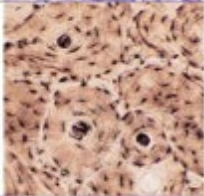
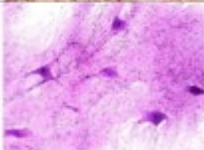
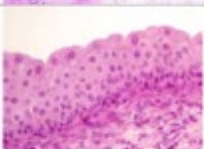
Вспомнив цикл развития бычьего цепня, необходимо отметить, что для этого паразита человек является основным хозяином, следовательно, половозрелая особь паразита располагается в тонком кишечнике человека, ответ Б2.

Изучив представленный цикл развития, необходимо сделать вывод, что яйцом инвазируется промежуточный хозяин паразита, поэтому цифрой 1 обозначен он, ответ В2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация паразита на иллюстрации. Неправильная идентификация жизненной стадии паразита на иллюстрации. Неправильная идентификация основного и промежуточного хозяев паразита.

Знать: строение и функции тканей человека, органы и систем органов человека, строение кожных покровов и их производные, понятие иммунитет, его виды (клеточный, гуморальный, специфический, неспецифический), гомеостаз.
Уметь: идентифицировать ткани и органы человека на рисунках и фотографиях.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 9

	А Выберите нервную ткань	Б В эмбриогенезе нервная ткань развивается из	В Место контакта аксона и дендрита двух нейронов называется
1		1 Эктодермы	1 Голубов канал
2		2 Мезодермы	2 Остеон
3		3 Эктодермы	3 Синапс
4			4 Нейрослия

Ответ: А Б В
 3 1 3

Обратите внимание:
 Характеристики типов тканей;
 Отличительные особенности типов и видов тканей на рисунках и микрофотографиях;
 Кровь – клетки и форменные элементы, их характеристика и значение.
 Виды иммунитета.

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод, что на иллюстрации изображены следующие ткани: 1 – хрящевая, 2 – костная, 3 – нервная, 4 – эпителиальная. Учитывая, что в задании просят указать нервную ткань, необходимо выбрать ответ А3.

Вспомнив эмбриональное развитие человека, а именно производные зародышевых листков, необходимо отметить, что нервная ткань развивается из эктодермы, ответ Б1.

Вспомнив строение нейрона и механизм передачи нервного импульса, необходимо отметить, что место контакта отростков двух нейронов называется «синапс» («нервный синапс»), ответ В3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация тканей на иллюстрации, производных зародышевых листков и видов иммунитета.

Знать: строение и функционирование пищеварительной системы человека, гидролиз, особенности гидролиза биоорганических соединений.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 10



Обратите внимание:

Строение стенок
желудочно-
кишечного тракта;
Гиповитаминозы;
Всасывание глюкозы,
аминокислот, глицерина, жирных
кислот в кишечнике;
Глотание; Регуляция
процессов
пищеварения

А	Б	В
Молочный прикус обозначен цифрой	В молочном прикусе отсутствуют зубы	Химическому расщеплению в ротовой полости подвергаются
1 1	1 Резцы	1 Белки
2 2	2 Клыки	2 Жиры
	3 Премоляры (малые коренные)	3 Углеводы
	4 Моляры (большие коренные)	

Ответ:	А	Б	В
	2	3	3

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод о том, что представлены зубные ряды (прикусы) человека. При этом цифрой 1 обозначен прикус взрослого человека (32 зуба), а цифрой 2 прикус ребенка – молочный прикус (20 зубов). Соответственно, необходимо выбрать ответ А2.

Вспомнив особенности молочного прикуса – отсутствие любых видов малых коренных зубов (премоляров), выбрать ответ Б3.

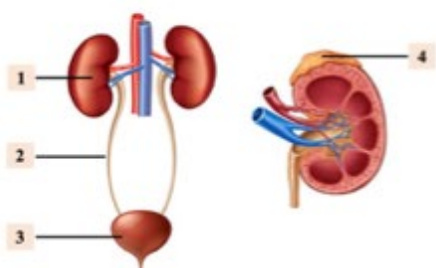
Вспомнив, как протекает начальный этап пищеварения у человека – обработка пищи в ротовой полости, необходимо отметить, что ферменты слюны расщепляют некоторые углеводы и выбрать ответ В3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур пищеварительной системы на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции, неправильный выбор функций ферментов пищеварительной системы.

Знать: строение и функционирование дыхательной и мочевыделительной систем человека.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 11



А	Б	В
Структура, обозначенная цифрой 2, называется	Первый этап образования мочи происходит в структуре, обозначенной цифрой	При образовании мочи не подвергается обратному всасыванию (реабсорбции)
1 Надпочечник	1 1	1 Глюкоза
2 Почка	2 2	2 Аминокислоты
3 Мочеточник	3 3	3 Мочевая кислота
4 Мочевой пузырь	4 4	4 Вода

Ответ:	А	Б	В
	3	1	3

Обратите внимание:

Особенности коркового и мозгового веществ почки, строение нефрона, процесс образования мочи и его регуляция. Строение гортани, легких и бронхов. Процессы вдоха и выдоха.

Проанализировав иллюстрацию, необходимо вспомнить строение мочевыделительной системы человека и отметить, что цифрой 2 обозначен мочеточник, ответ А3.

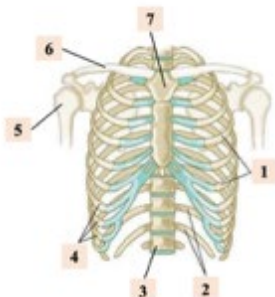
Вспомнив процесс образования мочи, необходимо отметить, что первый его этап – фильтрация, происходит в почечных капсулах, являющихся частью нефрона, а нефроны являются структурно-функциональными единицами почки, ответ Б1.

Вспомнив протекание второго этапа образования мочи – обратного всасывания (реабсорбции), необходимо отметить, что мочевая кислота не подвергается реабсорбции, ответ В3.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур дыхательной и мочевыделительной систем на иллюстрации. Неправильная характеристика изменений работы органа (системы органов) при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: строение и функционирование опорно-двигательной системы человека, строение и типы соединения костей, скелетные мышцы, их строение и работу, роль микроэлементов и ультрамикроэлементов в составе биологических систем.
Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 12



Обратите внимание:
 Типы костей;
 Типы соединения костей;
 Сустав;
 Кости поясов и свободных конечностей;
 Парные/непарные кости черепа.

А	Б	В
Структура, обозначенная цифрой 6, называется	По строению грудина относится к	Структура, обозначенная 5, участвует в образовании
1 Ключица	1 Плоским костям	1 Шва
2 Плечевая кость	2 Смешанным костям	2 Сустава
3 Локтевая кость	3 Коротким трубчатым костям	3 Хрящевого диска
4 Лучевая кость	4 Длинным трубчатым костям	

Ответ:	А	Б	В
	1	1	2

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод о том, что на рисунке представлена грудная клетка и кости верхних конечностей, при этом цифрой 6 обозначена ключица, ответ А1.

Необходимо вспомнить, что грудина выполнена губчатым веществом и относится к плоским костям, ответ Б1.

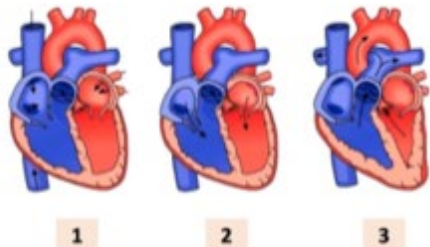
Структура, обозначенная цифрой 5 – это плечевая кость, которая участвует в образовании плечевого и локтевого суставов, ответ В2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур скелета человека на иллюстрации. Неправильная характеристика типов костей и их соединений.

Знать: строение и функционирование кровеносной системы человека, работу сердца, лимфоотток, электролиты и неэлектролиты, важнейшие катионы и анионы биологических систем.

Уметь: определять изменения при нервной и гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 13



Обратите внимание:
 Синусовый и атриовентрикулярный узлы;
 Клапаны сердца;
 Цикл работы сердца;
 Артериальное давление.
 Строение сердца.

	А	Б	В	
	Двустворчатый клапан располагается между	Частота сердечных сокращений при увеличении концентрации адреналина в крови	Общая диастола обозначена на рисунке цифрой	
1	Правым предсердием и правым желудочком	1 Увеличится	1	1
2	Левым предсердием и левым желудочком	2 Не изменится	2	2
		3 Уменьшится	3	3

Ответ:	А	Б	В
	2	1	1

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод о том, что на рисунке представлены стадии сердечного цикла. Необходимо обратить внимание на положение стенок сердца (сокращены или расслаблены), а также на направление движения крови – указано стрелками.

Вспомнив строение сердца человека, необходимо отметить, что двустворчатый (митральный) клапан расположен в левой половине сердца, ответ А2.

Вспомнив гуморальную регуляцию работы сердца, необходимо отметить, что гормон адреналин увеличивает частоту сердечных сокращений, ответ Б1.

Общая диастола – это фаза расслабления миокарда, при которой кровь из вен наполняет предсердия – это показано на рисунке 1, ответ В1.

Типичные ошибки: неправильная идентификация предсердий, желудочков, клапанов сердца. Неправильная характеристика изменений работы сердца при гуморальной и нервной регуляции.

Знать: определение рефлекса и рефлекторной дуги, строение и функционирование нервной системы человека, железы эндокринной системы и их гормоны, действие гормонов, принципы работы гипоталамо-гипофизарной системы, нервную и гуморальную регуляцию процессов жизнедеятельности.

Проанализируйте иллюстрацию и выполните задание 14



Обратите внимание:
 Отделы анализаторов;
 Нарушения зрения;
 Состояния при гипо- и гиперфункции желез внутренней секреции;
 Отделы головного мозга;
 Орган слуха и орган зрения.

А	Б	В
Прибор для измерения уровня глюкозы в крови называется	Нарушение работы какой железы приводит к увеличению уровня глюкозы в крови	При гипофункции данной железы возникает заболевание
1 Тонмометр	1 Щитовидной	1 Базедова болезнь
2 Глюкометр	2 Поджелудочной	2 Сахарный диабет
3 Спирометр	3 Надпочечники	3 Бронговая болезнь
	4 Печень	4 Микседема

Ответ:	А	Б	В
	2	2	2

Проанализировав иллюстрацию, необходимо сделать вывод о том, что на рисунке представлен портативный прибор для измерения уровня глюкозы в крови – глюкометр, ответ А2.

Уровень глюкозы в крови регулирует гормон инсулин, который вырабатывается поджелудочной железой, ответ Б2.

Гипофункция поджелудочной железы приводит к снижению уровня инсулина в крови, что в свою очередь приводит к повышению уровня глюкозы в крови. Это заболевание называется «сахарный диабет», ответ В2.

Типичные ошибки: неправильная идентификация анатомических структур нервной и эндокринной систем человека, их функций. Неправильная идентификация действия гормонов и отделов нервной системы на физиологические процессы в организме человека.

**Знать: строение и свойства органических соединений,
основные типы химических реакций,
протекающих с их участием и их характеристики.**

Выполните задание 15



ПЕНТАКОНТАН
(компонент пчелиного воска)

А		Б		В	
К какому классу органических соединений относится пентаконтан?		Укажите типы гибридизации валентных атомных орбиталей атомов углерода		Укажите число возможных продуктов, которые могут образоваться при монохлорировании пентаконтана на свету	
1	Алкены	1	sp^3 -гибридизация	1	24
2	Циклоалканы	2	sp^2 -гибридизация	2	25
3	Алканы	3	sp -гибридизация	3	26
4	Алкины			4	27

Ответ:	А	Б	В
	3	1	2

Обратите внимание:
Строение и свойства
основных органических
соединений.

Проанализировав иллюстрацию необходимо сделать вывод о химической структуре органического вещества. Используемые в данном вопросе органические соединения либо могут иметь природное происхождение (например, аминокислоты, пептиды, жиры, углеводы, гормоны, феромоны, вторичные метаболиты растений), либо быть синтетическими и полусинтетическими лекарственными препаратами или биологически активными добавками (БАДы).

В первом задании (А) необходимо провести классификацию предлагаемого органического вещества, отнести его к определённому классу и/или группе. Во многих случаях предлагаемые вещества являются многофункциональными, поэтому часто их относят не к одному, а сразу к нескольким классам/группам. В данном примере органическое вещество относится к классу алканов.

Во втором задании пятнадцатой линии (Б) необходимо проанализировать структурные детали предлагаемого органического вещества: тип атомов углерода (первичный, вторичный, третичный или четвертичный), тип гибридизации атомов углерода, степени окисления атомов, тип взаимного расположения кратных связей в

полиненасыщенных системах (кумулятивный, сопряженный или изолированный тип), а также число π -электронов и электронов, входящих в состав неподеленных пар. Кроме того, в вопросе (Б) могут быть задания, касающиеся структурной изомерии органических веществ (изомерия углеводородного скелета, изомерии положения кратных связей или функциональных групп, межклассовой изомерии) и пространственной изомерии (геометрической и оптической). В настоящем примере следует указать тип гибридизации атомов углерода в пентаконтане. Поскольку исследуемый углеводород относится к алканам, то все атомы углерода в его молекуле находятся в состоянии sp^3 -гибридизации.

В третьем задании (В) необходимо предсказать возможные химические реакции и возможные реагенты, с которыми может вступать в эти реакции предлагаемое вещество. Для этого необходимо рассмотреть какие функциональные группы, входят в состав вещества, какие виды кратных связей имеются в его структуре. Предлагаемый пентаконтан, как алкан, обладает низкой химической активностью. Тем не менее, он вступает в реакции галогенирования на свету, в которых может образоваться двадцать пять возможных изомеров моногалогенпроизводных.

Типичные ошибки: неправильное определение классификационной принадлежности многофункциональных соединений, отсутствие умения правильно определять тип гибридизации, наличие или отсутствие центров пространственной изомерии, ошибки в сопоставлении химических свойств основных классов органических соединений на примере многофункционального вещества.

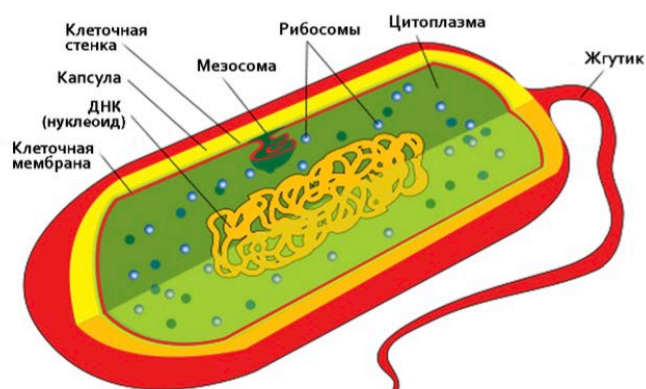
Теоретический материал по наиболее сложным темам

**ТИПЫ КЛЕТОЧНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ.
СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ**

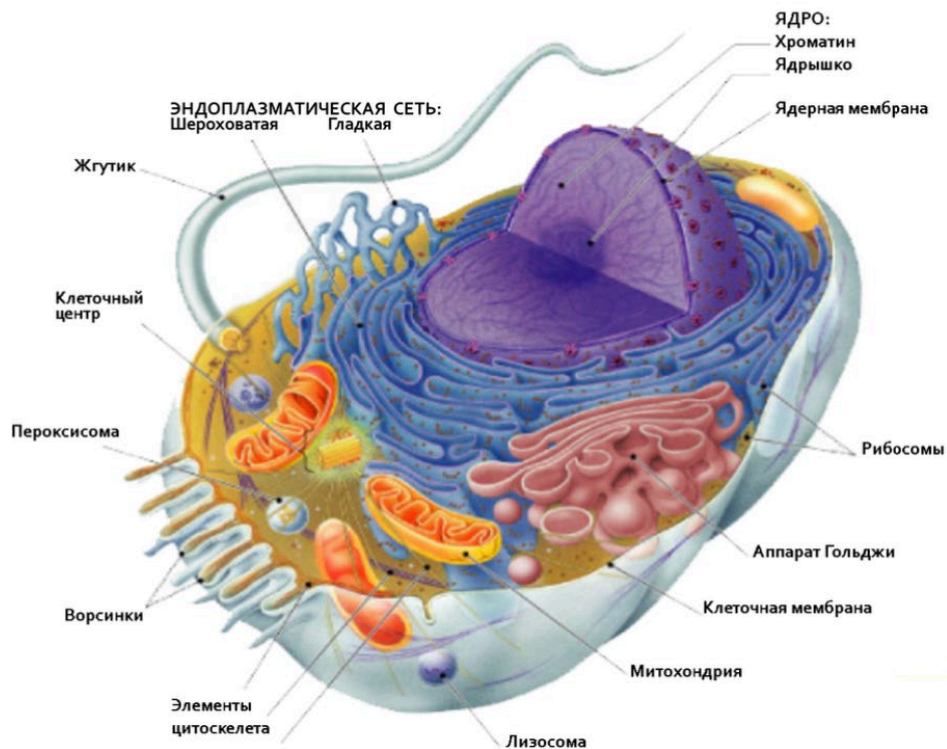
У *прокариот* и *эукариот* первичным носителем наследственной информации является ДНК. *Генетическая информация* закодирована в последовательности нуклеотидов ДНК. Она обеспечивает развитие организма в определенных условиях среды, а также необходима для воспроизведения организмов. В генетическом аппарате эукариотических организмов выделяют три уровня структурно-функциональной организации: *генный*, *хромосомный* и *геномный*. На каждом из них решаются специфические задачи информационного обеспечения процессов жизнедеятельности, размножения, индивидуального и исторического развития.

Клетка – элементарная биологическая система, способная самостоятельно поддерживать жизнь. В клетке находится наследственная информация, необходимая для существования организма и воспроизведения. Клетка обладает всеми свойствами живой системы: обменом веществ и энергии, способностью размножаться, видоизменяться, реагировать на раздражения и др. Различают два типа клеточной организации: прокариотический и эукариотический.

ПРОКАРИОТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА



ЭУКАРИОТИЧЕСКАЯ КЛЕТКА



Нуклеиновые кислоты – неперiodические линейные гетерополимеры, мономерами которых являются нуклеотиды. Нуклеотид состоит из *азотистого основания* (пуринового – аденин, гуанин или пиримидинового – цитозин, тимин в ДНК или урацил в РНК), *сахара* с пятью углеродными атомами (пентозы – дезоксирибозы в ДНК или рибозы в РНК) и 1–3 остатков *фосфорной кислоты*. Каждое пуриновое или пиримидиновое основание связано с 1'-углеродным атомом пентозы, образуя *нуклеозид*. С 3'-углеродным атомом пентозы связан гидроксил (ОН-группа). В молекуле *нуклеотида* атом 5'-С пентозы связан эфирной связью с фосфатом. В зависимости от числа фосфатных групп различают моно-, ди- и трифосфаты нуклеотидов, например, аденозинмонофосфат (АМФ), гуанозиндифосфат (ГДФ), уридинтрифосфат (УТФ), дезокситимидинтрифосфат (ДТТФ) и т.д.

ДНК – генетический материал клеток, представляет собой двухцепочечную спирально закрученную молекулу. Полимерные молекулы ДНК могут содержать от 2000 до 10^8 и более мононуклеотидов. Кольцевидная ДНК прокариот локализована в цитоплазме (нуклеоид, плазмиды). ДНК эукариот локализована в ядре в составе хроматина

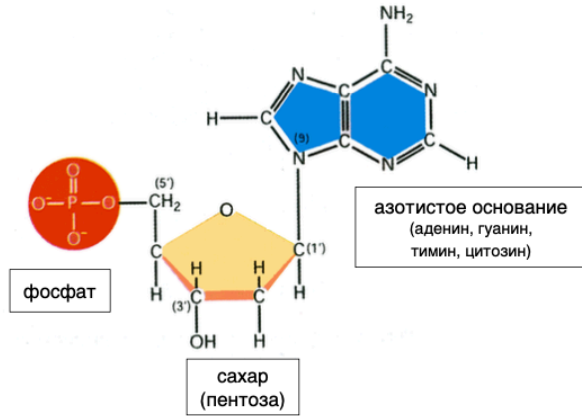
и в виде кольцевых молекул в хлоропластах и митохондриях. ДНК содержит информацию о структуре различных видов РНК и белков и нетранскрибируемые участки.

Соединенные друг с другом в варьирующем порядке нуклеотиды образуют цепь – это *первичная структура* ДНК. Под действием фермента ДНК-полимеразы к ОН-группе, находящейся у 3'-атома углерода одного нуклеотида, присоединяется через свою фосфатную группу (фосфат присоединен к 5'-атому углерода пентозы) следующий нуклеотид. Между двумя соседними мономерами образуется 3'-5'-*фосфодиэфирная связь*. Первичная структура ДНК эукариот состоит из информативных (*экзонов*) и неинформативных участков (*интронов*). У прокариот количество неинформативных участков минимально.

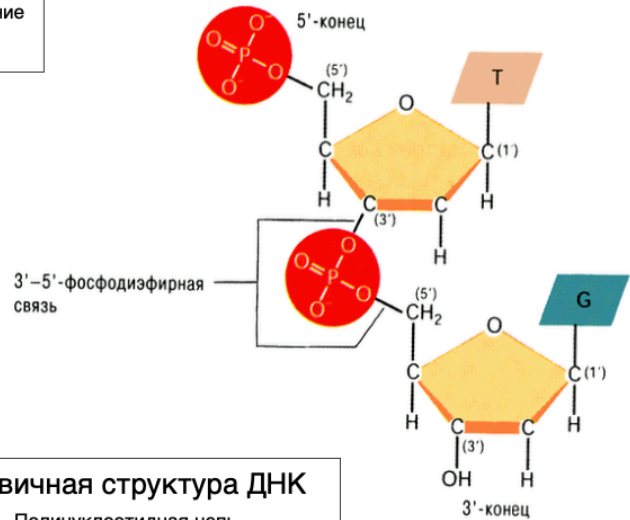
Цепь ДНК *полярна* – в начале цепи ДНК (на 5'-фосфатном конце) располагается первый нуклеотид с остатком фосфорной кислоты, а на другом (на 3'-гидроксильном конце) – находится последний нуклеотид с гидроксилем. Первичная структура ДНК необходима при *репликации, транскрипции, репарации, рекомбинации* ДНК и в ряде других элементарных генетических процессов.

Вторичная структура ДНК представлена двойной спиралью, состоящей из двух полинуклеотидных цепей, направленных *антипараллельно*. *Комплементарные* азотистые основания антипараллельных цепей располагаются парами друг против друга и соединяются водородными связями (А-Т пары – две, Г-Ц – три). Спаривание происходит только между комплементарными основаниями: одним пуриновым и одним пиримидиновым. В ДНК количество А равно количеству Т, а количество Г – количеству Ц. В то же время так называемое соотношение оснований (А и Т)/ (Г и Ц) оснований видоспецифично. Спаривание комплементарных оснований в биологических системах обеспечивает возможность считывания и копирования информации, закодированной в нуклеиновых кислотах. В процессе *репликации* образуются идентичные дочерние молекулы ДНК. В процессе *транскрипции* – молекулы РНК. При *трансляции*, благодаря образованию спаренных оснований, кодоны молекул мРНК распознаются антикодонами тРНК.

СТРУКТУРА ДНК

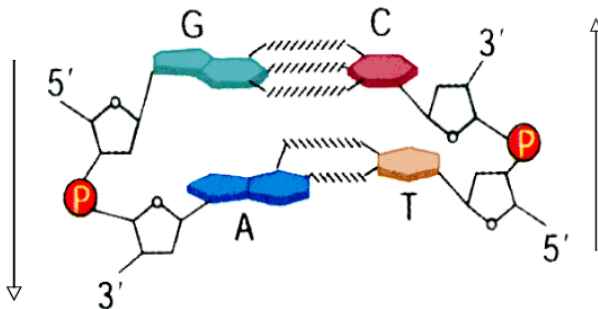


Нуклеотид - мономер ДНК



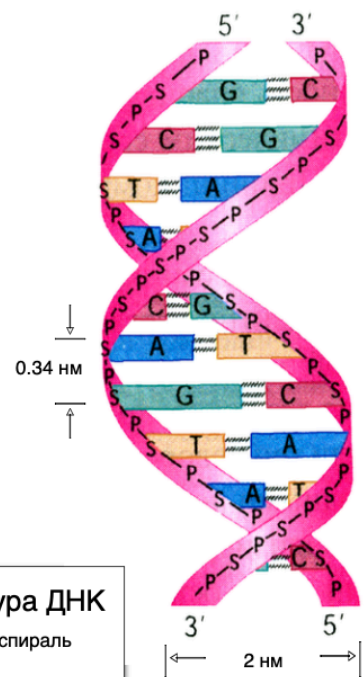
Первичная структура ДНК

Полинуклеотидная цепь (сахарофосфатный остов)



Вторичная структура ДНК

Две полинуклеотидные цепи, организованные по принципам комплементарности и антипараллельности



Третичная структура ДНК

Правозакрученная β -спираль
1 виток - 10 п.н.

В процессе репликации ДНК происходит синтез двух дочерних молекул ДНК по матрицам цепей материнской молекулы ДНК. Каждая дочерняя молекула ДНК будет иметь одну материнскую цепь ДНК, а другая будет синтезирована на основе принципа комплементарности (*полуконсервативная репликация*). Способность ДНК к

самоудвоению лежит в основе *наследственности* – свойства живых систем передавать следующему поколению способность к определенному типу индивидуального развития и обмену веществ.

Репликация начинается с сайта инициации, или *ориджина* репликации. В ориджинах денатурация ДНК начинается с расхождения цепей двойной спирали и формирования двух *репликативных вилок* с характерной Y-образной формой. Последовательность ДНК, ограниченную двумя ориджинами репликации, называют единицей репликации, или *репликоном*. У прокариот молекула ДНК реплицируется как один репликон с одним ориджином. У эукариот отдельные хромосомы состоят из большого числа самостоятельных репликонов, что значительно сокращает суммарное время репликации.

Двойная спираль ДНК расплетается по ходу продвижения репликационной вилки. Это происходит с помощью белков ферментов – *ДНК-топоизомераз*. Обладая нуклеазной активностью, они обратимо разрывают цепь ДНК, ослабляя напряжение в двойной спирали ДНК и препятствуя образованию супервитков, и в конечном итоге релаксируют суперспираль ДНК. По окончании формирования репликативной вилки ферменты ликвидируют разрывы в цепи и отделяются от ДНК. *ДНК-геликаза* разрывает водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями двух полинуклеотидных цепей ДНК и продвигает репликативную вилку. Образующиеся при этом одинарные цепи ДНК связываются специальными белками (SSB – single strand DNA-binding proteins), которые растягивают остовы цепей, делая их азотистые основания доступными для связывания с комплементарными нуклеотидами, находящимися в нуклеоплазме. Комплементарный нуклеозидтрифосфат образует водородные связи с определенным азотистым основанием материнской цепи ДНК. Затем при участии фермента полимеразы он связывается фосфодиэфирной связью с предшествующим нуклеотидом вновь синтезируемой цепи, отдавая при этом неорганический пирофосфат.

Синтез дочерней цепи ДНК начинается с образования *праймера* (небольшой фрагмент РНК, состоящий из 8–10 рибонуклеотидов – *РНК-затравка*). Он необходим, т.к. *ДНК-полимеразы* не могут начать синтез цепи ДНК на матрице, а способны только добавлять новые дезоксирибонуклеотиды к 3'-ОН-концу уже имеющейся полинуклеотидной цепи. РНК-затравку синтезирует из рибонуклеозидтрифосфатов *РНК-*

полимераза (РНК-праймаза). После этого ДНК-полимераза последовательно наращивает цепь, шаг за шагом присоединяя дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (дАТФ, дТТФ, дГТФ, дЦТФ) к 3'-ОН-концу синтезируемой дочерней цепи. Матричная цепь ДНК считывается в направлении 3'→5', дочерняя цепь растет в направлении 5'→3'. Очередная 3'-5'-фосфодиэфирная связь синтезируется лишь в том случае, если последний (3'-концевой) нуклеотид растущей цепи ДНК образовал правильную комплементарную пару с соответствующим нуклеотидом матрицы. Репликативная вилка движется со скоростью порядка 500–5000 пар нуклеотидов у эукариот и около 100 000 пар нуклеотидов в минуту у прокариот.

ТРАНСКРИПЦИЯ

Ген образован полинуклеотидными последовательностями ДНК, которые кодируют образование либо молекулы РНК, либо полипептида. *Экспрессия гена* (реализация информации гена в организме) свидетельствует об его активности в онтогенезе и включает *транскрипцию ДНК, посттранскрипционные процессы, трансляцию РНК в рибосомах, посттрансляционные процессы*. Ген обладает следующими свойствами: *способность к репликации, стабильность, способность к мутациям, дискретность, специфичность, множественность действия (плейотропия), дозированность действия, способность взаимодействовать с другими генами.*

В ДНК только одна из цепей является матричной (*кодирующей*) и именно на ней образуются РНК-транскрипты. По матричной цепи ДНК фермент РНК-полимераза движется в направлении 3'→5'. Синтез цепи РНК идёт от 5'- к 3'-концу, при этом матричная цепь ДНК всегда антипараллельна синтезируемой нуклеиновой кислоте.

Инициация транскрипции происходит на промоторе гена. На его полинуклеотидной последовательности образуется транскрибирующий комплекс из *РНК-полимеразы* и белков – *общих факторов транскрипции*. Эти белки помогают РНК-полимеразе разрушить нуклеосомы, деспирализовать ДНК и определить сайт инициации. Первый рибонуклеотид комплементарно водородными связями соединяется с нуклеотидом матричной цепи ДНК сайта инициации. РНК-полимераза присоединяет последующие рибонуклеотиды к 3'-ОН-группе предыдущего нуклеотида с образованием 3'-5'-

фосфодиэфирной связи (элонгация или рост цепи РНК). Элонгации способствуют белковые факторы элонгации РНК.

Терминация синтеза РНК осуществляется в определенных участках матрицы – терминаторах. Раскручивание двойной спирали ДНК в области сайта терминации делает его доступным для белков – факторов терминации. Факторы терминации облегчают отделение РНК-полимеразы от матрицы и первичного РНК-транскрипта, комплементарного матрице.



Геном прокариот построен очень компактно. Количество некодирующих последовательностей нуклеотидов минимально. В связи с этим подавляющее большинство мРНК прокариот используется в биосинтезе белка в том виде, какой они имеют непосредственно по завершении транскрипции.

Первичные транскрипты РНК эукариот будут состоять из участков, комплементарных экзонам и интронам кодирующей части генов. В связи с этим

первичные транскрипты РНК, прежде чем будут использованы в ходе синтеза белка, подвергаются ряду модификаций. Посттранскрипционные модификации мРНК (процессинг мРНК) включает кэпирование, полиаденилирование и сплайсинг, в ходе которых образуются зрелые РНК. Посттранскрипционные процессы у эукариот осуществляются в ядре клетки.

ТРАНСЛЯЦИЯ

Трансляция – синтез полипептида по матрице мРНК, производимый рибосомой. Осуществляется на основе *генетического кода* – свойственного организмам способа кодирования аминокислотной последовательности белков с помощью определённой последовательности нуклеотидов в ДНК и мРНК (табл. 3.3). Свойствами генетического кода являются:

- триплетность – одна аминокислота в полипептидной цепочке закодирована тремя расположенными рядом нуклеотидами – ДНК/и-РНК – *триплетом*. Из четырёх типов нуклеотидов, объединяя их по три, можно получить 64 комбинации. При этом 61 триплет кодирует 20 аминокислот (*смысловые кодоны*), а 3 не имеют кодируемых аминокислот и служат для обозначения терминации трансляции (*бессмысленные* или *нонсенс-кодоны, стоп-кодоны*);

- вырожденность – одну аминокислоту могут кодировать несколько триплетов;
- неперекрываемость – один нуклеотид входит в состав только одного триплета;
- коллинеарность – соответствие между последовательностью кодирующих триплетов и последовательностью аминокислот в полипептидной цепи;
- специфичность – один триплет может кодировать только одну аминокислоту;
- универсальность – генетический код един для всех живущих на Земле существ.

20 аминокислот, входящих в структуру белков, должны присутствовать в клетках организма человека в достаточном количестве. Недостаточное присутствие в пище хотя бы одной *незаменимой* аминокислоты может привести к снижению, а иногда и к полной остановке синтеза белка в клетке.

Аминоацил-тРНК-синтетазы. Для каждой аминокислоты в клетке имеется аминоацил-тРНК-синтетаза, которая способна отличать свою аминокислоту от остальных.

Фермент должен также узнавать тРНК, антикодон которой соответствует данной аминокислоте, причем не одну, поскольку в клетке имеется, как правило, несколько тРНК, способных присоединять одну и ту же аминокислоту.

мРНК (иРНК). Посредник, передающий информацию с ДНК на рибосомы. Используется в качестве матрицы.

тРНК (в клетках человека около 50) – *адапторные молекулы*. Аминокислота присоединяется к *акцепторному участку* на 3'-конце молекулы с помощью специфичной для каждого типа тРНК *аминоацил-тРНК-синтетазы*. *Антикодоновая петля* содержит *антикодон* – триплет нуклеотидов, комплементарный определенному кодону мРНК. Иногда в первом положении антикодона стоит нетипичное для РНК азотистое основание *инозин*, которое способно комплементарно соединяться с любым из трех азотистых оснований: урацилом, аденином и гуанином кодонов мРНК. Благодаря этому одна тРНК способна распознавать несколько кодонов-синонимов мРНК, чем, собственно, и обеспечивается свойство вырожденности генетического кода. Также в тРНК различают *D-домен*, который служит для специфического узнавания *аминоацил-тРНК-синтетазой* конкретной тРНК, и *T-домен*, отвечающий за связывание *аминоацил-тРНК* с рибосомой.

Рибосомы состоят из большой и малой субъединиц и имеют 3 сайта каталитического (пептидилтрансферазного) центра рибосомы: *аминоацильный (А-сайт)*, *пептидильный (Р-сайт)* и *сайт отсоединения тРНК* от рибосомы (Е-сайт)

Матричный синтез полипептидной цепи на рибосоме подразделяют на три стадии: инициации, элонгации и терминации. На каждой из этих трех стадий в работе рибосомы принимают участие специальные белковые факторы инициации, элонгации и терминации. Энергия для биосинтеза белка обеспечивается гидролизом макроэргических связей ГТФ.

Матрицей для образования полипептидной молекулы служит мРНК, которая связывается с одной или несколькими рибосомами.

На этапе инициации малая субъединица рибосомы садится на 5'-конец мРНК в области кэпа и двигается вдоль молекулы мРНК, достигая стартового кодона мРНК – АУГ. К данному кодону мРНК присоединяется своим антикодоном *иницирующая тРНК*,

связанная с метионином. Затем к *стартовому комплексу* присоединяется большая субъединица рибосомы.

В Р-центре оказывается АУГ-кодон мРНК с присоединённой к нему тРНК, несущей метионин.

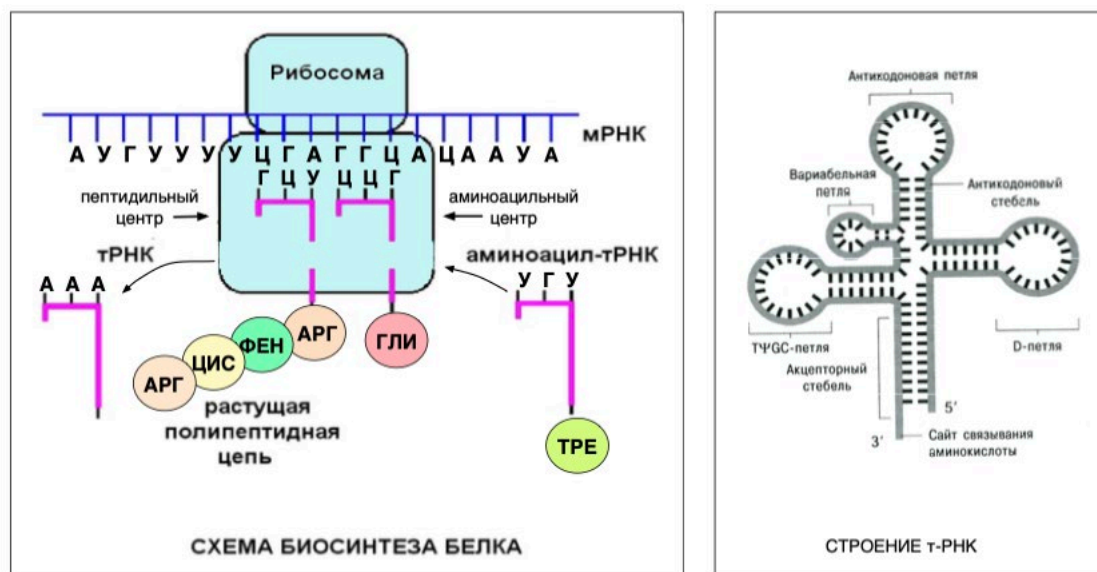
Элонгация происходит на основе информации триплетов мРНК, следующих за иницирующим кодоном в направлении от 5'- к 3'-концу (рис. 3.1). Связывание аминоацил-тРНК в А-центре рибосомы происходит лишь в том случае, если антикодон аминоацил-тРНК комплементарен и антипараллелен кодону мРНК в А-центре. Образуется первая пептидная связь. Этот процесс обеспечивает ферментативная активность 28S рРНК. Эти каталитически активные РНК получили название *рибозимов*. В результате тРНК в Р-центре теряет связь со своей аминокислотой, которая переносится из Р-центра в А-центр. Затем происходит *транслокация* рибосомы, в результате чего синтезируемый пептид, связанный с тРНК, перемещается из А-центра в Р-центр. Свободная от аминокислоты тРНК в Е-участке отсоединяется от рибосомы, а в область А-центра попадает следующий кодон мРНК. Повторение таких циклов по числу смысловых кодонов мРНК завершает весь этап элонгации.

Рибосома перемещается вдоль молекулы мРНК в направлении 5'→3' от одного кодона к другому до тех пор, пока не достигнет какого-либо из стоп-кодонов в А-сайте рибосомы. К этому стоп-кодону присоединяется затем фактор освобождения, останавливающий трансляцию и вызывающий отделение завершённого полипептида от рибосомы (терминация трансляции).

Трансляция происходит по конвейерному принципу: по мере продвижения первой рибосомы к 3'-концу мРНК для следующей рибосомы становится доступным 5'-нетранслируемый участок мРНК. Одну цепь мРНК, как правило, одновременно транслируют сразу несколько рибосом. Такой комплекс рибосом, соединённых цепью мРНК и постепенно продвигающийся к её 3'-концу, называют полисомой (или полирибосомой).

Следует помнить, что образованный в результате трансляции полипептид не обладает функциональной активностью. Поэтому вслед за трансляцией осуществляются

посттрансляционные процессы (фолдинг). Фолдингом белка называют процесс спонтанного сворачивания полипептидной цепи в уникальную пространственную (третичную) структуру.



ХРОМОСОМЫ. КАРИОТИП

Хромосома бактерий представлена кольцевой спирализованной молекулой ДНК. ДНК складывается в петли, основания которых фиксируются негистоновыми белками. Хромосомная ДНК бактерий находится в *нуклеоиде*, не отграниченным от остальной цитоплазмы мембраной. Экстрахромосомная ДНК бактерий представлена *плазмидами* цитоплазмы – небольшими кольцевыми молекулами ДНК.

В ядрах эукариотических клеток многочисленные парные линейные молекулы ДНК в комплексе с белками образуют *хромосомы*. Экстрахромосомная ДНК эукариот представлена кольцевидными молекулами митохондрий и пластид. Хромосомная организация наследственного материала эукариот связана со значительным увеличением его объема по сравнению с прокариотами.

Хромосомы – морфофункциональные единицы ядра эукариотической клетки. Они обеспечивают *хранение, реализацию и передачу* наследственной информации. Хромосомы, имеющие в процессе деления клетки вид конденсированных, отдельных, хорошо различимых телец, в период интерфазы частично деконденсируются, и такое их состояние называется *хроматин*. В состав хроматина входят ДНК, гистоны и негистоновые белки,

несколько видов РНК, липиды, полисахариды, ионы металлов. *Гистоны* – основные (щелочные) белки, они представлены 5 классами: Н1, Н2А, Н2В, Н3 и Н4. Восемь молекул Н2А, Н2В, Н3 и Н4 (по 2 молекулы каждого класса) образуют *нуклеосому*, на которую накручена ДНК (1,75 витка или примерно 146 пар нуклеотидов). Поверхность молекул гистонов заряжена положительно, а молекула ДНК – отрицательно, что обеспечивает макромолекулярные взаимодействия между ними. Витки ДНК на коре нуклеосомы удерживаются гистоном Н1, который связывается с кором нуклеосомы на участках входа и выхода ДНК. Упаковка нуклеосом в *хроматиновую фибриллу* зависит от взаимодействия гистона Н1 с *линкерным* участком ДНК (около 60 пар нуклеотидов ДНК между нуклеосомами).

Фракция *негистоновых* кислых белков включает более 100 разновидностей. Среди них – ферменты транскрипции, процессинга, редупликации ДНК и ряд других. РНК в составе хромосом представлены как незавершенными транскриптами, сохраняющими связь с ДНК хромосомы, так и фракциями РНК небольшой молекулярной массы, выполняющими регуляторную функцию. Функциональная роль липидов и полисахаридов до конца не ясна. Ионы металлов (Mg^{2+} , Ca^{2+}), возможно, участвуют в обеспечении условий для приобретения определенной конформации макромолекул и их взаимодействий.

Двойная спираль ДНК вследствие образования комплекса с гистонами образует *нуклеогистоновую нить*. Далее нуклеогистоновая нить укладывается в спираль – *хроматиновую фибриллу* (рис. 4.3). Укладка хроматиновой фибриллы в петли с участием негистоновых белков образует интерфазную *петельную хроматиновую фибриллу*. Дальнейшая компактизация приводит к образованию *хроматид*. Метафазная хромосома состоит из 2 хроматид (две молекулы ДНК), которые в анафазе митоза расходятся к разным полюсам и попадают в дочерние клетки.

Функциональными элементами хромосом эукариот являются *центромера*, *теломеры* и *сайты инициации* репликации. В области центромеры *сестринские хроматиды* (дочерние молекулы ДНК) прикрепляются к митотическому веретену, что обеспечивает их точное расхождение в дочерние клетки в митозе. На центромере происходит сборка *кинетохора* – сложной белковой структуры, определяющей прикрепление хромосомы к

микротрубочкам веретена деления, обеспечивающим движение дочерних хромосом в митозе. Центромера делит хромосомы на две части, называемые *плечами*. Короткое плечо хромосомы обозначают буквой *p*, длинное плечо – буквой *q*. В зависимости от расположения центромеры хромосомы могут быть *метацентрическими* (центромера в центре хромосомы), *субметацентрическими* (центромера ближе к одному из концов хромосомы), *acroцентрическими* (центромера занимает место на конце хромосомы). Некоторые хромосомы на конце плеча имеют *вторичную перетяжку* (*ядрышковый организатор*), которая содержит рибосомные гены и отделяет часть хромосомы, называемую *спутником* (рис. 4.5, 4.6). Ядрышковые организаторы расположены на коротких плечах акроцентрических хромосом 13, 14, 15, 21 и 22. Ядрышко связано с образованием рибосом.

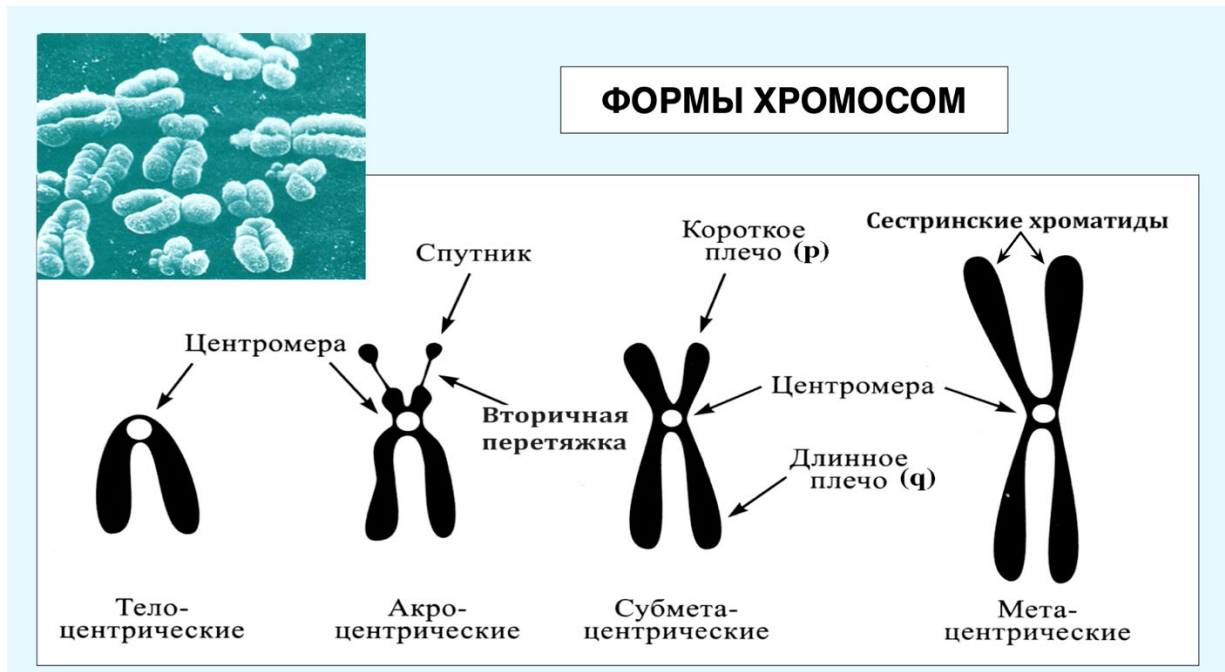
Диплоидный набор хромосом, характерный для каждого биологического вида, обозначают термином *кариотип*. К признакам, характеризующим кариотип, относят число, размер и форму хромосом, положение центромеры, наличие вторичных перетяжек, чередование гетерохроматиновых и эухроматиновых участков и др. Постоянство всех признаков видового кариотипа обеспечивается процессами *репликации ДНК*, *распределения хромосом в клетках в процессе их деления и оплодотворения*.

Изучение кариотипа проводится с применением *цитогенетического метода*. Используют соматические клетки, имеющие ядро и способные делиться. Клетки помещают в культуру (*in vitro*), стимулируют их деление. Блокированные в метафазе клетки фиксируют и окрашивают. Существуют различные методики окраски хромосом: рутинная, дифференциальная, FISH-метод и др. Результаты идентификации хромосом на препарате представляют обычно в виде *идиограммы*. В кариотипе человека выделяют группы *метацентрических*, *субметацентрических* и *acroцентрических* хромосом.

Согласно Денверской классификации 23 пары хромосом человека были разделены на 7 групп: А (метацентрики – 1, 3 и субметацентрики – 2); В (субметацентрики – 4, 5); С (мета- и субметацентрики) – 6–12 и X-хромосома; D (acroцентрики со спутниками) – 13, 14 и 15; Е (короткие метацентрики и субметацентрики) – 16, 17, 18; F (небольшие метацентрики) – 19 и 20; G (acroцентрики) – 21, 22 и Y-хромосома.

Парижская классификация основана на применении дифференциальных методов окраски хромосом. Использование дифференциальной окраски позволило разделить *q* и *p*

плечи хромосом, а в них выделить *сегменты*. Характер расположения сегментов по длине хромосом различен, что дает возможность достаточно точно идентифицировать каждую хромосому в кариотипе.



ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изменчивость – свойство организмов приобретать новые признаки и свойства, отличающиеся от родительских особей. Изменения фенотипа могут возникнуть под воздействием внешней среды или появляется в результате изменений наследственного материала организма. Различают ненаследственную (*модификационную*) и наследственную (*комбинативную* и *мутационную*) изменчивость. В живой природе существуют различия не только между индивидами разных видов, но и между индивидами одного и того же вида, сорта, породы и т.п. В пределах одного вида практически не встречаются совершенно идентичные особи (за исключением монозиготных близнецов). Разнообразие организмов, несомненно, представляет собой наиболее характерную особенность живого мира. Благодаря разнообразию различные группы особей могут использовать разные факторы среды, что позволяет им расселиться практически повсеместно. Разнообразие также является основой эволюции.

Внезапные, случайные наследуемые изменения генетического материала, вызывающие изменения каких-либо признаков и свойств организма, называют *мутациями*. Различают *генные*, *хромосомные* и *геномные* мутации.

Изменения последовательности нуклеотидов в пределах гена представляют собой *генную* (точковую) мутацию. Такие изменения могут возникать в результате нарушения процессов репликации, рекомбинации, репарации и затрагивают обе цепи ДНК. Мутации, как правило, вредны для организма и нередко бывают причиной *генных болезней*, уродств или гибели особи ещё на стадии зародышевого развития. Различают *генеративные* мутации, возникающие в половых клетках и передающиеся по наследству, и *соматические* мутации, образующиеся в соматических клетках, не участвующих в половом размножении. Соматические мутации приводят к возникновению *генетических мозаик*, т.е. к наличию в тканях (растения, животного, человека) генетически различающихся клеток.

Минимальной единицей мутирования – *мутоном* является одна пара комплементарных нуклеотидов. Различают два основных типа внутригенных точковых мутаций: *замену оснований* и *выпадение или вставку одного или нескольких нуклеотидов*.

Генные мутации могут быть:

- со сдвигом рамки считывания (выпадение или вставка одного или нескольких нуклеотидов);
- без сдвига рамки считывания (замена или поворот на 180° (инверсия) одного или нескольких нуклеотидов).

Генные мутации могут приводить:

- к образованию триплета-синонима;
- к изменению смысла триплета;
- к образованию нонсенс кодона;
- к изменению нескольких триплетов.

В результате данных мутаций возможно отсутствие изменений признака, появление нового варианта признака, который в том числе может обуславливать различные патологические состояния и даже гибель организма. Генные мутации составляют основу возникновения *новых аллелей* (вариантов гена) и обуславливают явление *множественного аллелизма* (наличие в генофонде популяции более двух аллелей одного гена), что

проявляется в разнообразии генотипов особей и в многообразии вариантов признаков у индивидуумов вида (полиморфизме популяции).

Генные мутации лежат также в основе *генных болезней*. Например: в популяциях людей существует множество вариантов гемоглобиновых генов (*Hb A, Hb C, Hb S, Hb Coventry, Hb Constant Spring*). *Hb A* – нормальный для взрослого человека включает 2 α - и 2 β -цепи. Аномальные гемоглобины приводят к развитию у человека серповидноклеточной анемии и различных форм талассемий. К моногенным болезням, вызванным наличием в генотипе мутированного гена, относятся также, например, гемофилия, ахондроплазия, фенилкетонурия, дальтонизм.

Хромосомные мутации (абберации или перестройки) – изменения структуры хромосом, возникающие вследствие неравноценного кроссинговера или разрывов хромосом под действием мутагенов и неправильного воссоединения их фрагментов. К хромосомным мутациям относятся *внутрихромосомные: делеция, дефиенси, дупликация, инверсия, транспозиция*, и *межхромосомные: транслокация*. Хромосомные мутации приводят к формированию аномальных хромосом (кольцевых, дицентрических, с хроматидным пробелом и др.).

Наиболее часто встречаются делеции или отрывы отдельных участков хромосом или хроматид. Иногда оторвавшиеся участки теряются из кариотипа, но нередко они обнаруживаются среди нормальных хромосом в виде так называемых парных либо непарных *ацентрических фрагментов* (в зависимости от того, состоят ли они из участков одной или двух хроматид). Ацентрические фрагменты отличаются от мелких хромосом отсутствием центромеры. Если небольшие делеции происходят в одной хроматиде, их результаты обнаруживаются в виде *хроматидных пробелов* или разрывов (хроматиды выглядят прерывистыми). При одновременных делециях обоих концевых или теломерных районов одной хромосомы концы оставшейся части хромосомы могут соединяться друг с другом, образуя *кольцевидную хромосому*. Концевые делеции двух хромосом могут привести к соединению их областями, лишенными теломеров, с образованием *дицентрических хромосом*. Такие хромосомы характеризуются двумя первичными перетяжками. Реже можно встретить три- и полицентрические хромосомы, возникающие как результат последовательного соединения 3 и более хромосом. Если негомологичные

хромосомы обмениваются участками хроматид, возникают хромосомы, параллельно соединяющиеся друг с другом своими плечами таким образом, что формируются крестообразные фигуры. Аберрации такого рода называются *реципрокными* (взаимными) *хроматидными обменами*. При присоединении участка одной хромосомы к другой, не гомологичной данной, возникают транслокации. При этом одна из пары гомологичных хромосом оказывается заметно укороченной, а хромосома другой пары оказывается удлиненной. Изменения полярности участков хромосом или инверсии легко обнаруживаются только при специальной дифференциальной окраске хромосом. Однако крупные инверсии выделяются несоответствием длины плеч в парах гомологичных хромосом. Как инверсии, так и транслокации выявляются обычно не в метафазных пластинках, а на кариограммах.

Геномные мутации представляют собой изменения числа хромосом в диплоидном наборе. Различают два типа геномных мутаций. Первый – *анеуплоидии*, изменение числа отдельных хромосом. При этом кариотип соответствует формуле $2n \pm k$, где $2n$ – диплоидный набор хромосом, $k \neq n$. Например, *моносомия* – есть только одна хромосома из пары, общее число хромосом в кариотипе человека – 45; *трисомия* – три гомологичных хромосомы вместо двух, в этом случае общее число хромосом в кариотипе человека – 47.

Второй тип – *полиплоидии*, кариотип соответствует формуле kn , где n – гаплоидный набор хромосом, $k > 2$ (например, *триплоидия* у человека – 69 ($3n$) хромосом, гомологичные хромосомы представлены не парами, а тройками. К этому же типу относят *гаплоидию* (число хромосом в кариотипе = n). Основным механизмом возникновения геномных мутаций – нарушение расхождения хромосом и хроматид при делении клеток.

Хромосомные и геномные мутации приводят к нарушению доз генов в генотипе (геному дисбалансу), что сопровождается гибелью организма или развитием часто тяжелой клинической картины *хромосомных болезней*. Мутации крупных аутосом обычно с жизнью не совместимы. Большинство клинических синдромов обусловлены мутациями половых хромосом или мелких аутосом. Основным методом лабораторной диагностики хромосомных и геномных мутаций – *цитогенетический*. При написании кариотипа указывается общее число хромосом, далее, через запятую, половой хромосомный комплекс: 46,XX или 46,XY.

В результате нарушений митоза возникают мутации в соматических клетках организма – *соматические мутации*. При делении соматической клетки, содержащей мутацию, ее унаследуют только потомки данной клетки. Вследствие этого в организме образуются клеточные группы, имеющие отличающийся генетический материал. Это явление называется *мозаицизм*. Мозаик – это особь, имеющая клеточные популяции с разным набором генетического материала (например, мозаичный вариант синдрома Дауна 47+21/45-21/46. Клиническая картина менее выражена).

Изменения генетического материала половых клеток, называемые *генеративными мутациями*, являются результатом нарушения мейоза. Генеративные мутации передаются в ряду поколений организмов, размножающихся половым путем, т.к. приводят к образованию гамет с несбалансированным числом хромосом и формированию аномальных зигот.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ

Онтогенез — индивидуальное развитие особи, совокупность ее преобразований от момента появления зиготы до гибели. Онтогенез обусловлен реализацией наследственной информации зиготы, которая получена от родителей. Развитие организма обусловлено делением клеток, клеточной дифференцировкой и морфогенезом. Разные типы тканей многоклеточного организма возникают в результате дифференциальной экспрессии генов клеток с изначально одинаковой ДНК. Выделяют следующие типы онтогенеза у животных:

1) Непрямой, или личиночный (с метаморфозом), тип развития. Характерен для многих видов беспозвоночных и некоторых позвоночных животных (рыб, земноводных). Он обусловлен относительно малым запасом желтка в яйцах этих животных, а также необходимостью смены среды обитания в ходе развития, либо необходимостью расселения видов, ведущих сидячий, малоподвижный или паразитический образ жизни.

2) Прямой (без личиночной стадии). Встречается в двух вариантах:

- Яйцекладный. Имеет место у ряда беспозвоночных, а также у рыб, пресмыкающихся, птиц и однопроходных млекопитающих, яйца которых богаты желтком. Среди позвоночных — животные, зародыш которых длительное время развивается внутри яйца. При этом основные жизненные функции у таких зародышей осуществляются специальными провизорными органами — зародышевыми оболочками.

• **Внутриутробный.** Характерен для сумчатых и плацентарных млекопитающих (в том числе и человека), яйцеклетки которых имеют мало желтка или почти лишены его. Жизненные функции зародыша осуществляются через зародышевые оболочки и плаценту.

Весь онтогенез принято делить на три периода:

1. **Проэмбриональный период (прогенез),** или предзародышевое развитие, включающее процессы гаметогенеза и оплодотворения.

2. **Эмбриональный период (эмбриогенез),** или зародышевое развитие. Этот период начинается с момента образования зиготы и заканчивается рождением организма, т.е. выходом его из оболочек яйца или из материнского организма. У человека этот период носит название пренатального.

Эмбриогенез, в свою очередь, включает стадии зиготы, дробления, гаструляции, гисто- и органогенеза. У Хордовых выделяют начальный этап органогенеза — нейруляцию, в ходе которой у амниот обычно также происходит образование зародышевых оболочек.

3. **Постэмбриональный период,** или послезародышевое развитие. Начинается с момента рождения организма и продолжается вплоть до его смерти. У человека носит название — постнатальный период.

Период прогенеза протекает в организме родительских особей. Его сущность — образование полноценных женских и мужских гамет, которые попарно сливаются в процессе оплодотворения. Основные этапы гаметогенеза. На ранних стадиях эмбриогенеза у многоклеточных животных в результате дифференцировки происходит разделение клеток на соматические (из которых развиваются ткани и органы) и половые клетки. Половые клетки являются потомками тотипотентных (равнонаследственных) клеток, присутствующих в бластодерме зародыша. Оттуда у амниот они попадают в энтодерму желточного мешка, затем мигрируют в стенку кишки зародыша, после чего перемещаются в закладку гонады. Первичные половые клетки называются гоноцитами. Если половая железа дифференцируется в семенник, гоноциты вместе с зачатками семенных канальцев перемещаются в мозговой слой гонады, а если образуется яичник, то гоноциты остаются на периферии гонады, в ее корковом слое. При попадании в зачатки половых желез гоноциты превращаются в гонии и начинают усиленно размножаться путем обычных митотических делений. В течение периода размножения формирующиеся женские половые клетки называются овогониями, а мужские — сперматогониями.

Размножение сперматогониев в семенных канальцах происходит в течение всего периода половой зрелости самца, у теплокровных животных непрерывно, а у холоднокровных — с сезонной ритмичностью. У самок млекопитающих период размножения овогониев заканчивается еще у эмбриона, до рождения. Однако у низших позвоночных и у большинства других животных размножение овогоний в яичнике продолжается и у взрослых форм. Вторая стадия гаметогенеза носит название периода роста. Клетки, приступившие к росту, называются овоцитами I порядка или сперматоцитами I порядка. В это время в ядрах обоих типов клеток осуществляется репликация ДНК и они вступают в профазу I мейоза. Период роста в овогенезе разделяют на две фазы: превителлогенез (фаза малого роста) и вителлогенез (фаза большого роста). Превителлогенез характеризуется интенсивным синтезом РНК. Объем клетки за это время возрастает сравнительно мало. Вителлогенез характеризуется быстрым накоплением желтка. При этом объем овоцита начинает резко увеличиваться за счет увеличения количества цитоплазмы, что ведет к существенному уменьшению ядерно-плазменного отношения. В синтезе желтка принимает участие сам овоцит и часто другие органы животных, например, печень у позвоночных, жировое тело у насекомых. Третья стадия гаметогенеза называется периодом созревания. По сути, это переход клетки из диплоидного состояния в гаплоидное, который осуществляется при помощи двух делений мейоза. При сперматогенезе из одного сперматоцита I порядка после 1-го деления мейоза образуются два сперматоцита II порядка, а после 2-го деления мейоза образуются четыре сперматиды. При овогенезе из одного овоцита I порядка образуются один овоцит II порядка и редуцированная клетка — 1-е редуционное тельце (в него отходит половина хромосомного набора). После 2-го деления мейоза из овоцита II порядка образуются одна крупная зрелая яйцеклетка, или овогида, и одно 2-е полярное (редуционное) тельце (их может быть и три, если разделится 1-е редуционное тельце). Четвертая стадия — период формирования, или спермиогенез. Характерен только для сперматогенеза. В этот период сперматиды в результате сложных преобразований дифференцируются в сперматозоиды, для которых характерно резкое увеличение ядерно-плазменного отношения. Важнейшими процессами являются: потеря значительной части цитоплазмы, образование акросомы (видоизмененный комплекс Гольджи), уплотнение ядра, образование жгутика. Уже в процессе митотических делений происходит неполное разделение цитоплазмы между сперматогониями. Это ведет к образованию клонов — потомков каждого сперматогония. Клональность сохраняется до

2-го деления созревания, только сперматиды становятся обособленными клетками. Благодаря образованию клонов созревание сперматозоидов происходит синхронно. Важную роль в процессе гаметогенеза играют особые соматические клетки гонад, обеспечивающие питание и превращение гоний в зрелые половые клетки. В яичниках — это фолликулярные клетки, образующиеся из коркового слоя яичника. В семенниках — это крупные клетки Сертоли, или трофические клетки, располагающиеся во всем пространстве от наружного слоя семенного канальца до его просвета.

Оплодотворение — это процесс слияния двух гаплоидных половых клеток, ведущий к образованию одной диплоидной клетки — зиготы. В процессе оплодотворения сперматозоид активирует яйцеклетку к развитию и вносит в яйцеклетку наследственный материал отца. Оплодотворение у человека происходит в ампулярной (расширенной) части маточной трубы. В эякуляте человека содержится около 50–150 млн сперматозоидов. И только несколько сотен достигают ампулярной части. В женских половых путях они сохраняют способность к оплодотворению до 2 суток.

Дробление — процесс митотических делений зиготы, в результате которых образуется многоклеточный зародыш — бластула. Бластула имеет полость — бластоцель и слой клеток — бластодерму, состоящую из бластомеров. Особенностью делений дробления является практически полное отсутствие в митотическом цикле периодов G1 и G2. Репликация ДНК в S-периоде идет синхронно во всех репликалах, при этом наблюдается больше точек инициации. Вследствие этих причин деление происходит значительно быстрее, чем в обычных соматических клетках. Клетки, возникающие в результате дробления (бластомеры), заключают в себе разные участки ооплазмы зиготы. Значение дробления заключается в накоплении клеточного материала, необходимого для первичной дифференцировки зародыша, и в восстановлении ядерно-плазменного отношения, нарушенного в ходе гаметогенеза.

Важнейшим следствием дробления является распределение морфогенетически активных веществ по разным бластомерам, что приводит к их разнокачественности и определяет их дальнейшую дифференцировку в ткани и органы. Борозды дробления, отделяющие бластомеры друг от друга, в зависимости от направления, делят на меридиональные, экваториальные, широтные.

Вслед за дроблением и бластуляцией (период позднего асинхронного дробления, когда возникает полость — бластоцель) начинается следующий этап эмбриогенеза —

гастроуляция. Гастроуляция — это процесс образования зародышевых листков: эктодермы, энтодермы и мезодермы. Сущность гастроуляции заключается в том, что из первоначально недифференцированного клеточного материала бластулы в процессе гастроуляции образуются зародышевые листки — эктодерма (наружный), энтодерма (внутренний) и мезодерма (средний).

Гисто- и органогенез — образование тканей и органов зародыша. Различают первичный органогенез, или нейруляцию, в ходе которой у Хордовых формируется осевой комплекс органов: нервная трубка, хорда, вторичная кишка и мезодермальные комплексы. Собственно органогенез приводит к формированию отдельных органов.

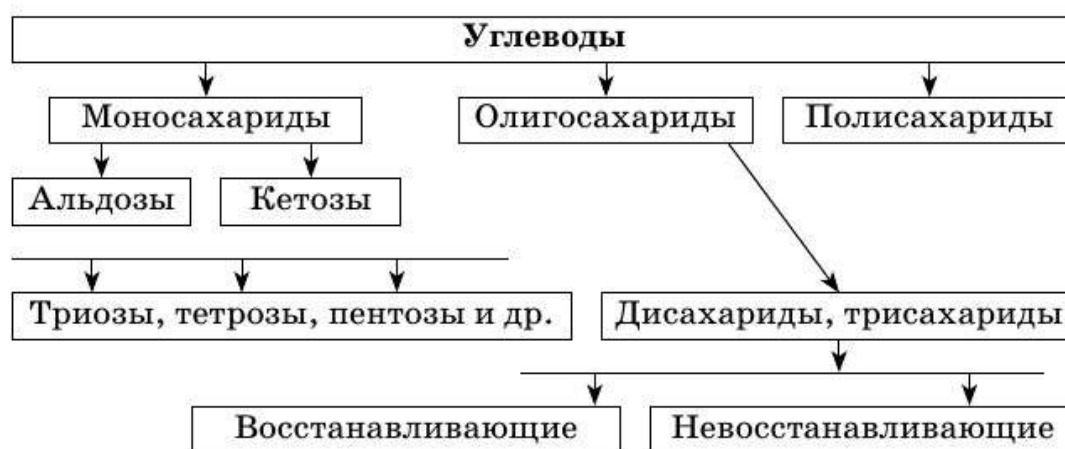
В отличие от дробления и гастроуляции первичный органогенез у представителей хордовых протекает сходно. Единый план строения этих животных определяется тем, что у всех хордовых первичный организатор — хорда — индуцирует развитие над собой нервной трубки. По бокам от хорды располагаются сомиты, а вентрально — вторичная кишка. Двуслойная гастрюла ланцетника включает наружный слой — эктодерму и внутренний — энтодерму. Внутренний слой образует стенку первичной кишки (архентерона), в состав которой, кроме собственно энтодермы, входят также зачатки хорды и мезодермы. Индукционное воздействие хордо-мезодермы вызывает дифференцировку спинной эктодермы в нейроэктодерму и последовательное образование из нее нервной пластинки, нервного желобка и нервной трубки с полостью невроцелем. Параллельно с образованием нервной трубки у ланцетника обособляется мезодерма из боковых участков первичного кишечника энтероцельным способом, а внутри мезодермальных зачатков образуется целом. Медиальная часть крыши архентерона сворачивается в трубку, а затем образует плотный тяж — хорду. Кишечная энтодерма, составляющая дно первичной кишки, тоже сворачивается в трубку с образованием вторичной кишки.

Провизорными называются временные органы, функционирующие у личинок и зародышей и отсутствующие во взрослом состоянии. К ним относятся: желточный мешок, амнион, сероза (или хорион) и аллантаис. Среди перечисленных органов желточный мешок эволюционно более ранний. Формирование аллантаиса и зародышевых оболочек, амниона, серозы (хориона) позволило осуществить переход эмбрионального развития из водной среды в наземную.

УГЛЕВОДЫ

Углеводы — органические вещества, содержащие карбонильную группу и несколько гидроксильных групп.

Классификация углеводов:



По конфигурации последнего хирального атома углерода моносахариды подразделяются на:

- углеводы D- ряда;
- углеводы L- ряда.

Моносахариды могут существовать как в открытой форме, так и в циклической форме. В зависимости от расположения гидроксильной группы относительно цикла различают α - и β -аномеры.

В водном растворе чистые формы глюкозы претерпевают таутомерные превращения до тех пор, пока установится равновесие. Можно рассчитать содержание аномеров глюкозы: концентрация α -формы составляет 35%, β -формы – 65%.

Химические свойства глюкозы

1. Реакция глюкозы как альдегида.

Глюкоза содержит в своем составе пять гидроксильных групп и одну альдегидную группу. Поэтому она относится к альдегидспиртам. Ее химические свойства похожи на свойства многоатомных спиртов и альдегидов. Реакция с гидроксидом меди (II) демонстрирует восстановительные свойства глюкозы. Прильем к раствору глюкозы несколько капель раствора сульфата меди (II) и раствор щелочи. Осадка гидроксида меди не образуется. Раствор окрашивается в ярко-синий цвет. В данном случае глюкоза растворяет гидроксид меди (II) и ведет себя как многоатомный спирт. Нагреем раствор. Цвет раствора начинает

изменяться. Сначала образуется желтый осадок Cu_2O , который с течением времени образует более крупные кристаллы CuO красного цвета. Глюкоза при этом окисляется до глюконовой кислоты.

2. Реакции брожения

Молочнокислое брожение — вид брожения, конечным продуктом при котором выступает молочная кислота. Этот вид брожения осуществляют молочнокислые бактерии. Кроме того, молочнокислое брожение происходит в мышечных волокнах человека и животных в условиях недостатка кислорода. Накопление молочной кислоты является одной из причин развития утомления мышц.

АМИНОКИСЛОТЫ, БЕЛКИ

Аминокислоты — органические соединения, в молекуле которых одновременно содержатся карбоксильные и аминные группы.

Аминогруппа в молекуле аминокислоты вступает во взаимодействие с входящей в её состав карбоксильной группой, образуя внутреннюю соль. Ионизация молекул аминокислот зависит от характера среды. Так как аминокислоты в водных растворах ведут себя как типичные амфотерные соединения, то в живых организмах они играют роль буферных веществ, поддерживающих определенную кислотность среды.

Белки (протеины, полипептиды) — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из α -аминокислот, соединённых в цепочку пептидной связью. При образовании белка в результате взаимодействия α -карбоксильной группы ($-\text{COOH}$) одной аминокислоты с α -аминогруппой ($-\text{NH}_2$) другой аминокислоты образуются пептидные связи. Концы белка называют N- и C-концом, в зависимости от того, какая из групп концевой аминокислотного остатка свободна: $-\text{NH}_2$ или $-\text{COOH}$, соответственно.

К. Линдстрём-Ланг предложил выделять 4 уровня структурной организации белков: первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры.

НУКЛЕОТИДЫ

Молекулы нуклеиновых кислот построены из нуклеотидов. Каждый нуклеотид образуется в результате взаимодействия трёх компонентов: азотистого основания, моносахарида и фосфорной кислоты.

В нуклеотидах ДНК содержится моносахарид дезоксирибоза, а в нуклеотидах РНК – рибоза.

В состав нуклеотидов входят 5 азотистых оснований. Два из них относят к пуриновым основаниям (аденин и гуанин), три (цитозин, тимин, урацил) – к пиримидиновым.

ЛИПИДЫ

Липиды – это нерастворимые в воде, жироподобные органические вещества. Структура и длина цепи жирной кислоты влияют на свойства жира, в котором она содержится. Они делятся на заменимые и незаменимые: заменимые жирные кислоты могут быть произведены организмом самостоятельно, в то время как незаменимые жирные кислоты не могут быть произведены организмом и должны поступать с пищей.

Большинство липидов подвергается реакции гидролиза. В зависимости от строения липида продуктами гидролиза могут быть карбоновые кислоты или их соли, фосфорная кислота или ее соли, спирты, аминспирты и углеводы. Омыляемые липиды гидролизуются с разрывом одной или нескольких сложноэфирных связей и всегда образуют карбоновые кислоты или их соли.

В организме человека гидролиз липидов является первой стадией их метаболизма. Этот процесс проходит под действием ферментов липаз. В щелочной среде образуются натриевые и калиевые соли высших карбоновых кислот. В кислой среде в результате гидролиза образуются жирные кислоты.