

**Бекиш В.Я., Бекиш В.В.**

**БИОЛОГИЯ. ПРАКТИКУМ**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений  
высшего образования по специальности “Фармация”*

**Издание второе,  
исправленное и переработанное**

Витебск, 2021 г.

УДК 57(078.8)  
ББК 28.0я73  
Б 42

Рецензенты:  
кафедра биологии  
УО “Белорусский государственный медицинский университет”,  
(доц. Е.И. Карасева);  
кафедра медицинской биологии и общей генетики  
УО “Гродненский государственный медицинский университет”,  
(доц. Л.С. Кизюкевич).

### **Бекиш, В.Я.**

Б 42 Биология. Практикум: учебное пособие/ В.Я.Бекиш, В.В. Бекиш. – 2-е изд., испр. и перер. – Витебск: ВГМУ, 2021. – 130 с.  
ISBN 978-985-580-044-7

Учебное пособие написано в соответствии с типовым учебным планом и программой, утвержденных Министерством образования Республики Беларусь (2014).

В практикуме рассматриваются все вопросы в соответствии с уровнями организации живого, что позволяет студенту понять процессы, происходящие в человеческом организме на уровне молекул, клеток и организма в целом.

В пособии отражены вопросы о ядовитых грибах, растениях и животных, а также применение микотоксинов, фитотоксинов и зоотоксинов как сырья для приготовления фармацевтических препаратов.

Практикум содержит большинство авторских фотографий микропрепаратов, которые студенты изучают на лабораторных занятиях, приведены тесты для проверки уровня знаний по темам.

Рисунков 8, таблиц 3.

**УДК 57(075.8)**  
**ББК 28.0я73**

© В.Я. Бекиш, 2021

© В.В. Бекиш, 2021

ISBN 978-985-580-044-7

© Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет, 2021

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие к лабораторным занятиям составлено в соответствии с учебной программой по курсу биологии и преследует цель углубленной профилизации преподавания дисциплины на фармацевтическом факультете медицинского университета.

Пособие написано в соответствии с уровнями организации живого: молекулярно- генетическим, клеточным, онтогенетическим, популяционно- видовым и биосферно-биогеоценотическим и разбито на 19 тем, в том числе проведение одного итогового занятия по по основам цитогенетики, наследственности и изменчивости. Выполнение каждой темы рассчитано на 2 часа.

Каждая тема включает: введение в тему занятия с позиции значимости для фармацевта; цель занятия; вопросы, которые студент должен проработать в процессе подготовки по теме; литературу, которую студент должен изучить; тесты для проверки знаний; описание лабораторной работы.

На лабораторных занятиях предусмотрено решение ситуационных задач по молекулярной генетике, изучение микропрепаратов по цитологии, размножению, онтогенезу, а также решение задач по генетике человека и антропозологии. Обязательным моментом в выполнении лабораторной работы является посещение музея кафедры, где студент, изучая макропрепараты, углубляет свои знания. Широко применены элементы учебно-исследовательской работы студента. Большое внимание уделено контролю знаний. Проверка исходного уровня проводится по типу множественного выбора ответа, а итогового – в виде конструктивных ответов, что требует от студента активного владения учебным материалом. При необходимости преподаватель может внести коррективы в построение опроса и, тем самым, управлять учебным процессом.

Авторы будут признательны за все критические замечания и пожелания, касающиеся настоящего пособия.

**Авторы.**

# МОЛЕКУЛЯРНО - ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

## ТЕМА № 1 СУЩНОСТЬ ЖИЗНИ. МОЛЕКУЛЯРНО- ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

Биология – наука о жизни, которая изучает жизнь как особую форму движения материи, законы ее существования и развития. Жизнь в ее конкретных проявлениях отличается большим многообразием. К фундаментальным свойствам живого относятся: дискретность и целостность, структурная организация, рост и развитие, раздражимость и движение, размножение (репродукция), наследственность и изменчивость, обмен вещества и энергии, постоянство внутренней среды (гомеостаз).

Изучение живого начинается с молекулярно-генетического уровня, структурной единицей которого являются генетические коды, а элементарным явлением – воспроизведение кодов (репликация) и кодонов (транскрипция). Генетический код – это способ записи генетической информации в виде определенной последовательности нуклеотидов. Он представляет собой триплет нуклеотидов молекулы ДНК или у РНК-содержащих вирусов – РНК.

Вся наследственная информация организма заключена в нуклеиновых кислотах: у неклеточных форм жизни в виде молекул ДНК или РНК, у прокариот в виде кольцевой молекулы ДНК, у эукариот ДНК образует вместе с белками дезоксирибонуклеопротеид.

**Цель занятия:** 1. Знание особенностей молекулярно-генетического материала у неклеточных форм жизни, про- и эукариот. 2. Умение решать ситуационные задачи на редупликацию ДНК, правила Чаргаффа. 3. Знакомство с кафедрой медицинской биологии и общей генетики.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Сущность жизни. Фундаментальные свойства живого. Эволюционно-обусловленные уровни организации живого.
2. Организация генетического материала у неклеточных форм жизни, про- и эукариот.
3. Строение ДНК. Правила Чаргаффа. Постулаты Уотсона и Крика. Видовая специфичность ДНК. Авторепродукция ДНК.
4. РНК, ее типы и строение. Синтез РНК, его этапы (первичный

транскрипт, процессинг, сплайсинг).

5. Молекулярная организация хромосом эукариот: строение нуклеосомы, значение гистоновых и кислых белков, ионов металлов; уровни упаковки ДНК (нуклеосомная нить, хроматиновая фибрилла, интерфазная хромонема, метафазная хромосома).

6. Эухроматин. Гетерохроматин (факультативный, конститутивный).

7. Ген – фрагмент геномной нуклеиновой кислоты. Спейсеры. Избыточные гены.

8. Генетический код, его характеристика.

### **Литература:**

1. с. 5-32. 2. с. 5-18, 41-42, 64-75.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Свойства живого:

а) дискретность и целостность, структурная организация; б) рост и развитие, раздражимость и движение, размножение, наследственность и изменчивость; в) гомеостаз; г) устойчивость и слабая изменчивость; д) неспособность к размножению, движению.

2. На молекулярно-генетическом уровне элементарная структура и элементарное явление:

а) ген и экспрессия и репрессия гена; б) код наследственной информации и воспроизведение кодов и кодонов; в) код наследственной информации и биосинтез белка; г) кодон и антикодон; д) генетический код и генотип.

3. На клеточном уровне элементарная структура и элементарное явление:

а) клетка и ее жизненный цикл; б) клетка и размножение клетки; в) клетка и образование тканей; г) клеточная ткань и образование органа; д) клетка и период ее деления митозом и амитозом.

4. На онтогенетическом уровне элементарная структура и элементарное явление:

а) ткани и формирование органов; б) организм и размножение организма; в) организм и индивидуальное развитие организма; г) органы и формирование организма; д) клетка и ткань.

5. На популяционно-видовом уровне организации живого элементарная структура и элементарное явление:

а) популяция и изменение генофонда популяции; б) популяция и видообразование; в) популяция и дрейф генов; г) вид и популяция; д) популяция и ее генотип.

6. На биосферно-биогеоценотическом уровне элементарная структура и элементарное явление:

а) биосфера и формирование биогеоценозов; б) биогеоценоз и переход биогеоценоза из одного динамически неустойчивого состояния в другое; в) биогеоценоз и изменения в биосфере; г) биосфера и ноосфера; д) биогеоценоз и переход его в агроценоз.

7. Локализация ДНК в клетке:

а) ядро; б) митохондрии, пластиды; в) центросома; г) ядрышко; д) рибосомы.

8. Локализация и-РНК в клетке:

а) рибосомы; б) ядрышко; в) митохондрии; г) центросома; д) пластиды.

9. Локализация т-РНК в клетке:

а) ядро; б) ядрышко; в) эндоплазматическая сеть; г) гиалоплазма; д) лизосомы.

10. Локализация р-РНК в клетке:

а) ядрышко; б) рибосомы, в) эндоплазматическая сеть; г) гиалоплазма; д) ядро.

11. Роль ДНК в жизнедеятельности клетки:

а) хранитель ядерной и цитоплазматической наследственности; б) участие в реакциях матричного синтеза; в) участие в процессах транскрипции; г) участие в трансляции при биосинтезе белка; д) транспорт аминокислот.

12. Роль и-РНК в жизнедеятельности клетки:

а) участие в транскрипции при биосинтезе белка; б) участие в трансляции при биосинтезе белка; в) транспорт аминокислот; г) формирование структуры белка; д) хранитель цитоплазматической наследственности.

13. Роль т-РНК в жизнедеятельности клетки:

а) участие в транскрипции при биосинтезе белка; б) участие в трансляции при биосинтезе белка; в) транспорт аминокислот к рибосомам; г) участие в сборке рибосом; д) участие в построении ядрышка.

14. Роль р-РНК в жизнедеятельности клетки:

а) участие в транскрипции при биосинтезе белка; б) участие в трансляции при биосинтезе белка; в) участие в построении ядрышка; г) участие в построении рибосом; д) хранитель цитоплазматической наследственности.

15. Виды репликации ДНК:

а) консервативная; б) полуконсервативная; в) дисперсивная; г) пострепликативная; д) полурепликативная.

16. Укажите последовательность генетический код, кодон, антикодон:  
а) триплеты ДНК, и-РНК, т-РНК; б) триплеты ДНК, р-РНК, т-РНК; в) триплеты и-РНК, ДНК, т-РНК; г) триплеты и-РНК, т-РНК, ДНК; д) триплеты т-РНК, ДНК, и-РНК.
17. В чем проявляется вырожденность генетического кода?  
а) один кодон кодирует несколько аминокислот; б) одну аминокислоту кодирует несколько кодонов; в) нуклеотидная последовательность считывается в одном направлении; г) наличие большого числа кодонов; д) один кодон кодирует только одну аминокислоту.
18. Стартовый кодон:  
а) АУГ; б) УАГ; в) АГГ; г) УАА; д) УУУ.
19. Кодоны - терминаторы:  
а) АУГ; б) УАГ; в) УАА; г) УГА; д) УУУ.
20. Нуклеосомы хромосом эукариот содержат:  
а) кислые белки; б) гистоновые белки  $H_{2a}$ ,  $H_{2b}$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ ; в) гистоновый белок  $H_1$ ; г) ионы металлов; д) нуклеазы.
21. Значение гистоновых белков хромосомы эукариот:  
а) стабилизируют структуру хромосомы; б) активизируют гены; в) ответственны за репликацию; г) ответственны за репарацию; д) ответственны за транскрипцию.
22. Значение кислых белков хромосомы эукариот:  
а) стабилизируют структуру хромосомы; б) активизируют гены; в) ответственны за репликацию и репарацию; г) ответственны за транскрипцию; д) ответственны за трансляцию.
23. Значение ионов металлов хромосомы эукариот:  
а) стабилизируют структуру хромосомы; б) активизируют гены; в) ответственны за репликацию; г) определяют плотность расположения нуклеосом в хроматиновой фибрилле; д) ответственны за транскрипцию.

### **Лабораторная работа**

#### **I. Решить задачи на репликацию ДНК.**

№1. Участок одной из цепей ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: ТГАТТЦАГААГЦАТАЦЦА. Определить последовательность нуклеотидов во второй цепи.

№2. Один из участков молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: АГГЦАТЦАТАГЦЦГА. Какое строение будет иметь вторая цепь молекулы ДНК?

#### **II. Решить задачи на транскрипцию.**

№3. Одна из цепей ДНК с последовательностью нуклеотидов АТТГЦТЦАА используется в качестве матрицы для синтеза и-РНК.

Какую последовательность нуклеотидов будет иметь и-РНК?

№4. Определить последовательность нуклеотидов участка молекулы и-РНК, которая образовалась на участке гена с последовательностью нуклеотидов: АТТЦАЦГАТЦТТЦТАГГАГГ.

### III. Решить задачи на правила Чаргаффа.

№5. В молекуле ДНК на долю цитозиновых нуклеотидов приходится 18%. Определить процентное содержание других нуклеотидов, входящих в молекулу ДНК.

№6. Сколько содержится адениновых, тиминовых, гуаниновых и цитозиновых нуклеотидов во фрагменте молекулы ДНК, если в нем обнаружено 950 цитозиновых нуклеотидов, составляющих 20% от общего количества нуклеотидов в этом фрагменте ДНК?

№7. Исследования показали, что 34% общего числа нуклеотидов и-РНК приходится на гуанин, 18% – на урацил, 28% – на цитозин, 20% – на аденин. Определить процентный состав азотистых оснований двухцепочечной ДНК, слепком с которой является указанная и-РНК.

### IV. Изучить микропрепараты (без зарисовки):

- «Полированные хромосомы слюнной железы мотыля» (400х). Хромосомы лентовидной формы. Они состоят из чередующихся темных и светлых полос различной ширины. Темные участки являются гетерохроматином, светлые – эухроматином (рис.1).



Рис. 1. “Полированные хромосомы слюнной железы мотыля”:

а - клетка железы на малом увеличении, б - полированные хромосомы на большом увеличении (1 - эухроматиновые и 2 - гетерохроматиновые участки хромосом).

# КЛЕТОЧНЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

## ТЕМА № 2. КЛЕТКА – ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ЕДИНИЦА ЖИВОГО. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ КЛЕТКИ

Структурной единицей клеточного уровня организации живого является клетка, элементарным явлением – жизненный цикл клетки. Изучением клетки как основной формы организации живой материи занимается наука цитология (гр. *cytos* – клетка, *logos* – наука).

Среди огромного многообразия живых организмов можно выделить неклеточные и клеточные формы жизни. К неклеточным формам относятся вирусы и бактериофаги. Основная масса живых организмов имеет клеточное строение и входит в состав двух надцарств: Доядерные или Прокариоты (*Procaruota*) и Ядерные или Эукариоты (*Eucaruota*). К прокариотам относят бактерии и синезеленые водоросли, к эукариотам – царства Грибов, Растений, Протист и Животных.

Основным методом изучения клетки является микроскопический, для чего применяется специальные увеличительные приборы – микроскопы (греч. *micros* – мельчайший, *scopos* – смотрю).

**Микроскопический метод** позволяет изучить структуру клетки с помощью микроскопа (светового, фазово-контрастного, люминисцентного, ультрафиолетового, электронного). При световой микроскопии объект рассматривается в лучах видимого света. Для этого используются микроскопы МБС-10, Р-14, Р-15, МИКМЕД-1, 5 и др. (рис. 2).

**Гистологический метод** основан на приготовлении микропрепаратов из нативных и фиксированных тканей и органов. Нативный материал замораживается, а фиксированный объект проходит этапы уплотнения, заливки в парафин или целлоидин. Затем из исследуемого материала изготавливают срезы, окрашивают и заключают в канадский бальзам или другие прозрачные среды. Классической окраской для обзорных препаратов является окрашивание гематоксилин-эозином.

**Гистохимический метод** используется для определения в клетках органических и неорганических веществ. В основе этого метода лежит проведение химической реакции на препарате с целью обнаружения биохимических компонентов цитоплазмы. На гистологических и гистохимических препаратах можно провести количественную обработку результатов, используя методы морфометрии и цитофотометрии.

**Фазово-контрастную микроскопию** применяют для изучения

живых объектов и неокрашенных препаратов. **Люминисцентная микроскопия** применяется для исследования химического состава клетки. При **ультрафиолетовой микроскопии** используют излучение ультрафиолетовой области спектра, длина волны которого в 2 раза меньше длины видимого света (диапазон длины волны от 200 нм до 400 нм).

Наибольшими разрешающей способностью и увеличением (в 1000 раз больше по сравнению со световым микроскопом) обладают **электронные микроскопы**, в которых используются очень малой длины волны электромагнитных колебаний потока электронов. Электронная микроскопия применяется для детального изучения структурных компонентов клетки.

Кроме указанных, для изучения клетки применяются методы лиофилизации, рентгеноструктурного анализа, автордиографии, замедленной киносъемки и др.

### **Строение микроскопа, правила работы с ним**

Каждый микроскоп независимо от конструкции состоит из оптической, осветительной и механической частей (рис. 2).

**Оптическая часть** состоит из объективов (система линз обращенная к объекту), которые расположены в специальном устройстве – "револьвере", и сменяемых окуляров (система линз, обращенная к глазу исследователя). Последние вставляются в верхнее отверстие тубуса. Обычно, микроскопы комплектуются тремя объективами, которые дают увеличение в 8х, 40х и 90х. В соответствии с этим на объективе имеется маркировка 8, 40 или 90 (8х – объектив малого увеличения, 40х – объектив большого увеличения, 90х – иммерсионный объектив). Аналогично на окулярах поставлены цифры их увеличения. Чаще всего используют окуляры с увеличением 7, 10 и 15 раз. Общее увеличение микроскопа можно определить, если умножить показатели увеличения объектива на показатели увеличения окуляра. Например, при окуляре 10х и объективе 8х мы будем иметь увеличение микроскопа  $8 \times 10 = 80 \text{ х}$ .

**Осветительная часть** состоит из подвижного зеркала, диафрагмы, конденсора и двух светофильтров (матового и синего). Зеркало вставлено в дуговой держатель, который центральным штырем фиксируется в гнездо подставки, что позволяет поворачивать зеркало в любом направлении к источнику света. Зеркало служит для направления света на препарат (объект), установки оптимального освещения объекта и регулировки силы освещения. Зеркало имеет две поверхности – плоскую и вогнутую. Плоская поверхность зеркала

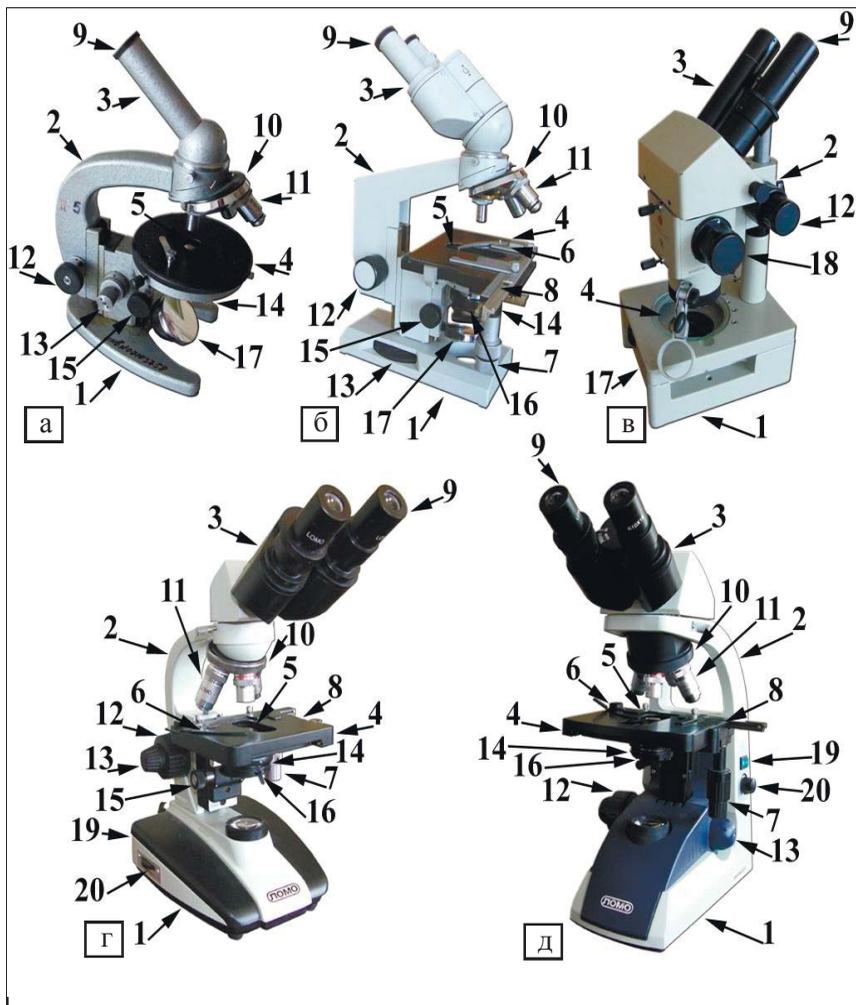


Рис. 2. Увеличительные приборы:

а - микроскоп МБР - 1; б - микроскоп Р-15; в - микроскоп МБС - 10;  
 г - микроскоп Микмед - 5 (вар. 1); д - микроскоп Микмед - 5 (вар. 2). 1 -  
 основание; 2 - тубусдержатель; 3 - тубус; 4 - предметный столик; 5 - отверстие  
 предметного столика; 6 - клеммы (фиксаторы) микропрепаратов; 7 - винты,  
 перемещающие столик; 8 - линейки для определения координат (нониусов) объекта  
 на микропрепарате; 9 - окуляры; 10 - револьвер; 11 - объективы; 12 -  
 макрометрический винт; 13 - микрометрический винт; 14 - конденсор; 15 - винт  
 конденсора; 16 - диафрагма; 17 - зеркало; 18 - винт смены линз; 19 - кнопка  
 включения лампы; 20 - регулятор яркости света лампы.

используется при ярком освещении, а вогнутая – при слабом. В микроскопах Микмед-5 зеркало отсутствует, а источник света – электрическая лампа, встроенная в подставку. Свет сразу направляется в конденсор и его яркость регулируется винтом напряжения лампы. Диафрагма состоит из системы металлических пластин, которые за счет движения рычага могут сходиться к центру или расходиться от центра. Диафрагма находится под конденсором и служит для изменения ширины светового пучка, направляемого зеркалом через конденсор на препарат. Конденсор представляет собой систему линз, которые служат для концентрации рассеянных лучей света в тонкий пучок параллельных лучей и направления их на объект препарата. Он передвигается специальным винтом вверх - вниз, что позволяет установить оптимальное освещение препарата. Обычное положение конденсора самое верхнее. Регулируют освещение в микроскопе также и светофильтрами, которые вкладывают в специальную откидную оправу, находящуюся под диафрагмой конденсора. Матовый светофильтр используется при рассеянном освещении, синий – при ярком свете.

К **механической части** микроскопа относятся: подставка микроскопа (основание штатива – башмак), тубусодержатель (дугообразный, вертикальный, под углом), предметный столик с отверстием в центре, сортировочные винты, зажимы, макрометрический (кремальера) и микрометрические винты. Сортировочные винты применяются для центровки объекта на препарате и могут располагаться по бокам предметного столика или могут быть объединены в одном стержне. Подставка микроскопа бывает прямоугольной, подковообразной формы или эргономичной. На поверхности предметного столика в микроскопах Р-15, МИКМЕД - 1, 5 имеется вертикальная и горизонтальная линейки, которые позволяют определять координаты (нониусы) объекта на препарате. Револьвер состоит из двух сегментов шара, соединенных друг с другом центральным винтом. Верхний сегмент шара имеет одно отверстие, которым крепиться к тубусу. К наружной поверхности верхнего сегмента по центру крепиться пружинка. В нижнем сегменте шара имеется 4 - 6 - 8 отверстий для вкручивания объективов. Напротив каждого отверстия на нижнем сегменте шара имеется выемка. Нижний сегмент шара поворачивается до тех пор, пока не будет ощущаться щелчок и чувство упора. Это свидетельствует о том, что оптическая ось окуляра и объектива совпадают.

Важнейшими характеристиками светового микроскопа являются его разрешающая способность и увеличение. Разрешающая способ-

ность ( $d$ ) – минимальное расстояние между двумя точками объекта, которые видны раздельно. Она определяется по формуле:

$$d = 0,61 \frac{\lambda}{n \cdot \sin \alpha}$$

где  $\lambda$  – длина волны света,  $n$  – показатель преломления среды между объектом и объективом,  $\alpha$  – угол между оптической осью объектива и наиболее отклоненным лучом, попадающим в объектив. Величина “ $n \cdot \sin \alpha$ ” – называется числовой апертурой объектива. У объектива «8х» она равна 0,20, у объектива «40х» – 0,65, у объектива «90х» – 1,25. В основном же разрешающая способность микроскопа зависит от длины световой волны, поэтому такая зависимость для облегчения понимания и запоминания может выражаться формулой:  $d = 1/2 \lambda$ . Увеличение микроскопа – величина, показывающая во сколько раз линейные размеры изображения больше линейных размеров объекта, и равно произведению увеличений окуляра и объектива. Предел разрешающей способности микроскопа зависит от длины волны источника света. У светового микроскопа она равна 555 нм. Поэтому современные оптические микроскопы имеют предел полезного увеличения до 1500 раз.

При работе со световым микроскопом следует знать правила работы с объективами малого, большого увеличений и иммерсионным объективом.

### ***Правила работы с микроскопом на малом увеличении (объектив 8х)***

1. Перед началом работы проверить исправность микроскопа, протереть линзы окуляра, объективов, конденсора и зеркало салфеткой. Развинчивать окуляры и объективы запрещено.

2. Микроскоп расположить на рабочем месте напротив грудины на ширину ладони от края стола, штативом к себе и предметным столиком от себя.

3. Поднять конденсор и поставить его на уровне предметного стола, открыть диафрагму.

4. Движением револьвера подвести до щелчка под тубус объектив малого увеличения «8х».

5. Вращением макрометрического винта (кремальеры) расположить объектив «8х» на 1 см от предметного столика.

6. Осветить поле зрения, для чего, глядя обоими глазами в бинокляр, поворачивать зеркало большим и указательным пальцами одной или обеих кистей рук по отношению к источнику света в такое

положение, чтобы все поле зрения было освещено равномерно и достаточно интенсивно. Пальцы при этом располагать на боковой поверхности зеркала так, чтобы ими не закрывать само зеркало. Микроскоп с этого момента нельзя перемещать на рабочем месте.

*При работе с микроскопами МИКМЕД-5 6-й пункт правил не выполняется, так как свет элетрической лампы, после ее включения, сразу направляется на объект.*

7. Взять препарат из гистологической коробки большим и указательным пальцами за боковые поверхности предметного стекла. Проверить, где лицевая сторона препарата (на лицевой стороне находится покровное стекло). Рассмотреть препарат на свету или листе белой бумаги. Определить место нахождения объекта. Оттянуть ранко зажима предметного столика, положить препарат на предметный столик микроскопа лицевой стороной вверх так, чтобы сам объект находился в центре отверстия предметного столика. Аккуратно отпустить ранко зажима.

8. Наблюдая глазом сбоку, опустить макрометрическим винтом объектив малого увеличения на расстояние 0,5 см от препарата, т.е. ниже фокусного.

9. Глядя в окуляр, движением макрометрического винта на себя плавно поднять тубус вверх до появления четкого изображения объекта.

10. С помощью винтов перемещения предметного столика или очень плавных движений пальцев руки объект или интересующую нас часть объекта вывести в центр поля зрения, после чего приступить к изучению препарата и зарисовке его в альбом.

11. По окончании изучения препарата макрометрическим винтом поднять объектив «8х» вверх на 2 - 3 см. Препарат снять с предметного столика и положить в гистологическую коробку.

12. По окончании работы объектив «8х» опустить вниз на расстояние 0,5 см от предметного столика. Микроскоп накрыть чехлом и поставить на место хранения. При переносе микроскопа в помещении необходимо одной рукой держать микроскоп за штатив, а другой поддерживать подставку.

### ***Правила работы с микроскопом на большом увеличении (объектив 40х)***

1. При работе с микроскопом при большом увеличении сначала необходимо выполнить все пункты правил работы с объективом «8х» (см. пункты 1 - 10 ).

2. После нахождения объекта при увеличении в 56х необходимо

вывести его или интересующую нас часть точно в центр поля зрения с помощью винтов перемещения предметного столика, так как при переходе к большому увеличению диаметр фронтальной линзы объектива уменьшается в 5 раз.

3. Макрометрическим винтом поднять объектив вверх на 2 - 3 см над препаратом и с помощью револьвера заменить объектив «8х» на объектив «40х».

4. Глядя глазом сбоку, макрометрическим винтом опустить объектив «40х» так, чтобы расстояние между ним и препаратом составило 1 мм, т.е. объектив оказался ниже фокусного расстояния.

5. Глядя в окуляр, плавно макрометрическим винтом поднять тубус вверх до появления изображения объекта.

6. Дофокусировку провести с помощью микрометрического винта, который разрешается вращать вперед или назад не более, чем на пол-оборота.

7. Изучить препарат. Зарисовать.

8. По окончании изучения препарата макрометрическим винтом объектив «40х» поднять вверх на 2 - 3 см над предметным столиком. Препарат со столика снять и положить в гистологическую коробку. Поворотом револьвера заменить объектив «40х» на объектив «8х». С помощью макрометрического винта опустить объектив «8х» на расстояние 0,5 см. Микроскоп закрыть чехлом и поставить на место хранения.

### ***Работа с микроскопом с иммерсионным объективом (объектив 90х)***

Объектив «90х» применяется при работе с очень мелкими и тонкими объектами. Пространство между объективом и препаратом заполняется специальным иммерсионным маслом с показателем преломления, приближающемуся к показателю преломления стекла. Это приводит к тому, что световые лучи, не преломляясь и не изменяя направления при прохождении различных сред, попадают в объектив. Иммерсионный объектив требует осторожного обращения, так как его фронтальная линза имеет короткое фокусное расстояние и при грубой работе можно повредить и объектив, и препарат.

1. Прежде, чем перейти к работе с объективом «90х», найти последовательно объект при увеличении в 56х, а затем 280х. Точно вывести интересующую часть объекта в центр поля зрения с помощью винтов перемещения предметного столика, т.к. необходимо помнить обратную зависимость между силой увеличения и диаметром фронтальной линзы.

2. Макрометрическим винтом поднять объектив «40х» вверх на 2-3 см над препаратом. На исследуемый участок препарата нанести стеклянной палочкой каплю иммерсионного масла. Капля не должна быть ни очень большой, ни очень малой. С помощью револьвера заменить объектив «40х» на объектив «90х».

3. Под контролем глаза сбоку макрометрическим винтом опустить объектив «90х» в каплю масла почти до соприкосновения с покровным стеклом, т.е. ниже фокусного расстояния.

4. Глядя в окуляр, макрометрическим винтом плавно поднять объектив «90х» вверх до появления изображения.

5. Пользуясь микрометрическим винтом, добиться четкого изображения объекта; приступить к его изучению и зарисовке в альбом (при необходимости).

6. После окончания изучения препарата макрометрическим винтом поднять объектив «90х» вверх на 2-3 см над столиком. Препарат снять, стереть с него масло полоской фильтровальной бумаги и протереть салфеткой. Препарат положить в гистологическую коробку. Линзу объектива «90х» также протереть полоской фильтровальной бумаги, а затем салфеткой.

7. С помощью револьвера заменить объектив «90х» на объектив «8х». Макрометрическим винтом объектив «8х» опустить вниз на расстояние 0,5 см от предметного столика. Микроскоп закрыть чехлом и поставить на место постоянного хранения.

**Цель занятия:** 1. Знание положений современной клеточной теории, основных методов изучения клеток. 2. Умение работать со световым микроскопом. 3. Ознакомление с многообразием форм клеток и ядер.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Цитология как наука, ее роль в биологии.

2. Клеточная теория, основные этапы ее развития (М.Шлейден, Т.Шванн, Р.Вирхов). Современное состояние клеточной теории.

3. Клетка – элементарная генетическая и структурно-функциональная биологическая единица организации живого.

4. Особенности строения прокариотических и эукариотических клеток.

5. Методы изучения клетки: гистологический, гистохимический, микроскопические (световая, люминисцентная, ультрафиолетовая, фазовоконтрастная, электронная микроскопии) и др.

6. Строение светового микроскопа. Правила работы с микроскопом

на малом, большом увеличении и с иммерсионным объективом.

### Литература:

1. с. 33-35. 2. с. 19-20.

### Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Представители прокариот:
  - а) вирусы; б) бактериофаги; в) бактерии; г) сине-зеленые водоросли; д) царство грибов.
2. Представители эукариот:
  - а) бактерии, сине-зеленые водоросли; б) царство растений; в) царство животных; г) царство грибов; д) вирусы, бактериофаги.
3. Строение хромосомы прокариот:
  - а) кольцевая нить ДНК; б) кольцевая нить РНК; в) нуклеопротеид; г) дезоксирибонуклеопротеид; д) рибонуклеопротеид.
4. Строение хромосомы эукариот:
  - а) кольцевая нить ДНК; б) дезоксирибонуклеопротеид с ионами металлов; в) ДНК и РНК; г) нуклеопротеид; д) рибонуклеопротеид с ионами металлов.
5. Количество генов, содержащихся в плаزمиде бактериальной клетки:
  - а) 1 - 2; б) 3 - 4; в) 5 - 6; г) 7 - 8; д) 9 - 10.
6. Клетка является элементарной биологической единицей так как:
  - а) клетка – наименьшая структурная единица, которой характерны свойства живого; б) все живые организмы состоят из клеток; в) клетки многоклеточных организмов, специализированные по функциям, образуют ткани; г) ткани образуют органы; д) клетки образуются путем деления материнской.
7. Свойства живого свидетельствующие о том, что клетка является элементарной структурной единицей:
  - а) рост и развитие; б) раздражимость и движение; в) структурная организация; г) дискретность и целостность; д) гомеостаз.
8. Свойства живого свидетельствующие о том, что клетка является элементарной функциональной единицей:
  - а) наследственность и изменчивость; б) рост и развитие, размножение; в) раздражимость и движение; г) обмен веществ и энергии; д) гомеостаз.
9. Клетка элементарная генетическая единица так как ей характерны:
  - а) обмен вещества и энергии; б) рост и развитие; в) наследственность и изменчивость; г) наличие наследственной информации; д) гомеостаз.

10. Основные методы изучения клетки:

а) гистологический; б) гистохимический; в) микроскопический; г) цитогенетический; д) биохимический.

11. Возможности гистологического метода:

а) позволяет определить в клетках содержание неорганических веществ; б) позволяет изучить обзорную картину ткани; в) позволяет детально изучить структурные компоненты клетки; г) позволяет детально изучить кариотип клетки; д) провести микрохирургию.

12. Возможности гистохимического метода:

а) позволяет определить в клетках содержание органических и неорганических веществ; б) позволяет детально изучить структурные компоненты клетки; в) провести микрохирургию; г) позволяет изучить обзорную картину ткани; д) позволяет детально изучить кариотип клетки.

13. Исследование для изучения химического состава клетки с применением микроскопии:

а) биохимическое; б) цитогенетическое; в) гистохимическое; г) цитохимическое; д) молекулярно-химическое.

14. Вид микроскопии для детального изучения структурных компонентов клеток:

а) электронная; б) фазово-контрастная; в) люминесцентная; г) гистохимическая; д) темнопольная.

15. Компоненты механической части светового микроскопа:

а) конденсор; б) колонка и подставка штатива; в) тубус, предметный столик с винтами и клеммами, макро- и микрометрические винты; г) винт конденсора и револьвер; д) ирис-диафрагма.

16. Компоненты осветительной части светового микроскопа:

а) плоско-вогнутое зеркало, светофильтр; б) винт конденсора; в) конденсор; г) ирис-диафрагма; д) револьвер.

17. Компоненты оптической части светового микроскопа:

а) диафрагма; б) окуляры; в) объективы; г) светофильтр; д) револьвер.

18. Дифракция света в световом микроскопе устраняется при помощи:

а) ирис-диафрагмы; б) конденсора; в) светофильтра; г) окуляров; д) объективов.

19. Освещенность поля зрения в световом микроскопе изменяется при помощи:

а) плоско-вогнутого зеркала; б) конденсора; в) ирис-диафрагмы; г) окуляров; д) объективов.

20. Разрешающая способность светового микроскопа это:

а) минимальное расстояние между двумя точками объекта, которые

видны раздельно; б) произведение увеличений окуляра и объектива; в) числовая апертура объектива; г) минимальное увеличение микроскопа; д) максимальное увеличение микроскопа.

21. Формула определения разрешающей способности светового микроскопа:

а)  $d = 0,61 (\lambda / n \cdot \sin \alpha)$ ; б)  $d = 0,8(\lambda / n \cdot \sin \alpha)$ ; в)  $d = 0,61(\lambda / \sin \alpha)$ ; г)  $d = 1/2 \lambda$ ; д)  $d = \lambda / n \cdot \sin \alpha$ .

22. Предел разрешающей способности микроскопа зависит от:

а) силы увеличения; б) длины волны источника света; в) числовой апертуры объектива; г) объективов; д) окуляров.

23. Предел разрешающей способности светового микроскопа:

а) 1500 нм; б) 1000 нм; в) 555 нм; г) 444 нм; д) 222 нм.

24. Фокусное расстояние объектива малого увеличения:

а) 0,5 см; б) около 1 см; в) 0,2 см; г) около 1,5 см; д) около 2 см.

25. Фокусное расстояние объектива большого увеличения:

а) 2 - 3 мм; б) 1 мм; в) 5 мм; г) 4 мм; д) 6 мм.

## Лабораторная работа

### I. Изучить микропрепараты:

- «Клетки кожицы лука» (56х). Клетки пленки разных размеров, многоугольные, с тонкими, плотно сомкнутыми стенками. Хорошо видно ядро. Ядро окружено цитоплазмой и лежит в среднем отделе клетки, тесно прилегая к ее оболочке. Оболочка клетки, благодаря сильному преломлению света, кажется двухконтурной. В цитоплазме встречаются вакуоли (рис. 3а).

- «Кровь лягушки» (280х). Большинство клеток мазка крови являются эритроцитами. Это клетки овальной формы, с овальным ядром, интенсивно окрашивающимся гематоксилином в сине-фиолетовый цвет. Цитоплазма этих клеток окрашивается эозином в оранжево-красный цвет за счет гемоглобина, растворенного в цитоплазме этой клетки. Рядом с эритроцитами находятся лейкоциты. Особенно заметны нейтрофильные сегментоядерные гранулоциты, превышающие по размерам эритроциты. Они содержат крупное ядро из 3-4 сегментов. Рядом можно найти лимфоциты – более мелкие, чем гранулоциты и эритроциты, округлые клетки с плотным округлым ядром и узкой каймой голубой (базофильной) цитоплазмы. Между эритроцитами встречаются тромбоциты – мелкие овальные клетки с овальным ядром, по размерам чуть больше или равными размеру эритроцита (рис. 3б). При работе с этим препаратом отработать навыки центровки объекта при переходе с увеличения 56х на увеличение 280х.

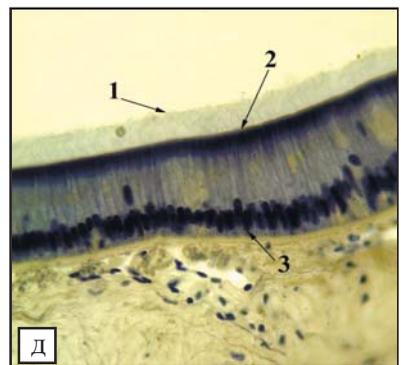
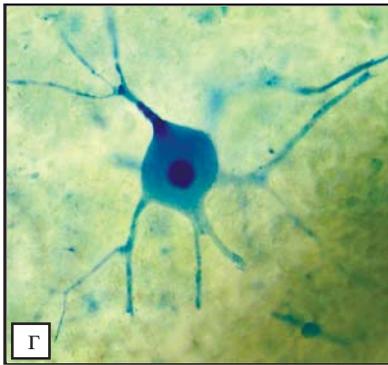
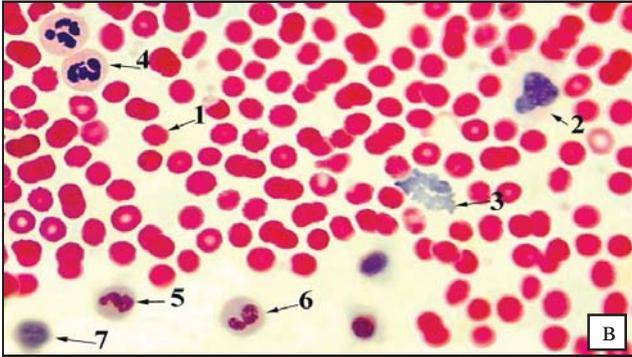
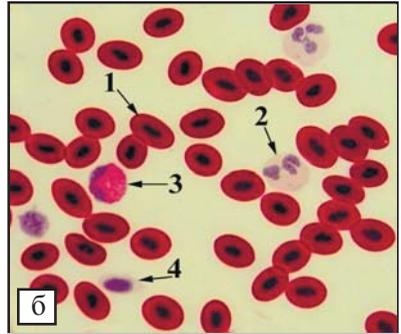
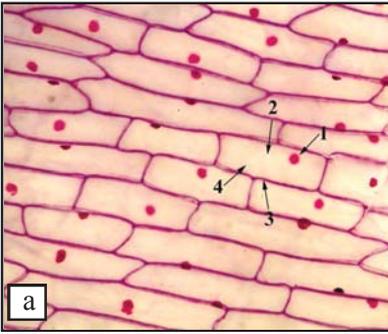


Рис. 3. Растительные и животные клетки:

а - клетки кожицы лука (1 - ядро, 2 - цитоплазма, 3 - оболочка клетки, 4 - вакуоль); б - кровь лягушки (1 - эритроцит, 2 - нейтрофильный сегментоядерный гранулоцит, 3 - лимфоцит, 4 - тромбоцит); в - кровь человека (1 - эритроцит, 2 - базофил, 3 - тромбоцит, 4 - нейтрофил, 5, 6 - моноцит, 7 - лимфоцит); г - нервные клетки сетчатки глаза лошади; д - ресничный эпителий мантии беззубки (1 - реснички, 2 - базальные зерна, 3 - ядро).

- «Кровь человека» (630х). Основную массу клеток составляют безъядерные эритроциты. По форме эритроцит напоминает двояковогнутый диск. Цитоплазма эритроцита окрашена в бледно-розовый цвет. Между эритроцитами встречаются лейкоциты округлой формы, содержащие ядро. По характеру и форме ядра лейкоциты делятся на гранулоциты (нейтрофильные, эозинофильные, базофильные) и агрунолоциты (лимфоциты, моноциты). Найти разные виды лейкоцитов (сегментоядерные нейтрофилы, эозинофилы с ярко-оранжевой зернистостью, базофилы с сине-фиолетовой зернистостью, моноциты с крупным бобовидным ядром и мелкие лимфоциты с округлым ядром) и тромбоциты (рис. 3в).

- «Нервные клетки сетчатки глаза лошади» (280х). Нервные клеткиспинальных имеют отростчатую форму. Наличие отростков является приспособлением к восприятию и проведению нервного импульса. От тела нейрона, содержащего ядро с крупным ядрышком, отходит несколько отростков (рис. 3г). Они придают клетке неправильную форму. Отростки отходят в различных направлениях, могут изгибаться в разных плоскостях. Найти нервную клетку, обратить внимание на ее форму, наличие ядра, нервных отростков.

- «Мерцательный эпителий мантии беззубки» (280х). Одно-слойный эпителий, выстилающий мантию, состоит из высоких цилиндрических клеток. Ядра располагаются на разных уровнях, но всегда в базальных частях клеток. Свободная (апикальная) поверхность клеток покрыта близко расположенными друг к другу ресничками. У основания ресничек располагается прерывистая линия. Она состоит из близко расположенных друг к другу базальных зерен, от каждого из которых и отходит ресничка (рис. 3д).

### **ТЕМА № 3 БИОЛОГИЯ КЛЕТКИ**

Структурными компонентами эукариотической клетки являются клеточная оболочка, цитоплазма и ядро.

Для клеток эукариот характерна высокая упорядоченность внутреннего содержимого, т.е. пространственное разделение различных биохимических процессов в клетке. Это осуществляется благодаря биологическим мембранам. Кроме того, наружная биологическая мембрана (плазмолемма) отделяет протоплазматическое содержимое клетки от внешней среды и в то же время регулирует движение ионов и макромолекул в клетку и из клетки. Согласно современным данным биологическая мембрана имеет жидкостно-мозаичное строение (модель Сингера). Она состоит из

двойного слоя липидов: неполярных гидрофобных поверхностей, обращенных друг к другу, и полярных гидрофильных, обращенных к цитоплазме и внешней среде. В мембрану встроены особые белки – аквапорины, обладающие функцией переноса воды канала. Они обеспечивают трансмембранное перемещение воды и фармакологических препаратов. Обнаружены в мембранах множества клеток человека, а также бактерий и других организмов. Аквапорины выполняют незаменимую роль в системе водного транспорта растений. Кроме того, на наружной поверхности плазмолеммы находится гликокаликс, представляющий собой гликолипопротеиды.

Структурными компонентами ядра являются кариолема, кариоплазма, хроматин и ядрышко. Из хроматина в процессе деления клетки образуются хромосомы.

**Цель занятия:** 1. Знание структурных компонентов эукариотических клеток, особенностей их строения и функции. 2. Умение находить органеллы и включения клетки в микропрепаратах.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Структурные компоненты клетки.
2. Оболочка клетки. Цитоплазматическая мембрана, особенности ее строения и функции. Аквапорины, их роль в проведении воды.
3. Строение цитоплазмы:
  - структурная организация и свойства гиалоплазмы;
  - органеллы общего назначения, их морфология и функциональная характеристика;
  - органеллы специального назначения, их функциональная морфология;
  - цитоплазматические включения, их классификация и значение в клетке.
4. Строение ядра эукариотической клетки. Ядерно-цитоплазматическое отношение как показатель функционального состояния клетки.
5. Морфофункциональная характеристика хромосом. Типы и правила хромосом.
6. Кариотип, идиограмма. Характеристика кариотипа человека. Денверская и Парижская классификации хромосом человека.

**Литература:**

1. с. 35-52. 2. с. 22-29, 42-48.

## Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Структурные компоненты клетки:

а) клеточная оболочка, гиалоплазма, ядро; б) цитолемма, цитоплазма, ядро; в) клеточная оболочка, цитоплазма, ядро; г) клеточная оболочка, органоиды, включения, ядро; д) цитолемма, гиалоплазма, ядрышко.

2. Органеллы клетки общего назначения:

а) эндоплазматическая сеть, рибосомы, пластинчатый комплекс; б) реснички, жгутики; в) центросома, митохондрии, лизосомы; г) пластиды; д) миофибриллы, нейрофибриллы.

3. Органеллы клетки специального назначения:

а) миофибриллы, нейрофибриллы; б) тонофибриллы; в) реснички, жгутики; г) пластиды; д) центросомы.

4. Органеллы клетки, имеющие мембранное строение:

а) центросомы; б) эндоплазматическая сеть; в) пластинчатый комплекс, лизосомы; г) митохондрии; д) микротрубочки, микрофиламенты.

5. Органеллы клетки, не имеющие мембранного строения:

а) центросомы; б) рибосомы; в) микротрубочки, микрофиламенты; г) пластинчатый комплекс, лизосомы; д) митохондрии.

6. Роль эндоплазматической сети в клетке:

а) синтез белков; б) синтез жиров и углеводов; в) функция компартментализации; г) транспортная функция; д) синтез лизосом.

7. Роль лизосом в клетке:

а) синтез жиров; б) расщепление нуклеиновых кислот, белков, жиров, углеводов; в) внутриклеточное переваривание разрушенных компонентов цитоплазмы; г) аутолиз клетки; д) транспортная функция.

8. Роль митохондрий в клетке:

а) субстраты цитоплазматической наследственности; б) энергетическая функция; в) формирование включений; г) протеолитическая функция; д) транспортная функция.

9. Роль пластинчатого комплекса в клетке:

а) участвует в равномерном расхождении хромосом к полюсам; б) образование лизосом; в) формирование включений; г) экскреторная и секреторная функции; д) транспортная функция.

10. Роль центросомы в клетке:

а) формирование митотического аппарата; б) формирование лизосом; в) равномерное расхождение хромосом в митозе и мейозе; г) субстраты цитоплазматической наследственности; д) равномерное расхождение органоидов в митозе и мейозе.

11. Структурные компоненты ядра:

а) плазмолемма; б) кариолемма; в) кариоплазма; г) хроматин; д) ядрышко.

12. Типы хромосом:

а) метацентрические; б) субметацентрические; в) акроцентрические; г) телоцентрические; д) кольцевые.

13. Сущность правила непрерывности хромосом:

а) триплеты молекулы ДНК не перекрываются; б) одну аминокислоту кодирует несколько триплетов; в) способность хромосом к авторепродукции; г) для каждого вида характерно свое количество хромосом; д) негомологичные хромосомы отличаются.

14. Правила хромосом:

а) постоянство числа хромосом; б) парности; в) непрерывности; г) индивидуальности; д) гаплоидности.

15. Сущность правила индивидуальности хромосом:

а) каждый вид имеет характерный только для него набор хромосом; б) каждая хромосома имеет свои морфологические особенности; в) каждая хромосома имеет характерный для нее набор генов; г) способность хромосом к авторепродукции; д) для каждого вида характерно свое количество хромосом.

16. Роль теломер в хромосомах:

а) участвуют в делении клетки; б) поддерживают форму хромосомы; в) сохраняют хромосому как дискретную единицу; г) препятствуют соединению хромосом или их фрагментов между собой; д) ограничивают число делений клетки.

17. Группа кариотипа человека состоящая из самых крупных метацентрических хромосом:

а) В(II) - 4 - 5; б) С(III) - 6 - 12, X-хр.; в) А(I) - 1 - 3; г) Д(IV) - 13 - 15; д) Е(V) - 16 - 18.

18. Группа кариотипа человека состоящая из крупных субметацентрических хромосом:

а) В(II) - 4 - 5; б) С (III) - 6 - 12, X-хр.; в) А(I) - 1 - 3; г) Д(IV) - 13 - 15; д) Е(V) - 16 - 18.

19. Группа кариотипа человека состоящая из средних мета- и субметацентрических хромосом:

а) В(II) - 4 - 5; б) Д(IV) - 13 - 15; в) С(III) - 6 - 12, X - хр.; г) Е(V) - 16 - 18; д) А(I) - 1 - 3.

20. Группа кариотипа человека состоящая из средних акроцентрических хромосом:

а) С(III) - 6 - 12, X-хр.; б) Д(IV) - 13-15; в) Е(V) - 16 - 18; г) F(VI) - 19 - 20; д) А(I) - 1 - 3.

21. Группа кариотипа человека состоящая из малых субметацентрических хромосом:

а) В(II) - 4 - 5; б) E (V) - 16 - 18; в) F(VI) - 19 - 20; г) G(VII) - 21 - 22, Y-хр.; д) A(I) - 1 - 3.

22. Группа кариотипа человека состоящая из малых метацентрических хромосом:

а) E(V) - 16 - 18; б) D (IV) - 13 - 15; в) F(VI) - 19 - 20; г) G(VII) - 21 - 22, Y-хр.; д) C(III) - 6 - 12, X-хр.

23. Группа кариотипа человека состоящая из малых акроцентрических хромосом:

а) D (IV)-13-15; б) E(V) - 16 - 18; в) F(VI) - 19 - 20; г) G(VII) - 21 - 22, Y-хр.; д) C(III) - 6 - 12, X-хр.

24. Особенности Денверской классификации хромосом человека:

а) группы хромосом обозначаются римскими цифрами; б) группы хромосом обозначаются заглавными буквами латинского алфавита; в) группы хромосом обозначаются арабскими цифрами; г) хромосомы окрашивались рутинным методом; д) хромосомы окрашивались методом дифференциального окрашивания.

24. Особенности Парижской классификации хромосом человека:

а) группы хромосом обозначаются римскими цифрами; б) группы хромосом обозначаются заглавными буквами латинского алфавита; в) группы хромосом обозначаются арабскими цифрами; г) хромосомы окрашивались рутинным методом; д) хромосомы окрашивались методом дифференциального окрашивания.

## **Лабораторная работа**

### **I. Изучить микропрепараты:**

- “Пластинчатый комплекс в нервных клетках спинального ганглия котенка” (630х). В клетках на светлом фоне выделяется черная петлистая сеть вокруг ядра. Она состоит из изогнутых и анастомозирующих между собой нитей и перекладин или состоит из отдельных палочек, чешуек, не связанных между собой. Ядра светлые, выделяются ядрышки серо-желтого цвета (рис.4а).

- “Митохондрии в клетках эпителия кишечника крысы” (630х). Митохондрии имеют вид красновато-розоватых образований округлой или продольной формы (рис. 4б).

- “Жировые включения в клетках печени аксолотля” (280х). Они окрашены в черный цвет (рис. 4г).

- «Центросома в дробящемся яйце аскариды» (630х). Препарат представляет собой срез через тело матки лошадиной аскариды, полость которой заполнена зиготами на разных стадиях дробления. Выбрать клетки на стадии зиготы или двух бластомеров в стадии метафазы митоза, когда митотический аппарат деления четко виден.

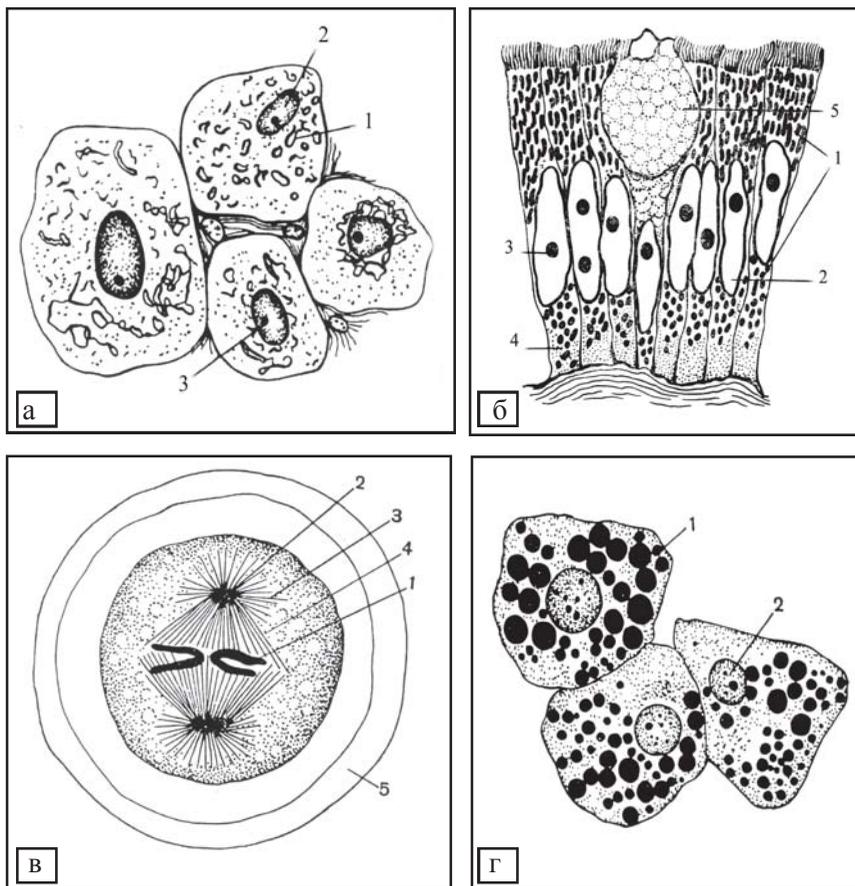


Рис. 4. Органеллы и включения клетки:

а - пластинчатый комплекс в клетках спинного ганглия котенка

(1 - пластинчатый комплекс, 2 - ядро, 3 - ядрышко); б - митохондрии в клетках эпителия кишки крысы (1 - митохондрии, 2 - ядро, 3 - ядрышки, 4 - всасывающие клетки, 5 - бокаловидные секреторные клетки); в - centrosoma в дробящемся яйце аскариды (1 - хромосомы, 2 - центриоли, 3 - лучистый венец, 4 - нити веретена деления, 5 - оболочка яйца); г - жировые включения в клетках печени

(1 - капли жира, 2 - ядро).

Он состоит из длинных нитей, идущих между центриолями и образующих ахроматиновое веретено и коротких, отходящих от центриолей к периферии и образующих лучистое сияние. Хромосомы располагаются по экватору веретена. Часть нитей веретена отходит от центриолей и оканчивается на центромерах хромосом в местах их перегиба (рис.4в).

- «Кариотип человека» (630х). Обратить внимание на метацентрические, субметацентрические и акроцентрические хромосомы.

#### **ТЕМА № 4. КЛЕТКА КАК ОТКРЫТАЯ САМОРЕГУЛИРУЮЩАЯСЯ СИСТЕМА**

Клетка является открытой саморегулирующейся системой, т.к. для нее характерен поток вещества, энергии и информации. На уровне, как организма, так и клетки различают внешний и внутренний обмен веществ. Внешний обмен веществ в организме – это обмен с внешней средой, т.е. поступление питательных веществ и выделение шлаков. Внутренний обмен веществ в организме осуществляется путем диссимиляции и ассимиляции. По типу ассимиляции выделяют гетеротрофные, миксотрофные и автотрофные организмы; по типу диссимиляции – аэробные и анаэробные.

Структуры живого не стабильны, они разрушаются и строятся заново. Обновление живого – это и есть поток вещества. Мерой потока вещества является период биологического полуобновления. Это время, за которое половина конкретного живого вещества заменяется новыми молекулами. Поток вещества характеризуется пластическим обменом – фотосинтезом, хемосинтезом, биосинтезом белка, жиров и углеводов.

**Цель занятия:** 1. Знание современных представлений о клетке как открытой саморегулирующейся системе. 2. Умение экспериментально исследовать проницаемость клеточных мембран. 3. Ознакомление с явлением фагоцитоза в животных клетках.

#### **К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Клетка как открытая система. Понятие о внешнем и внутреннем обмене веществ в клетке.
2. Организация потока энергии в клетке в процессах фотосинтеза, брожения, дыхания. АТФ – универсальный источник энергии.
3. Поток внешней и внутренней информации в клетке. Кодирование генетической информации в клетке.
4. Поток вещества в клетке. Биосинтез белка, кодовая система белка.
5. Мембранный транспорт веществ в клетку: диффузия, пассивный, сопряженный и активный транспорт (эндоцитоз, экзоцитоз).

#### **Литература:**

1. с. 52-61. 2. с. 30-32, 37-39, 75-78.

## Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Виды систем в зависимости от обмена вещества и энергии:

а) открытые, закрытые, замкнутые, адиабатические; б) изолированные, адиабатические, открытые, замкнутые; в) открытые и закрытые; г) замкнутые, изолированные, адиабатические; д) замкнутые, изолированные, адиабатические, инверсионные.

2. У открытых систем имеется:

а) обмен вещества и энергии; б) обмен информации, но отсутствует обмен энергии; в) обмен вещества и энергии, кроме тепловой; г) обмен информации и энергии; д) обмен энергии.

3. У адиабатических систем:

а) имеется обмен вещества и энергии; б) отсутствует обмен вещества, возможен обмен энергии, кроме тепловой; в) отсутствует обмен вещества и энергии; г) имеется обмен информации и энергии; д) имеется обмен энергии.

4. Особенности изолированных систем:

а) отсутствует обмен вещества и энергии; б) имеется обмен вещества и энергии; в) отсутствует обмен вещества, имеется обмен энергии, кроме тепловой; г) имеется обмен информации и энергии; д) имеется обмен энергии.

5. Особенности замкнутых систем:

а) имеется обмен вещества и энергии; б) имеется обмен энергии, отсутствует обмен вещества; в) отсутствуют обмен энергии и вещества; г) имеется обмен информации и энергии; д) имеется обмен энергии.

6. Виды активного транспорта веществ через клеточную мембрану:

а) экзо- и эндоцитоз; б) белками-переносчиками по градиенту концентрации; в) белками-переносчиками против градиента концентрации; г) по типу протонного и ионного насосов; д) путем теории “липидного фильтра”.

7. Виды пассивного транспорта веществ через клеточную мембрану:

а) путем диффузии; б) белками-переносчиками по градиенту концентрации; в) белками-переносчиками против градиента концентрации; г) через поры; д) по типу протонного и ионного насосов.

8. Обмен веществ это:

а) обмен с внешней средой; б) обмен с внутренней средой; в) химические превращения в организме в процессе роста, жизнедеятельности, воспроизведения и обмена с окружающей средой; г) химические превращения в организме в процессе роста, жизнедеятельности, воспроизведения и обмена с внутренней средой; д) обмен с внешней и внутренней средой.

9. Поток энергии представлен:

а) фотосинтезом, хемосинтезом, брожением и дыханием; б) периодом биологического полуобновления; в) информацией о внешней и внутренней среде; г) биосинтезом органических веществ; д) реакциями матричного синтеза.

10. Последовательность стадий синтеза полипептида:

а) образование аминокциладенилата – соединение с т-РНК – соединение с рибосомами – наращивание полипептида; б) образование комплекса аминокислота - т-РНК – связь с рибосомами – наращивание полипептида; в) сборка рибосом – присоединение и-РНК – сборка полипептида; г) образование аминокциладенилата – синтез полипептида на рибосомах; д) активации т-РНК – образование аминокциладенилата – соединение с т-РНК и далее с рибосомами.

11. Последовательность фаз синтеза белка:

а) инициация, элонгация, терминация; б) элонгация, инициация, терминация; в) терминация, элонгация, инициация; г) транскрипция, трансляция, элонгация, терминация; д) транскрипция, трансляция, инициация, элонгация, терминация.

12. В процессе фотосинтеза энергия образуется в растительных клетках:

а) в виде АТФ и НАДФ.Н<sub>2</sub>; б) за счет преобразования энергии химических связей в другой вид энергии; в) за счет процесса брожения; г) за счет процесса дыхания; д) за счет процесса фотолиза.

13. Процессы фазы инициации:

а) объединении двух субчастиц рибосомы; б) присоединение к рибосомам первой аминокцил-т-РНК; в) присоединение к рибосомам первой аминокислоты-т-РНК; г) образование аминокциладенилата; д) образование комплекса аминокцил-т-РНК.

14. Процессы фазы элонгации:

а) начало синтеза пептида; б) удлинение пептида; в) узнавание аминокцил-т-РНК очередного кодона в А-участке; г) комплементарное взаимодействие между антикодоном и кодоном; д) завершение синтеза полипептида.

15. Процессы фазы терминации:

а) завершение синтеза полипептида; б) узнавание одного из терминирующих кодонов; в) удлинение полипептида; г) начало синтеза полипептида; д) комплементарное взаимодействие между антикодоном и кодоном.

16. Диффузия это:

а) начало синтеза полипептида; б) завершение синтеза полипептида; в) проникновение молекул одного вещества в другое

при их непосредственном соприкосновении; г) транспорт веществ с участием белков-переносчиков; д) передвижение воды.

17. Эндоцитоз это:

а) проникновение молекул одного вещества в другое при их непосредственном соприкосновении; б) образование пузырьков из цитолеммы при поглощении твердых частиц; в) образование пузырьков из цитолеммы при поглощении растворенных веществ; г) удаление пузырьков с твердыми частицами; д) удаление пузырьков с растворенными веществами.

18. Виды внутриклеточного механизма энергообеспечения у организмов:

а) солнечная энергия; б) фотосинтез; в) хемосинтез; г) брожение; д) дыхание.

19. Особенности энергообеспечения при брожении:

а) продукты диссимиляции разрушаются не полностью; б) диссимиляция идет до органического вещества, богатого энергией; в) выход энергии небольшой; г) низкомолекулярные продукты диссимиляции расщепляются до конечных продуктов распада; д) большой выход энергии.

20. Особенности энергообеспечения при дыхании:

а) низкомолекулярные продукты диссимиляции расщепляются до конечных продуктов распада; б) большой выход энергии; в) продукты диссимиляции разрушаются неполностью; г) диссимиляция идет до органического вещества, богатого энергией; д) выход энергии небольшой.

21. Особенности внешнего потока информации в клетке:

а) осуществляется при помощи коры головного мозга; б) используются органы чувств; в) осуществляется при помощи желез внутренней секреции; г) воспринимается из межклеточной жидкости при помощи рецепторов цитолеммы; д) принимают участие ядерная и цитоплазматическая ДНК.

22. Виды пластического обмена, характеризующие поток вещества:

а) гликолиз; б) фотосинтез; в) хемосинтез; г) биосинтез белков; д) биосинтез жиров и углеводов.

23. Мера потока вещества:

а) период полуобновления; б) количество выделенных молекул АТФ; в) битт/сек.; г) время, за которое половина определенного вещества заменяется новыми молекулами; д) период полного обновления.

24. Процессы, происходящие в световой фазе фотосинтеза:

а) синтез органических веществ из неорганических; б) фотолиз

воды; в) выделение свободного кислорода; г) синтез энергии в виде АТФ; д) синтез энергии в виде НАДФ•Н<sub>2</sub>.

25. Процессы, происходящие в темновой зоне фотосинтеза:

а) фотолиз воды; б) использование энергии АТФ; в) использование энергии НАДФ•Н<sub>2</sub>; г) синтез органических веществ из неорганических; д) выделение свободного кислорода.

### **Лабораторная работа.**

#### **I. Изучить влияние изо-, гипо- и гипертонического растворов на эритроциты крови человека.**

*Оборудование:* микроскоп, стекла предметные, стекла покровные 18x18 мм, пипетка глазная, часовое стекло (диаметр 5 см), чашка Петри, палочка стеклянная глазная, вода дистиллированная, растворы хлорида натрия 0,2%, 0,9% и 2%, кровь человека.

*Ход работы.* Поместить на чистое предметное стекло каплю крови человека, покрыть покровным стеклом. Рассмотреть препарат при сильном увеличении. Обратит внимание на округлую форму эритроцитов. Приготовить временный препарат крови человека с добавлением капли изотонического раствора хлорида натрия (0,9%). Препарат рассмотреть под микроскопом (280x) и зарисовать в таблицу. Обратит внимание, что никаких изменений в эритроцитах не происходит.

Приготовить временный препарат крови человека с добавлением гипотонического раствора хлорида натрия (0,2%). Вследствие разницы осмотического давления внутри эритроцита и окружающей жидкости произойдет набухание эритроцитов. Рассмотреть под микроскопом (280x) и зарисовать.

Приготовить временный препарат крови человека с добавлением капли дистиллированной воды. Происходит гемолиз эритроцитов (эритроциты вследствие резкой разницы осмотического давления лопаются, и их содержимое вытекает в раствор). Рассмотреть препарат под микроскопом (280x) и зарисовать.

Приготовить временный препарат крови человека с добавлением гипертонического (2%) раствора хлорида натрия. Рассмотреть под микроскопом (280x) и зарисовать. Обратит внимание на сморщивание эритроцитов.

Данные эксперимента и выводы внести в таблицу (с. 32).

#### **II. Изучить демонстрационные микропрепараты:**

- «Накопление краски в гистиоцитах подкожной клетчатки крысы» (400x). Обратит внимание на скопление гранул краски в цитоплазме гистиоцитов.

## ***Влияние изо-, гипо- и гипертонического растворов хлорида натрия на эритроциты крови человека***

Концентрация NaCl в р-ре	Характер раствора	Рисунок препарата	Вывод по рисунку
0,2%			
0,9%			
2%			
Дист. вода			

- «Накопление краски извитыми канальцами почки крысы» (400х).  
Обратить внимание на адсорбцию гранул краски в цитоплазме клеток.

### **ТЕМА №5. ФИЗИОЛОГИЯ КЛЕТКИ**

Одним из важнейших свойств клетки как живой системы является ее способность к самовоспроизведению, т.е. к размножению. Размножение клеток лежит в основе процессов роста и развития организмов.

Основными типами деления клетки является amitoz (прямое деление) и mitoz (непрямое деление).

Наиболее распространенным видом деления клеток является mitoz. Mitoz (гр. mitos – нить) – способ деления клеток, обеспечивающий тождественное распределение генетического материала между дочерними клетками и преемственность хромосом в ряду клеточных поколений.

Особой формой митоза является meioz (гр. meiosis – уменьшение) – специализированный тип деления клеток, для которого характерно наличие двух следующих друг за другом делений ядра, в результате чего происходит уменьшение числа хромосом и переход клеток из диплоидного состояния в гаплоидное. Биологическое значение мейоза определяется механизмами, обеспечивающими гаплоидность половых клеток и генетической комбинаторикой (кроссинговер), способствующей наследственному разнообразию.

**Цель занятия:** 1. Знание способов размножения клеток, механизмов регуляции деления клеток, медицинских аспектов клеточной пролиферации. 2. Умение определять стадии митоза и amitоза на микропрепаратах. 3. Ознакомление с видами и формами amitоза.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Жизненный цикл клетки, его периоды и характеристика. Цитогенетическая характеристика ядра клетки в период интерфазы.
2. Деление клетки, его типы и виды.
3. Митоз:
  - собственно митоз, его фазы, динамика распределения генетического материала, биологическое значение;
  - мейоз; фазы мейоза, их цитологическая и цитогенетическая характеристики; биологическое значение;
  - эндомитоз и политения; механизмы их возникновения и биологическое значение.
4. Амитоз, его виды и формы, биологическое значение.
5. Клеточная пролиферация. Проблема клеточной пролиферации в медицине.
6. Регуляторы клеточного цикла (белки-циклины, циклинзависимые киназы) и их значение для фармации.

**Литература:**

1. с. 61-71. 2. с. 48-57.

**Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Жизненный цикл клетки это период:
  - а) от конца деления клетки до конца ее собственного деления; б) от возникновения клетки путем деления материнской до окончания ее собственного деления или ее смерти; в) между делениями клетки; г) от начала деления клетки до конца ее собственного деления; д) от возникновения клетки путем деления материнской до начала ее деления.
2. Периоды интерфазы:
  - а) пресинтетический; б) синтетический; в) постсинтетический; г) постмитотический; д) премитотический.
3. Цитогенетическая характеристика ядра в  $G_1$ -период интерфазы:
  - а)  $2n : 2xр : 4с$ ; б)  $2n : 1xр : 2с$ ; в)  $n : 1xр : 2с$ ; г)  $2n : 1xр : с$ ; д)  $n : 1xр : с$ .
4. Цитогенетическая характеристика ядра в S - период интерфазы:
  - а)  $2n : 2xр : 4с$ ; б)  $2n : 1xр : 2с$ ; в)  $n : 2xр : 2с$ ; г)  $2n : 1xр : с$ ; д)  $n : 1xр : с$ .
5. Цитогенетическая характеристика ядра в  $G_2$  - период интерфазы:
  - а)  $2n : 2xр : 4с$ ; б)  $2n : 1xр : 2с$ ; в)  $n : 2xр : 2с$ ; г)  $2n : 1xр : с$ ; д)  $n : 1xр : с$ .
6. Основные типы деления клеток:
  - а) амитоз; б) митоз; в) мейоз; г) эндомитоз; д) политения.
7. Виды митоза:
  - а) митоз; б) мейоз; в) эндомитоз; г) политения; д) амитоз.

8. Виды амитоза:

а) генеративный; б) дегенеративный; в) реактивный; г) множественный; д) без цитотомии.

9. Формы амитоза:

а) генеративный; б) дегенеративный; в) реактивный; г) равномерный, неравномерный; д) множественный, без цитотомии.

10. В анафазе митоза к полюсам расходятся:

а) хромосомы; б) хроматиды; в) хромосомы и хроматиды; г) хроматиды и органеллы; д) хромосомы и ядрышки.

11. Цитогенетическая характеристика ядра в телофазе митоза:

а)  $2n : 2x : 4c$ ; б)  $2n : 1x : 2c$ ; в)  $n : 2x : 2c$ ; г)  $2n : 1x : c$ ; д)  $n : 1x : c$ .

12. Биологическое значение митоза:

а) происходит равномерное распределение генетического материала; б) дочерние клетки полностью похожи на материнскую; в) из соматических диплоидных клеток получают половые гаплоидные клетки; г) происходит неравномерное распределение генетического материала; д) дочерние клетки не похожи на материнскую.

13. Графоструктура мейоза:

а) мейоз I → интеркинез → мейоз II; б) мейоз I → интерфаза → мейоз II → гибель → оплодотворение; в) интерфаза → мейоз I → интеркинез → мейоз II → оплодотворение или гибель гамет; г) митоз → мейоз I → интеркинез → мейоз II; д) митоз → интеркинез → мейоз I → интерфаза → мейоз II → оплодотворение.

14. Порядок стадий профазы мейоза I:

а) лептонема, зигонема, диплонема, диакинез, пахинема; б) зигонема, пахинема, лептонема, диплонема, диакинез; в) лептонема, зигонема, пахинема, диплонема, диакинез; г) пахинема, лептонема, зигонема, диплонема, диакинез; д) диакинез, зигонема, пахинема, лептонема, диплонема, диакинез.

15. Основные процессы, происходящие с хромосомами в профазе мейоза I:

а) спирализация; б) конъюгация; в) кроссинговер; г) деспирализация; д) удвоение.

16. Цитогенетическая характеристика ядра клетки, вступившей в мейоз I:

а)  $2n : 1x : 2c$ ; б)  $2n : 2x : 4c$ ; в)  $n : 2x : 2c$ ; г)  $2n : 1x : c$ ; д)  $n : 1x : c$ .

17. В анафазе мейоза I к полюсам расходятся:

а) хромосомы; б) хроматиды; в) хромосомы и хроматиды; г) хроматиды и органеллы; д) хромосомы и ядрышки.

18. Цитогенетическая характеристика ядра клетки, вступившей в

мейоз II: а)  $2n : 2xр : 4с$ ; б)  $2n : 1xр : 2с$ ; в)  $n : 2xр : 2с$ ; г)  $2n : 1xр : с$ ; д)  $n : 1xр : с$ .

19. В анафазе мейоза II к полюсам расходятся:

а) хромосомы; б) хроматиды; в) хромосомы и хроматиды; г) хроматиды и органеллы; д) хромосомы и ядрышки.

20. Цитогенетическая характеристика клеток, образовавшихся после мейоза II:

а)  $n : 2xр : 2с$ ; б)  $n : 1xр : 1с$ ; в)  $2n : 1xр : 2с$ ; г)  $2n : 1xр : с$ ; д)  $n : 2xр : с$ .

21. Типы тканей по способности к пролиферации:

а) лабильные; б) стабильные; в) статические; г) регенеративные; д) стволовые.

22. Примеры лабильных тканей это клетки:

а) печени; б) крови; в) эпидермиса кожи; г) эндометрия матки; д) эпителия слизистой желудочно-кишечного тракта.

23. Примеры стабильных тканей это клетки:

а) слюнных желез; б) печени; в) поджелудочной железы; г) почек; д) крови.

24. Примеры статических тканей это клетки:

а) костной ткани; б) хрящевой ткани; в) нервной ткани; г) миокарда; д) эндометрия матки.

25. Л. Хартвелл при изучении регуляторов клеточного цикла открыл:

а) специфический класс генов, контролирующих клеточный цикл; б) ключевой регулятор клеточного цикла – CDK; в) белки-циклины – регуляторы функции CDK; г) белки p16 и p23; д) стволовые клетки.

26. Т. Хант при изучении регуляторов клеточного цикла открыл:

а) специфический класс генов, контролирующих клеточный цикл; б) ключевой регулятор клеточного цикла – CDK; в) белки-циклины – регуляторы функции CDK; г) белки p16 и p23; д) стволовые клетки.

27. Пол Норс при изучении регуляторов клеточного цикла открыл:

а) специфический класс генов, контролирующих клеточный цикл; б) ключевой регулятор клеточного цикла – CDK; в) белки-циклины – регуляторы функции CDK; г) белки p16 и p23; д) стволовые клетки.

28. Графоструктура процесса деления клеток:

а) активация стартового гена и группы генов деления клеток → синтез CDK и связывание их с белками-циклинами → деление клетки → выработка белков-ингибиторов → остановка деления клетки; б) синтез CDK и связывание их с белками-циклинами → активация стартового гена и группы генов деления клеток → деление клетки → выработка белков-ингибиторов → остановка деления клетки; в) активация стартового гена и группы генов деления клеток → выработка белков-ингибиторов → деление клетки → синтез CDK и связывание их с белками-циклинами → остановка деления клетки.

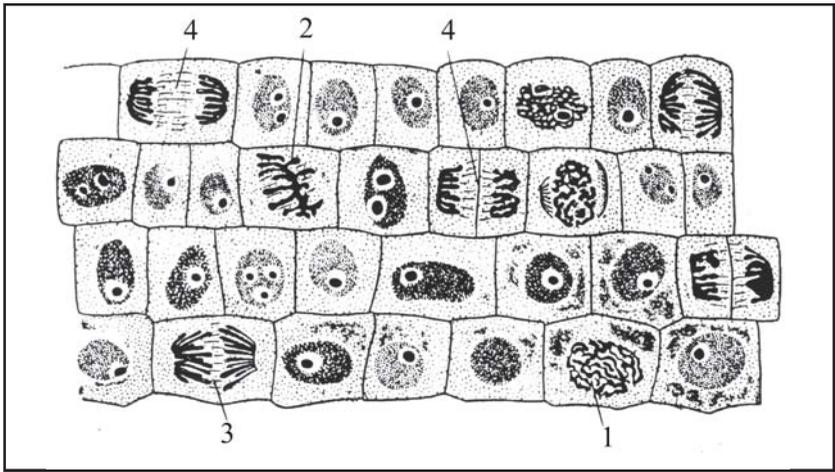


Рис. 5. Митоз в клетках корешка лука:

1 - профаза; 2 - метафаза; 3 - анафаза; 4 - ранняя и поздняя телофаза.

## Лабораторная работа

### I. Изучить микропрепараты:

- «Амитоз в клетках эпителия мочевого пузыря мыши» (400х). В препарате видны клетки на разных стадиях амитоза: перешнуровке ядра, стадии двуядерной клетки, цитотомии и стадии двух дочерних клеток. Зарисовать, обозначить стадии амитоза.

- «Митоз в клетках корешка лука» (400х). В клетках корешка лука нет центриолей, поэтому в них видны только хромосомы. В клетке в состоянии интерфазы хорошо заметно ядро, ядрышко, гранулы хроматина. В профазе видны хромосомы, образующие плотный, а затем рыхлый клубок (в поздней фазе). В метафазе хромосомы расположены в плоскости экватора клетки. В анафазе происходит отщепление хроматид друг от друга и расхождение их к полюсам, в результате чего в клетке видны две группы дочерних хромосом, имеющих вид звезды. Телофаза продолжается до полной реконструкции ядра. Удобнее наблюдать раннюю телофазу. Необходимо отметить, что в растительных клетках формируется не перетяжка цитоплазмы, а перегородка, которая возникает в центре и затем движется на периферию (рис.5). Зарисовать клетки в стадиях интерфазы, профазы, метафазы, телофазы и обозначить их.

# ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

## ТЕМА № 6. РАЗМНОЖЕНИЕ ОРГАНИЗМОВ

Размножение (репродукция) – свойство, присущее всем организмам воспроизводить себе подобных, обеспечивающее непрерывность и преемственность жизни. Основными способами размножения организмов являются бесполое и половое.

В половом размножении, в отличие от бесполого, принимают участие две родительские особи или половые клетки (гаметы) родительских особей. Гаметы – специализированные клетки с генеративной функцией. Процесс их образования (гаметогенез) протекает в гонадах: сперматогенез в семенниках, овогенез – в яичниках. У одноклеточных эукариот сразу было три вида копулятивного размножения (изогамия, анизогамия, оогамия). У многоклеточных эукариот в процессе эволюции формирование полового диморфизма шло в следующих направлениях: 1) образование женских и мужских гамет; 2) переход от изогамии к анизогамии и оогамии; 3) образование яйцеклеток с большим содержанием желтка, а затем, в связи с внутриутробным развитием, появление вторично-олиголецитальных яйцеклеток; 4) продукция большого количества спермы; 5) появление организмов, продуцирующих только сперму (самцов) и только яйцеклетки (самок). Процесс эволюции различных полов шел длительно, поэтому имело место появление организмов - гермафродитов.

**Цель занятия:** 1. Знание эволюции форм размножения организмов, сущности бесполого и полового размножений, особенностей полового размножения у многоклеточных. 2. Умение определять типы яйцеклеток, фазы оплодотворения на микропрепаратах. 3. Ознакомление с биологической сущностью нерегулярных типов полового размножения.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Размножение – универсальное свойство живого. Эволюция форм размножения.

2. Бесполое размножение, его виды, биологическое значение. Полиэмбриония как вид бесполого размножения у организмов, размножающихся половым путем.

3. Половое размножение, его виды. Преимущества полового размножения перед бесполом. Формы полового размножения у

одноклеточных и многоклеточных животных.

4. Особенности полового размножения у многоклеточных животных:

- мейоз как специфический процесс при формировании половых клеток;
- закономерности ово- и сперматогенеза у млекопитающих;
- морфологические и функциональные особенности зрелых гамет у млекопитающих;
- осеменение (наружное и внутреннее), ферментативные процессы при осеменении; искусственное осеменение у млекопитающих;
- оплодотворение, его фазы, биологическая сущность;
- моно- и полиспермия.

5. Нерегулярные типы полового размножения: партеногенез (естественный, искусственный), гиногенез, андрогенез.

6. Формирование полового диморфизма и раздельнополости в процессе эволюции.

### **Литература:**

1. с. 72-87. 2. с. 213-223.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Виды бесполого размножения:

а) партеногенез; б) вегетативное; в) спорообразование; г) конъюгация; д) копуляция.

2. Формы вегетативного размножения:

а) продольное, поперечное, множественное деления; б) фрагментация, почкование; в) полиэмбриония; г) вегетативными органами у растений; д) копуляция.

3. Формы полового размножения:

а) шизогония; б) конъюгация; в) копуляция; г) партеногенез, гиногенез, андрогенез; д) полиэмбриония.

4. Нерегулярные типы полового размножения:

а) оогамия; б) партеногенез; в) гиногенез; г) андрогенез; д) полиэмбриония.

5. Виды коопуляции:

а) изогамия; б) анизогамия; в) оогамия; г) шизогония; д) агамия.

6. Особенности бесполого размножения:

а) принимает участие одна родительская особь; б) развитие идет из зиготы; в) развитие идет из соматических клеток; г) новое поколение по наследственному материалу не отличается от родительской особи; д) новое поколение по наследственному

материалу отличается от родительской особи.

7. Особенности полового размножения:

а) принимают участие две родительские особи; б) участвуют половые клетки; в) обновляется наследственный материал; г) развитие идет из соматических клеток; д) новое поколение по наследственному материалу не отличается от родительской особи.

8. Преимущества полового размножения перед бесполом:

а) потомство полностью похоже на родителей; б) выше коэффициент размножения; в) происходит обновление генетического материала; г) увеличиваются адаптивные возможности организма; д) не происходит обновление генетического материала.

9. Какие параметры половых клеток сходны при изогамии?

а) размеры; б) форма; в) подвижность; г) структура; д) наследственный материал.

10. Периоды сперматогенеза:

а) размножения, роста, формирования; б) размножения, формирования, созревания; в) роста, созревания, формирования; г) размножения, роста, созревания, формирования; д) размножения, роста, деления, формирования.

11. Периоды овогенеза:

а) размножения, роста, созревания; б) размножения, формирования, созревания; в) роста, созревания, формирования; г) размножения, роста, формирования, созревания; д) размножения, роста, деления, формирования.

12. Цитогенетическая характеристика овогоний и сперматогоний:

а)  $2n : 1x : 2c$ ; б)  $2n : 2x : 4c$ ; в)  $n : 2x : 2c$ ; г)  $2n : 1x : c$ ; д)  $n : 1x : c$ .

13. Цитогенетическая характеристика овоцитов I порядка и сперматоцитов I порядка:

а)  $2n : 1x : 2c$ ; б)  $2n : 2x : 4c$ ; в)  $n : 2x : 2c$ ; г)  $2n : 1x : c$ ; д)  $n : 1x : c$ .

14. Цитогенетическая характеристика овоцитов II порядка и сперматоцитов II порядка:

а)  $2n : 2x : 4c$ ; б)  $n : 1x : 1c$ ; в)  $n : 2x : 2c$ ; г)  $2n : 1x : c$ ; д)  $n : 1x : c$ .

15. Цитогенетическая характеристика сперматид, сперматозоидов и яйцеклеток:

а)  $n : 1x : 1c$ ; б)  $n : 2x : 1c$ ; в)  $n : 2x : 2c$ ; г)  $2n : 1x : c$ ; д)  $2n : 2x : c$ .

16. Характеристика изолецитальных яиц:

а) содержат мало желтка; б) содержат умеренное количество желтка; в) желток располагается в центре яйца; г) желток равномерно распределен по цитоплазме; д) желток неравномерно распределен по цитоплазме.

17. Характеристика телolecитальных яиц:

а) содержат мало желтка; б) содержат умеренное количество желтка; в) содержат чрезмерное количество желтка; г) желток сконцентрирован на вегетативном полюсе яйца; д) желток неравномерно распределен по цитоплазме.

18. Характеристика центролецитальных яиц:

а) содержат умеренное количество желтка; б) содержат чрезмерное количество желтка; в) желток располагается в центре яйца; г) желток равномерно распределен по цитоплазме яйца; д) желток неравномерно распределен по цитоплазме.

19. Продолжительность периода размножения при овогенезе у млекопитающих:

а) идет до момента полового созревания; б) заканчивается к моменту рождения; в) продолжается весь репродуктивный период; г) заканчивается к моменту наступления половой зрелости; д) заканчивается в глубокой старости.

20. Роль гиногамона I при осеменении:

а) ферментативно растворяет яйцевую оболочку; б) тормозит движение сперматозоидов; в) стимулирует движение сперматозоидов; г) повышает вероятность контакта сперматозоида и яйцеклетки; д) блокирует движение сперматозоидов.

21. Роль гиногамона II при осеменении:

а) блокирует двигательную активность сперматозоидов; б) стимулирует движение сперматозоидов; в) способствует фиксации сперматозоида на оболочке яйцеклетки; г) обладает гиалуронидазной активностью; д) повышает вероятность контакта сперматозоида и яйцеклетки.

22. Роль андрогамона I при осеменении:

а) стимулирует движение сперматозоидов; б) ферментативно растворяет яйцевую оболочку; в) тормозит движение сперматозоидов; г) предохраняет сперматозоиды от преждевременной растраты энергии; д) повышает вероятность контакта сперматозоида и яйцеклетки.

23. Роль андрогамона II при осеменении:

а) участвует в ферментативном растворении яйцевой оболочки; б) обеспечивает контакт сперматозоида с яйцеклеткой; в) стимулирует движение сперматозоидов; г) тормозит движение сперматозоидов; д) повышает вероятность контакта сперматозоида и яйцеклетки.

24. Пути проникновения сперматозоида в яйцеклетку:

а) через микропеле; б) через воспринимающий бугорок; в) ферментативно; г) фагоцитарно; д) пиноцитарно.

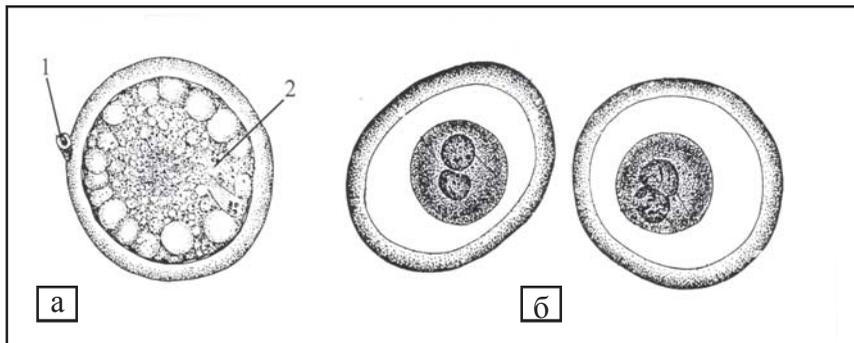


Рис. 6. Оплодотворение яйца лошадиной аскариды:  
 а - контакт сперматозоида с яйцеклеткой (1 - сперматозоид, 2 - яйцеклетка);  
 б - пронуклеусы и их слияние.

### Лабораторная работа

#### I. Изучить микропрепараты:

- «Оплодотворение яйца лошадиной аскариды» (280x). На препарате видны отдельные яйцеклетки и сперматозоиды, а также контактирующие между собой сперматозоид и яйцеклетка (рис.6а).

- «Синкарион у лошадиной аскариды» (280x). Препарат представляет собой срез матки, заполненной яйцеклетками. В отдельных зиготах хорошо заметны два пронуклеуса перед и в момент их слияния (рис.6б).

- «Деление созревания яйцеклетки лошадиной аскариды» (280x). Препарат представляет собой поперечный срез матки аскариды, заполненный ооцитами I и II порядков. Ооциты покрыты толстой гомогенной оболочкой. Процесс созревания происходит у аскариды в то время, когда сперматозоид уже проник в ооцит и находится в центре его. В препарате виден оплодотворенный ооцит, в котором имеется ядро сперматозоида и анафаза I ооцита, в другой клетке – ядро сперматозоида и анафаза II ооцита. Зарисовать и обозначить мейоз I и мейоз II в процессе оплодотворения.

### ТЕМА № 7 ГЕНЕТИКА КАК НАУКА О НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ. ГЕННЫЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ НАСЛЕДСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА У ПРО- И ЭУКАРИОТ

Генетика (гр. *genetikos* – относящийся к рождению) – наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости организмов и методы управления ими.

Наследственный материал у живых организмов изучается на трех уровнях – геном, хромосомном и геномном. Согласно современным представлениям ген (гр. *genos* – род, рождение) – структурная и функциональная единица наследственности, контролирующая образование какого-либо признака, представляющая собой участок геномной нуклеиновой кислоты. Ген может контролировать синтез макромолекул (полипептида, РНК), прохождение в организме определенной биохимической реакции. В отличие от прокариот, у эукариот структурный ген имеет мозаичное строение (экзон-интронное).

**Цель занятия:** 1. Знание особенностей организации генетического материала и механизмов регуляции экспрессии генов у про- и эукариот. 2. Умение решать задачи по молекулярной генетике. 3. Ознакомление с целями и задачами генной инженерии, этическими вопросами, возникающими при проведении исследований на ДНК, клонировании клеток и выращивании химер.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Генетика как наука о наследственности и изменчивости. Предмет, задачи и методы генетики. Этапы развития генетики. Вклад белорусских ученых в развитие генетики.

2. Основные понятия генетики (наследственность, наследование, изменчивость, ген, аллельные гены, гомозигота, гетерозигота, гемизигота, доминантные и рецессивные гены, генотип, гаплотип, фенотип, генофонд).

3. Уровни организации наследственного материала у про- и эукариот

4. Генный уровень организации наследственного материала у прокариот:

– строение гена;

– гипотеза Дж. Бидла и Э. Таттума «Один ген – один фермент», ее современная трактовка;

– классификация генов (структурные, синтеза РНК, регуляторные);

– экспрессия генов в процессе биосинтеза белка (гипотеза Ф.Жакоба и Ж.Моно).

5. Генный уровень организации наследственного материала у эукариот:

– мозаичное строение гена, феномены процессинга и сплайсинга;

– особенности регуляции экспрессии генов; роль стероидных гормонов.

6. Теория гена, ее положения.

7. Генная инженерия, ее цели и задачи. Получение генетического материала. Введение и включение генов в генетический аппарат клеток. Вопросы биоэтики при проведении исследований по рекомбинации ДНК, клонированию соматических клеток человека и выращиванию химер.

8. Биотехнология, ее значение для фармации.

9. Генетически модифицированные организмы. Генетически модифицированные продукты.

### **Литература:**

1. с. 87-105. 2. с. 57-63, 78-86, 89-113.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Особенности строения гена у прокариот:

а) имеет мозаичное строение; б) не имеет мозаичного строения; в) оперон содержит несколько структурных генов; г) оперон содержит один структурный ген; д) отсутствует оперон.

2. Особенности экспрессии гена у прокариот:

а) возможна групповая репрессия генов генома; б) не возможны групповая репрессия генов хромосомы; в) не возможна репрессия генома; г) регуляция экспрессии стероидными гормонами; д) гены, контролируемые одну биохимическую реакцию, находятся в одном месте.

3. Особенности строения гена у эукариот:

а) не имеют мозаичного строения; б) в состав оперона входят несколько структурных генов; в) имеет мозаичное строение; г) в состав оперона входит один структурный ген; д) отсутствует оперон.

4. Особенности экспрессии гена у эукариот:

а) возможны групповая репрессия генов хромосомы и генома; б) экспрессия регулируется стероидными гормонами; в) гены, контролируемые одну биохимическую реакцию, разбросаны по всему геному; г) не возможна репрессия генома; д) гены, контролируемые одну биохимическую реакцию, находятся в одном месте.

5. Классификация генов:

а) структурные; б) синтез РНК; в) регуляторные; г) модификаторы; д) акцепторные.

6. Структурные гены содержат информацию о:

а) синтезе т-РНК; б) изменении скорости биохимических реакций; в) структуре белка-репрессора; г) структуре полипептида; д) синтезе р-РНК.

7. Регуляторные гены:

а) ген - оператор; б) ген - модификатор; в) ген - регулятор; г) ген - экспрессор; д) ген - репрессор.

8. Функция гена-регулятора:

а) изменяет скорость биохимических реакций; б) содержит информацию о синтезе т-РНК; в) содержит информацию о структуре фермента; г) содержит информацию о структуре белка-репрессора; д) содержит информацию о синтезе р-РНК.

9. Функция генов-модификаторов:

а) отыскивают нужную и-РНК-полимеразу; б) пропускает или блокирует прохождение РНК-полимеразы к структурным генам; в) изменяют скорость биохимических реакций; г) прекращают процесс транскрипции; д) соединяется с сар-белками.

10. Функция гена-оператора:

а) содержит информацию о структуре белка-репрессора; б) пропускает или блокирует прохождение и-РНК-полимеразы к структурным генам; в) отыскивает нужную и-РНК-полимеразу; г) соединяется с сар-белками; д) прекращают процесс трансляции.

11. Полипептидные цепи и генные локусы гемоглобина А:

а) цепи  $2\alpha$ ,  $2\sigma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\sigma^{A2}$ ; б) цепи  $2\alpha$ ,  $2\gamma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\gamma^F$ ; в) цепи  $2\alpha$ ,  $2\beta$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\beta^A$ ; г) цепи  $\alpha$ ,  $\gamma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\gamma^F$ ; д) цепи  $\alpha$ ,  $\beta$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\beta^A$ .

12. Полипептидные цепи и генные локусы гемоглобина А<sub>2</sub>:

а) цепи  $2\alpha$ ,  $2\beta'$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\beta^{A'}$ ; б) цепи  $2\alpha$ ,  $2\sigma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\sigma^{A2}$ ; в) цепи  $2\alpha$ ,  $2\gamma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\gamma^F$ ; г) цепи  $\alpha$ ,  $\gamma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\gamma^F$ ; д) цепи  $\alpha$ ,  $\beta$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\beta^A$ .

13. Полипептидные цепи и генные локусы гемоглобина F:

а) цепи  $2\alpha$ ,  $2\gamma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\gamma^F$ ; б) цепи  $2\alpha$ ,  $2\beta$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\beta^A$ ; в) цепи  $2\alpha$ ,  $2\sigma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\sigma^{A2}$ ; г) цепи  $\alpha$ ,  $\gamma$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\gamma^F$ ; д) цепи  $\alpha$ ,  $\beta$ , локусы  $\alpha^A$ ,  $\beta^A$ .

14. Экспрессия и репрессия генных локусов, кодирующих синтез гемоглобина после рождения ребенка:

а) репрессия локуса  $\gamma^F$ , экспрессия  $\beta^A$ ; б) репрессия локуса  $\gamma^F$ , экспрессия  $\sigma^{A2}$ ; в) репрессия локуса  $\beta^A$ , экспрессия  $\gamma^F$ ; г) репрессия локуса  $\alpha^A$ , экспрессия  $\sigma^{A2}$ ; д) репрессия локуса  $\alpha^A$ , экспрессия  $\gamma^F$ .

15. Основные приемы конструирования, применяемые в генной инженерии:

а) синтез генов *in vitro*; б) выделение из клеток генов, их перестройка или размножение; в) перенос новых генов в геном другого организма; г) получение клеточных химер; д) гибридизация генов.

16. Этапы конструирования, применяемые в генной инженерии:

а) трансформация; б) получение генетического материала; в) введение генетического материала; г) включение новых генов в генетический аппарат клетки и закрепление в нем; д) трансдукция.

17. Методы получения генетического материала:

а) использование генома клеток-доноров; б) использование вектора; в) искусственный синтез генов; г) секвенирование генов; д) типирование генов.

18. Методы введения генетического материала:

а) трансформация; б) трансдукция; в) конъюгация; г) гибридизация соматических клеток; д) использование генома клеток-доноров.

19. Методы включения новых генов в генетический аппарат клетки:

а) трансформация; б) трансдукция; в) конъюгация; г) использование вектора; д) использование клеток-доноров.

20. Этические аспекты при проведении исследований на ДНК человека:

а) исследования по рекомбинации ДНК человека должны быть известны экспертной комиссии по генной инженерии данной страны; б) запрещены работы по клонированию ДНК человека, выращиванию химер и гибридов из генетического материала человека и животных; в) пересадка генов с терапевтической целью допустима только с соматическими клетками; г) половые клетки используются только после доказательств преимущества и безопасности манипуляций с соматическими клетками; д) генетические данные любого человека доступны.

21. Генетика это:

а) свойства организмов передавать при размножении свои признаки и особенности развития в ряду последующих поколений; б) наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими; в) разнообразие процессов и свойств у особей и групп особей любой степени родства; г) наука о геноме; д) наука о генетических аспектах репродукции.

22. Наследственность это:

а) свойства организмов передавать при размножении свои признаки и особенности развития в ряду последующих поколений; б) наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими; в) разнообразие процессов и свойств у особей и групп особей любой степени родства; г) наука о геноме; д) наука о генетических аспектах репродукции.

23. Изменчивость это:

а) свойства организмов передавать при размножении свои признаки и особенности развития в ряду последующих поколений; б)

наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими; в) разнообразие процессов и свойств у особей и групп особей любой степени родства; г) наука о геноме; д) наука о генетических аспектах репродукции.

24. Генотип это:

а) совокупность всех генов организма; б) единица наследственности, определяющая отдельный элементарный признак; в) совокупность наблюдаемых свойств организма; г) совокупность всех генов при гаплоидном наборе хромосом; д) единица изменчивости.

25. Фенотип это:

а) совокупность всех генов организма; б) единица наследственности, определяющая отдельный элементарный признак; в) совокупность наблюдаемых свойств организма; г) совокупность всех генов при гаплоидном наборе хромосом; д) единица изменчивости.

### **Лабораторная работа**

#### **I. Решить задачи по молекулярной генетике:**

№8. Участок молекулы ДНК, кодирующий часть полипептида имеет следующее строение: АЦЦАТАГТЦЦААГГА. Определить последовательность аминокислот в полипептиде.

№9. При одной из форм синдрома Фанкони (нарушение образования костной ткани) у больного с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют следующие триплеты и-РНК: ААА, ЦГУ, ГАА, АЦУ, ГУУ, УУА, УГУ, УАУ. Определить, выделение каких аминокислот с мочой характерно для синдрома Фанкони.

№10. У человека, больного цистинурией (содержание в моче большего, чем в норме, числа аминокислот), с мочой выделяются аминокислоты, которым соответствуют следующие триплеты и-РНК: УЦУ, УГУ, ГЦУ, ГГУ, ЦАГ, ЦГУ, ААА. У здорового человека в моче обнаруживается аланин, серин, глутаминовая кислота и глицин. Выделение каких аминокислот с мочой характерно для больных цистинурией? Написать триплеты, соответствующие аминокислотам, имеющимся в моче здорового человека.

№11. В цепи рибонуклеазы поджелудочной железы один из полипептидов имеет следующие аминокислоты: лизин-аспарагиновая кислота-глицин-треонин-аспарагиновая кислота-глутаминовая кислота-цистеин. Определить и-РНК, управляющую синтезом указанного полипептида.

№12. Полипептид состоит из следующих аминокислот: валин-аланин-глицин-лизин-триптофан-валин-серин-глутаминовая кислота. Определить структуру участка ДНК, кодирующего указанный

полипептид.

№13. Полипептид состоит из следующих аминокислот: аланин-цистеин-гистидин-лейцин-метионин-тирозин. Определить структуру участка ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь.

№14. Начальный участок цепи В инсулина представлен следующими 10 аминокислотами: фенилаланин-валин-аспарагиновая кислота-глутамин-гистидин-лейцин-цистеин-глицин-серин-гистидин. Определить количественные соотношения аденин + тимин и гуанин + цитозин в цепи ДНК, кодирующий этот участок инсулина.

№15. Полипептид состоит из следующих аминокислот: гистидин-метионин-гистидин-изолейцин-гистидин-тирозин-пролин-лизин-треонин. Определить структуру участка ДНК, кодирующего эту полипептидную цепь.

№16. Определите структуру участка и-РНК, кодирующего следующую полипептидную цепь: треонин-аспарагиновая кислота-пролин-изолейцин-глицин-серин-метионин-глутаминовая кислота.

## **ТЕМА № 8. ХРОСОМОМНЫЙ И ГЕНОМНЫЙ УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ НАСЛЕДСТВЕННОГО МАТЕРИАЛА У ПРО-И ЭУКАРИОТ**

Хромосомный уровень организации наследственного материала характеризуется морфофункциональными особенностями хромосом. У неклеточных форм жизни хромосома представлена голой нитью ДНК или РНК (у РНК-содержащих вирусов), у прокариот – голой кольцевой молекулой ДНК, у эукариот – комплексом ДНК с кислотными и основными белками (гистонами), ионами металлов. Роль хромосом в передаче наследственной информации была доказана благодаря открытию хромосомного определения пола, установлению групп сцепления генов, соответствующих числу хромосом, и построению генетических и цитологических карт хромосом.

Изучение геномного уровня организации наследственного материала началось с 60-х годов XX века и стало возможным, благодаря достижениям молекулярной генетики. Геном – это совокупность генов, характерных для гаплоидного набора хромосом данного вида организмов. Для генома неклеточных форм жизни характерно, что практически все гены являются структурными. Геном прокариот представлен одной голой молекулой ДНК, где большинство генов уникальны за исключением генов т-РНК и р-РНК, имеется избыточность генома. У эукариот избыточность генома выражена в

большой степени, чем у прокариот. В частности, у человека количество нуклеотидных пар составляет 6,4 млрд., достаточное для образования более 4 млн. структурных генов, в то же время у человека имеется около 35 тыс. генов, т.е. в 100 раз меньше, чем могло бы кодироваться геномом.

В 1990 г. для изучения генома человека была создана специальная международная программа “Геном человека”, объединившая 20 лабораторий и сотни ученых во всем мире. Геном человека был расшифрован к 2005 г. Программа была направлена на решение следующих основных задач: установление строения ДНК генома человека, т.е. определение последовательности всех нуклеотидов с разрешением в 1 основание; локализовать все гены организма и определить их функциональное значение.

**Цель занятия:** 1. Знание хромосомного и геномного уровней организации наследственного материала у про- и эукариот. 2. Умение выписывать гаметы при сцеплении генов, решать задачи на сцепленное с полом наследование, определение расстояния между генами в хромосоме, определения фенотипа и генотипа потомства при сцеплении генов. 3. Ознакомление с вопросами биоэтики при изучении наследственности и генома человека.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Хромосомный уровень организации наследственного материала у эукариот:

- хромосомная теория пола;
- балансовая теория пола, значение баланса аутосом и половых хромосом у человека;
- сцепленное с полом наследование у человека;
- хромосомы как группы сцепления генов; полное и неполное сцепление. Правило Т.Моргана. Группы сцепления генов у человека;
- цитологические и генетические карты хромосом, методы их построения;

– основные положения хромосомной теории наследственности.

2. Геномный уровень организации наследственного материала:

- особенности генома прокариот;
- особенности генома эукариот;
- избыточность генома, ее значение;
- программа «Геном человека», ее значение; вопросы биоэтики при изучении генома человека.

3. Цитоплазматическая наследственность. Плазмогены и плазмон.

#### 4. Генетическая система клетки.

#### Литература:

1. с. 106-122. 2. с. 86-88.

#### Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Хромосомное определение пола при женской гомогаметности:  
а)  $P XX \times XY$ ; б)  $P ZW \times ZZ$ ; в)  $P XX \times XO$ ; г)  $P ZO \times ZZ$ ; д)  $P ZY \times ZZ$ .
2. Хромосомное определение пола при женской гетерогаметности:  
а)  $P XX \times XO$ ; б)  $P ZW \times ZZ$ ; в)  $P ZO \times ZZ$ ; г)  $P XX \times XY$ ; д)  $P ZY \times ZZ$ .
3. Влияние на формирование пола у человека изменений баланса половых хромосом и аутосом  $XO$  : 44A (синдром Шерешевского-Тернера):  
а) недоразвитие матки, маточных труб, яичника; б) нарушение проявления вторичных половых признаков; в) нарушение овогенеза, менструального цикла, бесплодие; г) гинекомастия; д) высокий рост.
4. Влияние на формирование пола у человека изменения баланса половых хромосом и аутосом  $XXX$  : 44A (синдром трисомии-X):  
а) недоразвитие матки, яичников; б) нарушение менструального цикла, бесплодие; в) нарушение проявления вторичных половых признаков; г) гинекомастия; д) высокий рост.
5. Влияние на формирование пола у человека изменения баланса половых хромосом и аутосом  $XXY$ : 44A (синдром Клайнфельтера):  
а) нарушение проявления вторичных половых признаков; б) недоразвитие половых органов; в) склеротические изменения в семенных канальцах, нарушение сперматогенеза, бесплодие; г) гинекомастия; д) низкий рост.
6. При сцепленном с полом наследовании ген, отвечающий за признак, локализован в:  
а) X-хромосоме; б) аутосомах; в) половых хромосомах; г) X-хромосоме и аутосомах; д) Y-хромосоме и аутосомах.
7. При полностью сцепленном с полом наследовании ген, отвечающий за признак, локализован в:  
а) гетерологичном участке X-хромосомы; б) гетерологичном участке Y-хромосомы; в) гомологичных участках X и Y-хромосом; г) гомологичном участке X хромосомы; д) гомологичном участке Y-хромосомы.
8. При частично сцепленном с полом наследовании ген, отвечающий за признак, локализован в:

а) гетерологичном участке X-хромосомы; б) гомологичных участках X- и Y-хромосом; в) гетерологичном участке Y-хромосомы; г) гомологичном участке X хромосомы; д) гомологичном участке Y-хромосомы.

9. Гены, отвечающие за голландрические признаки, локализованы в:

а) гетерологичном участке Y-хромосомы; б) гетерологичном участке X-хромосомы; в) гомологичных участках X- и Y-хромосом; г) гомологичном участке X хромосомы; д) гомологичном участке Y-хромосомы.

10. Болезни, полностью сцепленные с полом:

а) гемофилия С; б) гемофилия А, В; в) дальтонизм; г) мышечная дистрофия Дюшена; д) геморрагический диатез.

11. Болезни, частично сцепленные с полом:

а) мышечная дистрофия Дюшена; б) пигментный ретинит, пигментная ксеродерма; в) геморрагический диатез; г) общая цветовая слепота; д) синдактилия.

12. Голландрические признаки человека:

а) синдактилия; б) гипертрихоз мочки ушной раковины; в) общая цветовая слепота; г) повышенное ороговение кожи; д) мышечная дистрофия Дюшена.

13. Полное сцепление генов это:

а) гены находятся в разных хромосомах и свободно комбинируются друг с другом; б) гены находятся в одной хромосоме и наследуются единым блоком; в) гены находятся в одной хромосоме; часть их наследуется вместе, а часть комбинируется кроссинговером; г) гены находятся в половых хромосомах и наследуются единым блоком; д) гены находятся в X-хромосоме, часть их наследуется вместе, а часть комбинируется кроссинговером.

14. Неполное сцепление генов это:

а) гены находятся в одной хромосоме, часть их наследуется вместе, а часть комбинируется кроссинговером; б) гены находятся в одной хромосоме и наследуются единым блоком; в) гены находятся в разных хромосомах и свободно комбинируются друг с другом; г) гены находятся в половых хромосомах и наследуются единым блоком; д) гены находятся в X-хромосоме, часть их наследуется вместе, а часть комбинируется кроссинговером.

15. Положения правила Т.Моргана:

а) гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются сцепленно; б) гены в хромосоме занимают определенный локус; в) между гомологичными хромосомами возможен обмен аллельными генами; г) сила сцепления между генами зависит от расстояния между

ними; д) сила сцепления между генами не зависит от расстояния между ними.

16. Для человека характерен следующий вид сцепления генов:

а) для мужчин – полное сцепление, для женщин – неполное; б) для женщин – полное сцепление, для мужчин – неполное; в) для мужчин и женщин – полное сцепление; г) для мужчин и женщин – неполное сцепление; д) для мужчин и женщин – полное и неполное сцепление.

17. Группы сцепления генов в аутосомах у человека:

а) гены групп крови по системе АВО и дефекта ногтей и коленной чашечки; б) гены группы крови Лютеран и секреторы, детерминирующие выделение антигенов А и В со слюной; в) гены полидактилии и катаракты глаза; г) локусы А, В, С, D/Dr системы HLA; д) гены дальтонизма и мышечной дистрофии Дюшена.

18. Группы сцепления генов в X-хромосоме у человека:

а) дальтонизм и гемофилия; б) гемофилия и мышечная дистрофия Дюшена; в) мышечная дистрофия Дюшена и дальтонизм; г) дальтонизм и синдактилия; д) локусы А, В, С, D/Dr системы HLA.

19. Цитологическая (генетическая) карта хромосом показывает:

а) относительное расположение генов на условной линии; б) истинное расположение генов в хромосоме; в) истинное расположение генов на условной линии; г) условное расположение генов в хромосоме; д) условное расположение генов в половых хромосомах.

20. Виды цитоплазматической наследственности:

а) собственно цитоплазматическая наследственность; б) митохондриальная; в) преддетерминация цитоплазмы; г) псевдоцитоплазматическая наследственность; д) пластидная.

21. Виды собственно цитоплазматической наследственности:

а) преддетерминация цитоплазмы; б) пластидная; в) митохондриальная; г) цитоплазматическая мужская стерильность; д) псевдоцитоплазматическая наследственность.

22. Особенности генома прокариот:

а) хромосома – молекула ДНК с небольшим количеством белков; б) имеется сложная система контроля активности генов в онтогенезе; в) практически все гены структурные, большинство генов уникально, кроме генов т-РНК и р-РНК; г) имеется избыточность генома; д) хромосома – ДНП с ионами металлов.

23. Особенности генома эукариот:

а) хромосома – ДНП с ионами металлов; б) имеется большое количество генов и сложная система контроля их активности в онтогенезе; в) выраженная избыточность генома; г) практически все

гены структурные; д) хромосома – молекула ДНК с ионами металлов.

24. Геном это:

- а) наука о законах наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими;
- б) единица наследственности, определяющая отдельный элементарный признак;
- в) совокупность всех генов гаплоидного набора хромосом данного вида;
- г) совокупность всех генов диплоидного набора хромосом данного вида;
- д) совокупность всех генов половых хромосом данного вида.

### **Лабораторная работа**

#### **I. Решить задачи на наследование признаков, сцепленных с полом:**

№17. Классическая гемофилия передается как рецессивный, сцепленный с X-хромосомой, признак.

а) Мужчина, больной гемофилией, женится на женщине, не имеющей этого заболевания. У них рождаются нормальные дочери и сыновья, которые вступают в брак с не страдающими гемофилией лицами. Обнаружится ли у внуков вновь гемофилия и какова вероятность появления больных в семьях дочерей и сыновей?

б) Мужчина, больной гемофилией, вступает в брак с нормальной женщиной, отец которой страдал гемофилией. Определить вероятность рождения в этой семье здоровых детей.

№18. Гипертрихоз передается через Y-хромосому, а полидактилия – как доминантный аутосомный признак. В семье, где отец имел гипертрихоз, а мать полидактилию, родилась нормальная в отношении обоих признаков дочь. Какова вероятность того, что следующий ребенок в этой семье будет также без обеих аномалий?

#### **II. Решить задачи на образование гамет при сцеплении генов:**

№19. У человека доминантные гены карих глаз и близорукости локализованы в разных парах аутосом. Сколько и какие типы гамет производят мужчина и женщина, гетерозиготные по этим генам?

№20. У человека рецессивный ген гемофилии  $h$  и рецессивный ген мышечной дистрофии Дюшена  $d$  локализованы в X-хромосоме. Определить сколько и какие типы гамет может производить женщина, которая унаследовала ген мышечной дистрофии от матери, а ген гемофилии от отца. Определить фенотип этой женщины, ее родителей и возможные фенотипы ее детей.

#### **III. Решить задачи на определение фенотипа и генотипа:**

№21. В половой хромосоме человека расположен рецессивный ген  $h$  гемофилии и рецессивный ген  $c$  дальтонизма. Девочка имеет

отца, который страдает дальтонизмом, и здоровую мать, гетерозиготную по гену гемофилии. Она выходит замуж за здорового мужчину, не имеющего этих аномалий. Какие сыновья могут у нее быть в результате развития некрсоверных и кроссоверных гамет?

№22. У человека дальтонизм и гемофилия обусловлены сцепленными с полом рецессивными генами с и h, а их нормальные аллели – С и H. У женщины шесть сыновей: двое из них страдают дальтонизмом, но имеют нормальную свертываемость крови; трое страдают гемофилией при нормальном зрении; один страдает дальтонизмом и гемофилией. Каков генотип матери? Почему она имеет сыновей трех типов?

#### **IV. Решить задачи на определение расстояния между генами в хромосоме:**

№23. У человека рецессивный ген с обуславливает цветовую слепоту (протанопию), а рецессивный ген d – мышечную дистрофию Дюшена. Оба признака наследуются сцепленно с полом. По родословной одной многодетной семьи были получены следующие данные: здоровая женщина с нормальным зрением, отец которой страдал мышечной дистрофией, а мать – нарушением цветового зрения, вышла замуж за здорового мужчину с нормальным цветовым зрением. От этого брака родилось 8 мальчиков и 3 девочки. Из них 3 девочки и один мальчик были здоровы и имели нормальное зрение. Из остальных семи мальчиков – 3 страдали мышечной дистрофией, 3 – цветовой слепотой и 1 обоими заболеваниями. По этим данным была дана приблизительная (в виду малочисленности материала) оценка расстояния между генами с и d. Указать это расстояние.

#### **V. Решить задачи на сцепление генов:**

№24. У человека локус резус-фактора сцеплен с локусом, определяющим форму эритроцитов, и находится от него на расстоянии 3 морганид (К.Штерн, 1965). Резус-положительность и эллиптоцитоз определяются доминантными аутосомными генами. Один из супругов гетерозиготен по обоим признакам. При этом резус-положительность он унаследовал от одного родителя, эллиптоцитоз – от другого. Второй супруг резус-отрицателен и имеет нормальные эритроциты. Определить процентные соотношения вероятных генотипов и фенотипов детей в этой семье.

№25. Классическая гемофилия h и дальтонизм с наследуются как рецессивные признаки, сцепленные с X-хромосомой. Расстояние между генами h и с определено в 9,8 морганиды.

а) Девушка, отец которой страдает одновременно гемофилией и дальтонизмом, а мать здорова и происходит из благополучной по этим

заболеваниям семьи, выходит замуж за здорового мужчину. Определить вероятные фенотипы детей от этого брака.

б) Женщина, мать которой страдала дальтонизмом, а отец – гемофилией, вступает в брак с женщиной, страдающей обоими заболеваниями. Определить вероятность рождения детей в этой семье одновременно с обеими аномалиями.

### **ТЕМА №9. ЗАКОНОМЕРНОСТИ МОНО- И ПОЛИГЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЕ ФЕНОТИПА КАК ВЫРАЖЕНИЕ ЕДИНСТВА ГЕНЕТИЧЕСКИХ И СРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ**

Наследование – это механизм передачи наследственных признаков в ряду поколений. Оно обуславливает закономерности наследования. Выделяют два типа наследования признаков (моногенное и полигенное), каждый из которых имеет варианты. При моногенном наследовании один ген отвечает за проявление одного признака, при полигенном – несколько генов контролируют один признак.

В процессе индивидуального развития организма складывается его фенотип. Он соответствует типу структурно-функциональной организации, который свойственен данному биологическому виду.

К генетическим факторам, влияющим на формирование фенотипа, относятся: взаимодействие генов из одной (доминирование, рецессивность, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодминирование) и разных (эпистаз доминантный и рецессивный, гипостаз, комплементарность) аллелей, множественные аллели, плейотропное действие гена; доза, поле действия, пенетрантность и экспрессивность гена.

Кроме генетических факторов, на формирование фенотипа оказывают влияние внешняя среда и индивидуальное развитие.

**Цель занятия:** 1. Знание типов и видов наследования; сущности законов Менделя при моно- и полигибридном скрещивании; причинно-следственные связи в закономерностях наследования признаков; видов взаимодействия генов из одной и разных аллелей; особенностей количественной и качественной специфики проявления генов в признаках; мультифакториального принципа формирования фенотипа. 2. Умение решать задачи на взаимодействие аллельных и неаллельных генов, множественные аллели, пенетрантность гена. 3. Ознакомление со статистическим характером закономерностей наследования, с механизмом возникновения множественных аллелей.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Наследование. Типы и виды при моногенном и полигенном наследовании.
2. Гибридологический анализ, его сущность.
3. Моногенное наследование признаков, его закономерности:
  - закономерности наследования при моногибридном скрещивании (закон единообразия гибридов первого поколения, закон расщепления, закон «чистоты гамет» У.Бэтсона и его цитологические основы; анализирующее скрещивание прямое и возвратное);
  - закономерности наследования при ди- и полигибридном скрещивании (закон независимого комбинирования неаллельных генов и его цитологические основы); решетка Пеннета; фенотипический радикал;
  - условия проявления законов Г.Менделя, их статистический характер;
  - менделирующие признаки, условия их проявления; менделирующие признаки человека.
4. Полигенное наследование признаков, условия его проявления. Доза гена.
5. Фенотип. Значение генетических факторов в формировании фенотипа:
  - взаимодействие генов из одной аллели (доминирование, рецессивность, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование);
  - взаимодействие генов из разных аллелей (эпистаз доминантный и рецессивный, гипостаз, комплементарность);
  - множественные аллели; наследование групп крови человека по системе АВО;
  - плейотропное действие гена; поле действия гена; генокопии.
6. Влияние факторов среды на реализацию генотипа в фенотип:
  - роль среды и индивидуального развития на реализацию генотипа в фенотип;
  - качественная и количественная специфика проявления генов в признаке (экспрессивность и пенетрантность гена); фенокопии.
7. Мультифакториальный принцип формирования фенотипа как выражение единства генетических и средовых факторов.

**Литература:**

1. с. 122-136. 2. с. 114-131.

## Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Типы наследования:

а) аутосомное; б) сцепленное с полом; в) моногенное; г) полигенное; д) сцепленное с аутосомами.

2. Виды моногенного наследования:

а) независимое; б) аутосомное; в) сцепленное с полом; г) сцепленное; д) полное.

3. Виды аутосомного наследования:

а) независимое; б) сцепленное с полом; в) сцепленное; г) Y-сцепленное; д) X-сцепленное.

4. Виды независимого наследования:

а) доминантное; б) рецессивное; в) полное; г) неполное; д) комплиментарное.

5. Виды сцепленного наследования:

а) доминантное; б) рецессивное; в) полное; г) неполное; д) комплиментарное.

6. Виды сцепленного с полом наследования:

а) X-сцепленное доминантное и рецессивное; б) Y-сцепленное; в) полное; г) неполное; д) комплиментарное.

7. Сущность гибридологического анализа:

а) необходимо скрещивать особи, отличающиеся друг от друга по одной, двум или нескольким парам альтернативных признаков; б) необходимо проводить анализирующее скрещивание; в) необходимо вести точный количественный учет изучаемых признаков в ряду поколений; г) необходимо вести индивидуальный качественный анализ наследования признаков в ряду поколений; д) необходимо проводить только реципропное анализирующее скрещивание.

8. Причина и следствие гипотезы "чистоты гамет":

а) причина – мейоз I, следствие – гены в гаметах гибридных особей не гибридные, а чисты; б) причина – аллельные гены находятся в одинаковых локусах гомологичных, но разных хромосом, следствие – из-за мейоза I они попадают в разные гаметы; в) причина – в мейозе I гомологичные хромосомы расходятся в разные гаметы, следствие – не смешивание гамет; г) причина – мейоз II, следствие – гены в гаметах гибридных особей не гибридные, а чисты; д) причина – аллельные гены находятся в разных локусах разных хромосом, следствие – из-за мейоза II они попадают в разные гаметы.

9. Анализирующее скрещивание проводится для определения:

а) генотипа особи с доминантным признаком; б) генотипа особи с рецессивным признаком; в) типов гамет у особи с доминантным признаком; г) генотипа особи со сцепленным с полом признаком; д) типов гамет у особи с рецессивным признаком.

10. Фенотипический радиакал для дигетерозиготного скрещивания:  
а)  $(3 : 1)^n$ ; б) 9 АВ : 3аВ : 3Ав : 1ав; в) 9А-В- : 3ааВ- : 3А-вв : 1аавв; г) 9 АВ : 9аВ : 3Ав : 1ав; д) 3А-В- : 3ааВ- : 3А-вв : 1аавв.
11. Условия проявления законов Г. Менделя:  
а) равновероятное образование гибридами гамет всех сортов и равновероятные сочетания при оплодотворении; б) равная жизнеспособность зигот всех генотипов; в) полное проявление признака независимо от условий развития организма; г) нахождение учитываемых генов в негомологичных хромосомах при ди- и полигибридном скрещивании; д) равная жизнеспособность гамет всех генотипов.
12. Генетические факторы, влияющие на формирование фенотипа:  
а) доза и поле действия гена; б) экспрессивность и пенетрантность гена; в) взаимодействие генов из одной и разных аллелей, множественные аллели; г) плейотропное действие; д) генокопии.
13. Виды взаимодействия генов из одной аллели:  
а) доминирование полное, неполное сверхдоминирование; б) эпистаз; в) комплиментарность; г) рецессивность; д) кодоминирование.
14. Виды взаимодействия генов из разных аллелей:  
а) кодоминирование; б) эпистаз доминантный и рецессивный; в) гипостаз; г) рецессивность; д) комплиментарность.
15. Сущность неполного доминирования:  
а) рецессивный ген подавляет действие доминантного; б) доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного; в) два гена из одной аллели определяют новый признак; г) рецессивный и доминантный гены из разных аллелей вместе определяют новый признак; д) один доминантный ген подавляет действие другого доминантного гена.
16. Сущность сверхдоминирования:  
а) рецессивный и доминантный гены вместе определяют новый признак; б) доминантный ген в гетерозиготном состоянии проявляется сильнее, чем в гомозиготном; в) один доминантный ген подавляет действие другого доминантного гена; г) рецессивный ген подавляет действие доминантного; д) доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного.
17. Сущность кодоминирования:  
а) два доминантных гена из одной аллели функционируют вместе; б) два доминантных гена из разных аллелей определяют новый признак; в) рецессивный ген из одной аллели ослабляет действие доминантного гена из другой аллели; г) рецессивный ген подавляет действие доминантного; д) доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного.

18. Сущность доминантного эпистаза:

а) доминантный ген подавляет действие рецессивного; б) доминантный ген из одной аллели подавляет действие доминантного гена из другой аллели; в) доминантный ген из одной аллели подавляет действие рецессивного гена из другой аллели; г) рецессивный ген из одной аллели подавляет действие доминантного гена из другой аллели; д) доминантный ген из одной аллели подавляет действие рецессивного гена из другой аллели.

19. Сущность рецессивного эпистаза:

а) рецессивный ген из одной аллели подавляет рецессивный ген из другой аллели; б) рецессивный ген из одной аллели подавляет доминантный ген из другой аллели; в) рецессивный ген из одной аллели ослабляет действие доминантного гена из другой аллели; г) рецессивный ген X-хромосомы подавляет доминантный ген из другой аллели; д) рецессивный ген Y-хромосомы ослабляет действие доминантного гена из другой аллели.

20. Сущность комплиментарности:

а) два доминантных гена из одной аллели определяют новый признак; б) рецессивный ген из одной аллели подавляется доминантным геном из другой аллели; в) гены из разных аллелей определяют новый признак; г) два рецессивных гена из одной аллели определяют новый признак; д) рецессивный ген из одной аллели подавляется рецессивным геном из другой аллели.

21. Примеры множественного аллелизма у человека:

а) группы крови по системе ABO; б) резус-фактор; в) сублокусы A, B, C, D/Dr системы гистосовместимости HLA; г) группы крови по системе MN; д) группы крови по системе Daffi.

22. Агглютиногены и агглютинины I группы крови по системе ABO, характер взаимодействия генов:

а) агглютиноген-A, агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; б) агглютиноген-B, агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; в) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – рецессивность; г) агглютиногены A и B, агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; д) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование.

23. Агглютиногены и агглюнины II группы крови по системе ABO, характер взаимодействия генов:

а) агглютиноген-B, агглютинин- $\alpha$ , взаимодействие генов – доминирование; б) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – рецессивность; в) агглютиноген -A,

агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; г) агглютиногены А и В, агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; д) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование.

24. Агглютиногены и агглютинины III группы крови по системе АВО, характер взаимодействия генов:

а) агглютиноген В, агглютинин- $\alpha$ , взаимодействие генов – доминирование; б) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – рецессивность; в) агглютиноген – А, агглютинин –  $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; г) агглютиногены А и В, агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; д) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование.

25. Агглютиногены и агглютинины IV группы крови по системе АВО, характер взаимодействия генов:

а) агглютиногенов нет, агглютинины  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – рецессивность; б) агглютиногены – А и В, агглютининов нет, взаимодействие генов – кодоминирование; в) агглютиноген – А, агглютинин –  $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; г) агглютиногены А и В, агглютинин- $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование; д) агглютиногенов нет, агглютинины –  $\alpha$  и  $\beta$ , взаимодействие генов – доминирование.

26. Сущность первичной плейотропии:

а) ген проявляет свое множественное действие одновременно; б) несколько генов кодируют проявление одного признака; в) первичное фенотипическое проявление гена обуславливает вторичные признаки; г) два рецессивных гена из одной аллели определяют новый признак; д) рецессивный ген из одной аллели подавляется рецессивным геном из другой аллели.

27. Сущность вторичной плейотропии:

а) рецессивный ген из одной аллели ослабляет действие доминантного гена из другой аллели; б) ген проявляет свое множественное действие одновременно; в) первичное фенотипическое проявление гена обуславливает вторичные признаки; г) два рецессивных гена из одной аллели определяют новый признак; д) рецессивный ген из одной аллели подавляется рецессивным геном из другой аллели.

28. Примеры первичной плейотропии:

а) серповидно-клеточная анемия в гетерозиготном состоянии; б) синдромы ”голубых склер” и Марфана; в) болезнь Хартнепа: г) гомозиготность по брахидактилии; д) талассемия.

29. Примеры вторичной плейотропии:

а) синдромы "голубых склер" и Марфана; б) талассемия; в) серповидно-клеточная анемия в гетерозиготном состоянии; г) синдром Абвера; д) синдром Марфана.

30. Сущность генокопий:

а) сходное фенотипическое проявление разных генов; б) разное фенотипическое проявление одного гена; в) мутации схожие с модификациями; г) модификации схожие фенотипически с мутациями; д) сходные мутации, вызванные разными факторами внешней среды.

31. Сущность фенокопий:

а) сходное фенотипическое проявление разных генов; б) модификации схожие фенотипически с мутациями; в) сходные модификации, вызванные разными факторами внешней среды; г) схожие модификации; д) сходные мутации, вызванные разными факторами внешней среды.

32. Качественная характеристика гена:

а) экспрессивность; б) пенетрантность; в) поле действия гена; г) доза гена; д) плейотропное действие.

33. Количественная характеристика гена:

а) доза гена; б) пенетрантность; в) экспрессивность; г) поле действия гена; д) плейотропное действие.

34. Экспрессивность это:

а) процент особей, имеющих мутантный фенотип, в популяции, состоящей из организмов гомозиготных по данному гену; б) степень выраженности признака в зависимости от фенотипического проявления гена; в) изменения фенотипа, сходные с изменениями генетической природы; г) модификации схожие фенотипически с мутациями; д) сходные мутации, вызванные разными факторами внешней среды.

35. Пенетрантность это:

а) процент особей, имеющих мутантный фенотип, в популяции, состоящей из организмов гомозиготных по данному гену; б) степень выраженности признака в зависимости от фенотипического проявления гена; в) изменения фенотипа, сходные с изменениями генетической природы; г) модификации схожие фенотипически с мутациями; д) сходные мутации, вызванные разными факторами внешней среды.

### **Лабораторная работа**

#### **I. Решить задачи на моногибридное скрещивание:**

№26. У человека доминантный ген А детерминирует ахондроплазию – карликовость за счет резкого укорочения скелета

конечностей. Его аллель – рецессивный ген  $a$  – обуславливает нормальное строение скелета.

Женщина, имеющая нормальное строение скелета, вышла замуж за мужчину, гетерозиготного по ахондроплазии. Какова вероятность рождения ребенка с ахондроплазией?

№27. У человека доминантный ген –  $D$  вызывает аномалию развития скелета – черепно-ключичный дизостоз (изменение костей черепа и редукция ключиц).

а) Женщина с нормальным строением скелета вышла замуж за мужчину с черепно-ключичным дизостозом. Ребенок от этого брака имел нормальное строение скелета. Можно ли по фенотипу ребенка определить генотип его отца?

б) Оба родителя страдают черепно-ключичным дизостозом. Ребенок от этого брака имеет нормальное строение скелета. Определить генотипы обоих родителей и ребенка.

## **II. Решить задачи на дигибридное скрещивание:**

№28. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в разных парах хромосом.

а) Кареглазый правша женится на голубоглазой левше. Какие признаки можно ожидать у детей в случае, если мужчина гомозиготен по обоим признакам и в случае, если он гетерозиготен?

б) Голубоглазый правша женится на кареглазой правше. У них родилось двое детей – кареглазый левша и голубоглазый правша. От второго брака у этого же мужчины с другой кареглазой правшой родилось 9 кареглазых детей. Все они были правши. Каковы генотипы каждого из трех родителей?

№29. У человека глухонмота наследуется как аутосомный рецессивный признак, а подагра – как доминантный признак. Оба гена лежат в разных парах хромосом. Определить вероятность рождения глухонемого ребенка с предрасположенностью к подагре у глухонемой матери, но не страдающей подагрой, и мужчины с нормальным слухом и речью, болеющего подагрой.

## **III. Решить задачу на полигенное наследование:**

№30. Рост человека контролируется несколькими парами несцепленных генов, которые взаимодействуют по типу полимерии. В популяции самые низкорослые люди имеют все рецессивные гены и рост 150 см, самые высокие – все доминантные гены и рост 180 см. Низкорослая женщина вышла замуж за мужчину среднего роста. У них было четверо детей, которые имели рост 165 см, 160 см, 155

см, 150 см. Определите генотипы родителей и их рост. Графически изобразить зависимость роста от дозы гена.

#### **IV. Решить задачи на множественные аллели.**

№31. У человека I-я группа крови определяется рецессивным геном  $I^0$ , II-я – геном  $I^A$ , III-я – геном  $I^B$ , IV-я – генами  $I^A$  и  $I^B$  вместе.

Родители имеют II и III группы крови. Какие группы крови можно ожидать у их детей?

Мать со II группой крови имеет ребенка с I группой крови. Установить возможные группы крови отца.

#### **V. Решить задачи на плейотропное действие гена.**

№32. Черепно-лицевой дизостоз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 50%.

Определите вероятность заболевания детей в семье, где один из родителей гетерозиготен по данному гену, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

№33. Отосклероз наследуется как доминантный аутосомный признак с пенетрантностью 30%. Отсутствие боковых верхних резцов наследуется как сцепленный с X-хромосомой рецессивный признак с полной пенетрантностью.

Определите вероятность проявления у детей обеих аномалий одновременно в семье, где мать гетерозиготна в отношении обоих признаков, а отец нормален по обоим парам генов.

#### **VI. Решить задачи на пенетрантность гена.**

№34. Некоторые формы шизофрении наследуются как доминантные аутосомные признаки. При этом у гомозигот пенетрантность равна 100%, у гетерозигот 20%.

а) Определить вероятность заболевания детей в семье, где один из супругов гетерозиготен, а другой нормален в отношении анализируемого признака.

б) Определить вероятность заболевания детей от брака двух гетерозиготных родителей.

#### **VII. Решить задачи на комплементарность:**

№35. Глухота может быть обусловлена разными рецессивными генами  $d$  и  $e$ , лежащими в разных парах хромосом. Нормальные аллели этих генов  $D$  и  $E$ . Глухой мужчина  $ddEE$  вступил в брак с глухой женщиной  $DDee$ . Какой слух будут иметь их дети? Чем может быть обусловлено рождение нормального ребенка у глухих родителей? Какова вероятность рождения глухого ребенка у супругов, страдающих одним и тем же видом наследственной глухоты?

## ТЕМА № 10. ФЕНОТИПИЧЕСКАЯ И ГЕНОТИПИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Изменчивость – это свойство живых организмов изменяться под действием факторов внешней и внутренней среды, которое выражается в приобретении новых и утрате старых признаков. Изменчивость обеспечивает разнообразие признаков и свойств у особей и групп особей любой степени родства.

Различают два типа изменчивости: генотипическую и фенотипическую.

Генотипическая (наследственная) изменчивость бывает комбинативной и мутационной.

Фенотипическая (ненаследственная) изменчивость обеспечивает изменения в фенотипе и бывает онтогенетической и модификационной. Онтогенетическая изменчивость проявляется в процессе индивидуального развития особи.

Модификационная изменчивость возникает под действием факторов внешней среды. Примерами модификаций у человека являются: появление загара под действием ультрафиолетовых лучей, изменение массы тела вследствие нарушения пищевого рациона и режима питания, фенотипические проявления гипо- и авитаминозов и т.д. Модификации не наследуются, но их диапазон, т.е. норма реакции, генетически обусловлен и наследуется. Норма реакции может быть широкой и узкой. Примеры широкой нормы реакции у человека: рост, вес, пигментация кожных покровов. Узкая норма реакции: фенотипические проявления гипо- и авитаминозов и др.

Генотипическая (наследственная) изменчивость связана с изменением генотипа. Различают комбинативную и мутационную изменчивость. Комбинативный вид генотипической изменчивости обуславливается новой комбинацией генов у конкретной особи. Основными механизмами ее возникновения являются такие процессы при гаметогенезе, как кроссинговер и независимое расхождение хромосом в мейозе I, а также случайное сочетание при оплодотворении. Биологическое значение комбинативной изменчивости заключается в следующем: происходит обновление генетического материала, увеличиваются адаптивные возможности организма, обеспечивается многообразие форм одного вида.

Мутационная изменчивость связана с внезапным изменением наследственного материала.

**Цель занятия:** 1. Знание типов и видов изменчивости, характеристики онтогенетической и модификационной изменчивости, положений мутационной теории, характеристики мутаций, влияния мутагенов на организм человека, генетической опасности загрязнения окружающей среды. 2. Умение решать задачи на комбинативную и мутационную изменчивость, отличать мутации от модификаций. 3. Ознакомление с видами репарации генетического материала и ее роли в развитии наследственных заболеваний.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Изменчивость, ее типы и виды.
2. Онтогенетическая изменчивость. Механизмы ее проявления в процессе индивидуального развития человека. Роль онтогенетической изменчивости в проявлении наследственных болезней человека.
3. Модификационная изменчивость. Норма реакции.
4. Комбинативная изменчивость, ее значение в обеспечении генетического разнообразия людей. Система браков.
5. Мутационная изменчивость. Теория Г. де Фриза. Классификация мутаций.
6. Характеристика генеративных и соматических мутаций.
7. Характеристика генных, хромосомных, межхромосомных, геномных и цитоплазматических мутаций.
8. Характеристика мутаций по адаптивному значению.
9. Спонтанные мутации, механизмы их возникновения.
10. Индуцированные мутации. Физические, химические и биологические мутагены, механизмы их действия. Супермутагены, канцерогены, комутагены, антимутагены. Онкогены. Генетическая опасность загрязнения окружающей среды мутагенами.
11. Репарация генетического материала. Фотореактивация. Темновая репарация. Пострепликативная репарация. Мутации, связанные с нарушением репарации, их роль в патологии человека.

### **Литература:**

1. с. 136-151. 2. с. 132-147.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Типы изменчивости:
  - а) комбинативная; б) фенотипическая; в) генотипическая; г) мутационная; д) онтогенетическая.
2. Виды фенотипической изменчивости:
  - а) модификационная; б) мутационная; в) онтогенетическая; г)

комбинативная; д) генотипическая.

3. Виды генотипической изменчивости:

а) онтогенетическая; б) комбинативная; в) мутационная; г) модификационная; д) фенотипическая.

4. Основные механизмы возникновения онтогенетической изменчивости:

а) разная активность генов в разные возрастные периоды; б) разная активность желез внутренней секреции в разные возрастные периоды; в) разное соотношение периодов роста и дифференцировки в разные возрастные периоды; г) сходная активность генов в разные возрастные периоды; д) одинаковая активность желез внутренней секреции в разные возрастные периоды.

5. Роль онтогенетической изменчивости:

а) имеет адаптивный характер; б) играет определенную роль в проявлении наследственных болезней человека; в) носит неопределенный характер; г) носит определенный характер; д) вызывает модификации.

6. Примеры наследственных болезней и пороков развития, возникающие в эмбриональном периоде:

а) полидактилия, синдактилия; б) мозжечковая атаксия; в) сахарный диабет; г) черепно-ключичный дизостоз; д) подагра.

7. Примеры наследственных болезней, проявляющихся в детском возрасте:

а) синдактилия; б) семейная атаксия Фридрейха; в) подагра; г) алкаптонурия; д) полидактилия.

8. Примеры наследственных болезней, проявляющихся в зрелом возрасте:

а) мозжечковая атаксия; б) алкаптонурия; в) подагра; г) галактоземия; д) полидактилия.

9. Характеристика модификаций:

а) не наследуются; б) носят определенный и адаптивный характер; в) степень выраженности зависит от силы и продолжительности действия внешнего фактора, после его прекращения могут исчезать; г) носят неопределенный характер и редко полезны для организма; д) наследуются.

10. Фенотипическое проявление гиповитаминоза А:

а) сухие дерматиты; б) нарушение зрения; в) цинга; г) отставание в росте; д) конъюнктивиты.

11. Фенотипическое проявление гиповитаминоза В<sub>1</sub>:

а) конъюнктивиты; б) нарушение свертывания крови; в) бери-бери; г) рахит; д) сухие дерматиты.

12. Фенотипическое проявление гиповитаминоза D:  
а) рахит; б) анемия; в) нарушение зрения; г) бесплодие; д) отставание в росте.
13. Фенотипическое проявление гиповитаминоза С:  
а) бери-бери; б) отставание в росте; в) цинга; г) анемия; д) рахит.
14. Примеры узкой нормы реакции:  
а) гиповитаминозы; б) авитаминозы; в) умственные способности; г) рост; д) вес.
15. Примеры широкой нормы реакции:  
а) группа крови по системе АВ0; б) рост и масса тела; в) пигментация кожных покровов; г) гиповитаминозы; д) авитаминозы.
16. Механизмы возникновения комбинативной изменчивости:  
а) комбинация генов при кроссинговере и оплодотворении; б) независимое расхождение хромосом в мейозе I при гаметогенезе; в) независимое расхождение хроматид в мейозе II при гаметогенезе; г) возникновение полезных мейозомных перестроек; д) гетерозис.
17. Биологическое значение комбинативной изменчивости:  
а) увеличивается коэффициент размножения; б) обновляется генетический материал; в) увеличиваются адаптивные возможности организма; г) обеспечивается многообразие форм одного вида; д) коэффициент размножения снижается.
18. Инбридинг у людей это брак:  
а) между родственными людьми; б) между сибсами; в) между неродственными людьми; г) при отсутствии общих родственников в 4-6 поколениях; д) однополые.
19. Инцестные это браки между:  
а) дядькой и племянницей, теткой и племянником; б) неродственными людьми; в) родителями и детьми; г) братом и сестрой; д) двоюродными братьями и сестрами.
20. Последствия инбридинга:  
а) разделение популяции на отдельные чистые линии; б) перевод патологических рецессивных генов в гомозиготное состояние; в) проявление наследственного заболевания, снижение жизнеспособности, гибель особей; г) снижение уровня наследственных заболеваний; д) повышение жизнеспособности.
21. Аутбредные это браки между:  
а) родственниками; б) сибсами; в) неродственными людьми без общих родственников в 4-6 поколениях; г) неродственными людьми без общих родственников в 2-3 поколениях; д) родственными людьми без общих родственников в 4-6 поколениях.

22. Последствия аутбридинга:

а) сохраняет гетерозиготность у потомков; б) у потомков происходит обновление генетического материала, что увеличивает адаптивные возможности организма; в) разделение популяции на отдельные чистые линии; г) обеспечивает многообразие форм; д) перевод патологических рецессивных генов в гомозиготное состояние.

23. Характеристика мутаций:

а) носят неопределенный характер, не имеют адаптивного значения за редким исключением; б) носят определенный и адаптивный характер; в) степень выраженности не зависит от силы и продолжительности действия фактора, не исчезают после прекращения его действия; г) наследуются; д) не наследуются.

24. Положения мутационной теории Г. де Фриза:

а) мутации носят неопределенный характер; б) мутации возникают внезапно, новые формы устойчивы; в) одни и те же мутации могут повторяться; г) мутации – качественные изменения, а не количественные; д) мутации могут быть полезными и вредными.

25. Виды мутаций по мутирующим клеткам:

а) спонтанные; б) соматические; в) геномные; г) генеративные; д) гаметные.

26. Характеристика соматических мутаций:

а) происходят в соматических клетках; б) передаются поколению при половом размножении; в) передаются поколению только при бесполом размножении; г) чем раньше по ходу эмбриогенеза мутирует клетка, тем на большей части тела фенотипически проявится мутация; д) чем позже по ходу эмбриогенеза мутирует клетка, тем на большей части тела фенотипически проявится мутация.

27. Примеры соматических мутаций у человека:

а) алкаптонурия; б) болезнь Коновалова-Вильсона; в) аллопеция; г) злокачественные опухоли; д) фенилкетонурия.

28. Характеристика генеративных мутаций:

а) происходят в соматических клетках; б) происходят в половых клетках; в) передаются поколению при половом размножении; г) последствия мутации тяжелее, если она проходит на ранних стадиях гаметогенеза; д) последствия мутации тяжелее, если она проходит на поздних стадиях гаметогенеза.

29. Примеры генеративных мутаций у человека:

а) сахарный диабет, галактоземия, фруктозурия; б) гемохроматозы; в) злокачественные опухоли; г) адреногенитальный синдром; д) гемофилия.

30. Виды мутаций по изменению наследственного материала:

- а) генные, хромосомные, межхромосомные, геномные; б) генеративные; в) цитоплазматические; г) спонтанные; д) индуцированные.
31. При генных мутациях происходят следующие изменения с парами нуклеотидов:  
а) замена; б) перестановка; в) вставка; г) выпадение; д) дефишенс.
32. Классы генных мутаций:  
а) дефишенс; б) миссенс; в) нонсенс; г) сдвига рамки чтения; д) транслокации.
33. Локальные изменения пар нуклеотидов, лежащие в основе миссенс-мутации:  
а) вставка; б) выпадение; в) замена; г) перестановка; д) дефишенс.
34. Последствия миссенс-мутации:  
а) в полипептиде заменится одна аминокислота; б) учитывая вырожденность генетического кода, изменений в полипептиде может не быть; в) синтезируются обрывки белковой молекулы; г) в полипептиде заменится две-три аминокислоты; д) в полипептиде заменяются все аминокислоты.
35. Примеры миссенс-мутации у человека это гемоглобины:  
а) S; б) C; в) A; г) A<sub>2</sub>; д) F.
36. Локальные изменения с парами нуклеотидов, лежащие в основе нонсенс-мутации:  
а) замена; б) перестановка местами; в) выпадение; г) вставка; д) дефишенс.
37. Последствия нонсенс-мутации:  
а) синтезируется новый белок, не свойственный данному организму; б) синтезируются обрывки полипептида; в) в полипептиде происходит замена двух-трех аминокислот; г) учитывая вырожденность генетического кода, изменений в полипептиде может не быть; д) в полипептиде происходит замена пяти-шести аминокислот.
38. Локальные изменения с парами нуклеотидов, лежащие в основе мутации сдвига рамки чтения:  
а) выпадение; б) вставка; в) перестановка; г) замена; д) дефишенс.
39. Последствия мутации сдвига рамки чтения:  
а) синтезируются обрывки полипептида; б) синтезируется новый полипептид, не свойственный данному организму; в) учитывая вырожденность генетического кода, изменений в полипептиде может не быть; г) в полипептиде происходит замена двух-трех аминокислот; д) в полипептиде происходит замена пяти-шести аминокислот.
40. Виды хромосомных мутаций:  
а) делеции, дефишенсы; б) дупликации; в) инверсии; г) трансло-

кации; д) вставки.

41. Механизм возникновения хромосомных перестроек:

а) нарушение расхождения хромосом в мейозе; б) нарушение процесса кроссинговера; в) разрушение теломер; г) нарушение расхождения хромосом в митозе; д) нарушение процесса конъюгации.

42. Механизмы возникновения межхромосомных aberrаций:

а) разрушение теломер на концах хромосом; б) нарушение процесса кроссинговера; в) нарушение расхождения хромосом при митозе; г) нарушение расхождения хромосом в мейозе; д) нарушение процесса конъюгации.

## **Лабораторная работа**

**I. Изучить демонстрационные микропрепараты «Мутации мухи дрозофилы» (без зарисовки):**

- по форме крыльев (нормальные, рудиментарные, загнутые, с вырезкой, без крыльев);

- по цвету тела (серое, желтое, черное);

- по цвету глаз (красные, полосковидные, бесцветные).

Характеристику мутаций изучить по таблице; уяснить тип наследования, изменение в генотипе и его фенотипическое проявление.

**II. Решить задачи на комбинативную изменчивость у человека:**

№36. У человека синдактилия (сращение пальцев) и глаукома (нарушение оттока внутриглазной жидкости, приводящее в конечном итоге к потере зрения) определяются аутосомными доминантными генами, локализованными в разных парах хромосом. Женщина, страдающая глаукомой, вышла замуж за мужчину с синдактилией. Мать женщины, также как и многие ее родственники, страдала глаукомой, а отец был свободен от этого заболевания. У матери мужчины была синдактилия, а все родственники по линии отца не имели этой аномалии. Определить вероятность рождения ребенка с двумя заболеваниями сразу и ребенка с одним из этих наследственных нарушений.

№37. У человека глухонмота наследуется как аутосомный рецессивный признак, а подагра – как доминантный признак. Оба гена лежат в разных парах хромосом. Определить вероятность рождения глухонемого ребенка с предрасположенностью к подагре у глухонемой матери, но не страдающей подагрой, и мужчины с нормальным слухом и речью, болеющего подагрой.

**III. Решить задачи на генные мутации:**

№38. Как изменится структура белка, если из кодирующего его

участка ДНК – ААТАЦАТТТТАААГТЦ удалить пятый и тринадцатый слева нуклеотиды?

№39. Какие изменения произойдут в строении белка, если в кодирующем его участке ДНК – ТААЦАААГААЦАААА между 10-м и 11-м нуклеотидами включить цитозин, между 13-м и 14-м – тимин, а на конце прибавить еще один аденин?

№40. Участок молекулы ДНК, кодирующий полипептид, имеет в норме следующий порядок азотистых оснований: ААААЦЦААААТАЦТТАТАЦАА. Во время репликации третий слева аденин выпал из цепи. Определить структуру полипептидной цепи, кодируемой данным участком ДНК, в норме и после выпадения аденина.

№41. Четвертый пептид в нормальном гемоглобине (гемоглобин А) состоит из следующих аминокислот: валин-гистидин-лейцин-треонин-пролин-глутаминовая кислота-глутаминовая кислота-лизин.

а) У больного с симптомом спленомегалии при умеренной анемии обнаружили следующий состав четвертого пептида: валин-гистидин-лейцин-треонин-пролин-лизин- глутаминовая кислота-лизин. Определить изменения, произошедшие в ДНК, кодирующей четвертый пептид гемоглобина, после мутации.

б) У больного серповидноклеточной анемией состав аминокислот четвертого пептида гемоглобина следующий: валин-гистидин-лейцин-треонин-пролин-валин-глутаминовая кислота-лизин. Определить изменения в участке ДНК, кодирующем четвертый пептид гемоглобина, приведшие к заболеванию.

## ТЕМА № 11. МЕТОДЫ АНТРОПОГЕНЕТИКИ

Для изучения генетики человека существует множество методов. Это свидетельствует о том, что ни один из них не является совершенным и необходимо комплексное использование методов антропогенетики. Основными методами являются генеалогический, близнецовый, популяционно-статистический, дерматоглифический, цитогенетический, экспресс-методы определения полового хроматина, пренатальная диагностика, онтогенетический, иммунологический, биохимический методы.

*Близнецовый метод* базируется на сравнительном изучении признаков близнецов. Он позволяет уточнить перечень наследственных болезней, болезней с наследственной предрасположенностью, определить роль наследственных факторов среды в патогенезе болезни, провести своевременную профилактику болезни одного из

близнецов при заболевании второго.

*Генеалогический метод* – это метод построения и изучения родословной пробанда. Пробанд – это человек, для которого строится родословная и с которого начинается исследование семьи. Для построения родословной используются специальные символы (рис.7). При построении родословной каждое поколение исследуемых лиц располагается в одну строчку и его целесообразно обозначать римскими цифрами. По исследованию фенотипов нескольких поколений родственников можно установить характер заболевания, тип наследования признака (аутосомно-доминантный, аутосомно-рецессивный, сцепленный с полом), гетерозиготное носительство патологического гена и в ряде случаев определить вероятность рождения ребенка с наследственной патологией.

*Популяционно-статистический метод* основан на данных демографической статистики и базируется на математической обработке данных о частоте встречаемости тех или иных признаков, распределении генных и хромосомных аномалий в человеческих популяциях. Используя закон Харди-Вайнберга, можно рассчитать частоту гетерозиготного носительства патологического гена в человеческих популяциях. Популяционно-статистическим методом широко пользуются органы здравоохранения для решения вопросов медицинского, медикаментозного и диагностического обеспечения населения.

*Цитогенетический метод* основан на микроскопическом исследовании хромосом. Для идентификации хромосом проводят морфометрический анализ длины хромосом и центромерный индекс, после чего проводят анализ кариотипа по Денверской классификации.

**Цель занятия:** 1. Знание сущности и значения методов изучения генетики человека. 2. Умение составлять родословные и определять по ним тип и вариант наследования 3. Ознакомление с ролью социальных факторов в реализации генотипа в фенотип.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Человек как специфический объект генетического анализа. Роль социальных факторов в реализации генотипа в фенотип у человека.
2. Методы изучения генетики человека:
  - генеалогический метод, его символика, цели и задачи;
  - близнецовый метод, его значение для изучения фенотипической изменчивости и предрасположенности человека к наследственным заболеваниям;

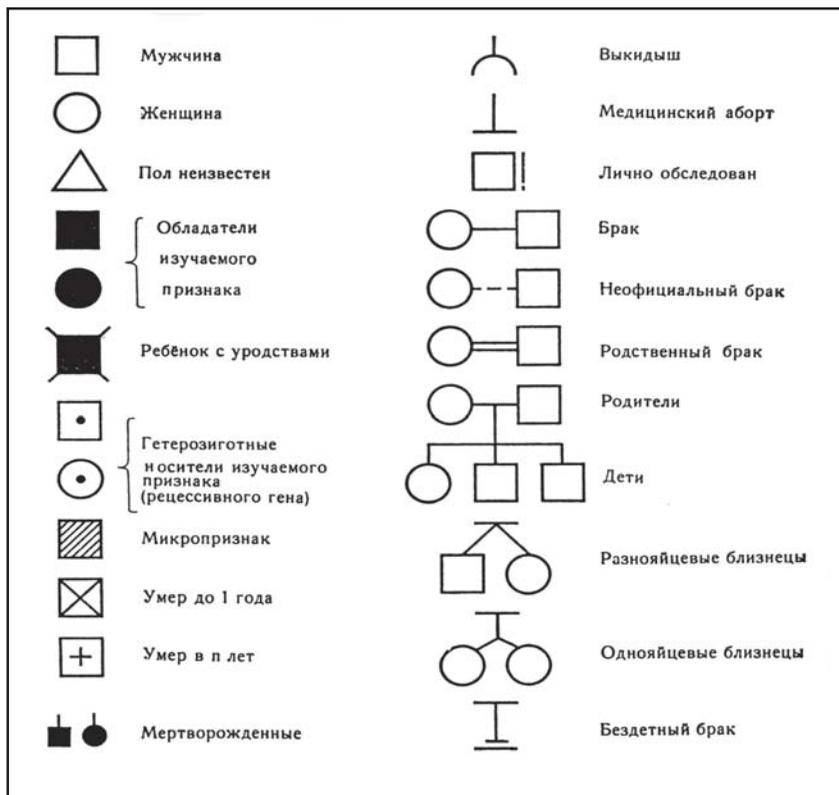


Рис. 7. Генеалогическая символика для составления родословной.

- популяционно-статистический метод, возможности его использования в практическом здравоохранении;
  - цитогенетический метод как метод диагностики хромосомных заболеваний человека;
  - онтогенетический метод как метод изучения признаков в процессе индивидуального развития организма;
  - иммунологический метод как метод изучения иммунного гомеостаза при определении гистосовместимости организма;
  - биохимический метод как метод диагностики наследственных болезней обмена веществ;
  - методы гибридизации соматических клеток;
  - молекулярно-генетические методы;
  - методы пренатальной диагностики наследственных заболеваний;
3. Значение антропогенетики для медицины.

## Литература:

1. с. 5-32. 2. с. 169-181.

### Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Трудности, связанные с изучением генетики человека:

а) невозможность проведения у человека произвольного и анализирующего скрещиваний; б) большой набор хромосом и большое число групп сцепления генов; в) медленная смена поколений и малочисленность потомства; г) позднее половое созревание и длительное вынашивание ребенка в утробе матери; д) сходные социальные условия жизни людей.

2. Возможности генеалогического метода антропогенетики:

а) определение характера заболевания; б) определение типа и варианта наследования; в) выявление гетерозиготного носительства патологического гена; г) в ряде случаев определение вероятности рождения ребенка с наследственной патологией; д) установление диагноза.

3. Характеристика аутосомно-доминантного типа наследования:

а) признак прослеживается по горизонтали; б) признак прослеживается по горизонтали и вертикали; в) в одинаковой степени болеют мужчины и женщины; г) чтобы ребенок был болен, должен болеть один из родителей; д) ген проявляется в гомо- и гетерозиготном состояниях.

4. Характеристика аутосомно-рецессивного типа наследования:

а) признак прослеживается по горизонтали; б) ген проявляется в гомозиготном состоянии, вероятность рождения больных детей повышается при инбридинге; в) болеют мужчины, женщины являются носителями патологического гена; г) в одинаковой степени болеют мужчины и женщины; д) вероятность рождения больных детей у здоровых гетерозиготных родителей составляет 25 %.

5. Характеристика рецессивного сцепленного с X-хромосомой типа наследования:

а) признак прослеживается по горизонтали; б) болеют мужчины, женщины являются носителями патологического гена; в) патологический ген наследуется от матери к сыну, от отца к дочери; г) в одинаковой степени болеют мужчины и женщины; д) в случае, если отец здоров, а мать носительница патологического гена, половина сыновей будет больна, половина дочерей – носители патологического гена.

6. Характеристика доминантного сцепленного с X-хромосомой типа наследования:

а) признак прослеживается по горизонтали и вертикали; б) в одинаковой степени болеют мужчины и женщины; в) болеют мужчины, а женщины являются гетерозиготными носителями патологического гена; г) ген проявляется в гемизиготном состоянии; д) чтобы ребенок был болен, должен болеть один из родителей.

7. Возможности близнецового метода антропогенетики:

а) уточнение перечня наследственных заболеваний и болезней с наследственной предрасположенностью; б) определение роли наследственных факторов и среды в проявлении болезни; в) проведение своевременной профилактики болезни одного из близнецов при заболевании второго; г) определение количества гетерозигот в популяции; д) решение вопроса медицинского, медикаментозного и диагностического обеспечения населения.

8. Возможности популяционно-статистического метода антропогенетики:

а) определение количества гетерозигот в популяции; б) решение вопроса медицинского, медикаментозного и диагностического обеспечения населения; в) выявление дрейфа генов в популяции; г) уточнение перечня наследственных заболеваний и болезней с наследственной предрасположенностью; д) определение роли наследственных факторов и среды в проявлении болезни.

9. Дискордантность это проявление изучаемого признака у:

а) родителей и детей; б) обоих близнецов пары; в) одного из близнецов пары; г) двух пар близнецов; д) одной из двух пар близнецов.

10. Конкордантность это проявление изучаемого признака у:

а) родителей и детей; б) обоих близнецов пары; в) одного из близнецов пары; г) двух пар близнецов; д) одной из двух пар близнецов.

11. Возможности цитогенетического метода антропогенетики:

а) позволяет установить наследственные болезни, связанные с изменением числа и структуры хромосом, транслокацией; б) определить тип и вариант наследования; в) диагностировать наследственные болезни обмена веществ; г) определить вероятность рождения больного ребенка; д) установить диагноз.

12. В основе цитогенетического метода лежат следующие цитологические и генетические методы:

а) цитологический – дифференциальное окрашивание, генетический – кариотипирование; б) цитологический – гистохимический, генетический – клонирование; в) цитологический – метод культуры тканей, генетический – кариотипирование; г) цитологический – рутинное окрашивание, генетический – кариотипирование; д) цитологический – гистохимический, генетический – секвенирование.

13. Возможности экспресс-метода определения полового хроматина:

а) выявление наследственных болезней, связанных с изменением структуры половых хромосом; б) выявление наследственных болезней, связанных с изменением числа половых хромосом; в) определение пола при гермафродитизме и транссексуализме; г) определение пола плода при подозрении на болезни, сцепленные с полом; д) определение пола при судебной экспертизе.

14. Количество X-хроматин - положительных ядер буккального эпителия в норме у женщин и мужчин:

а) 50 - 60 % и 0%; б) 60 - 70 % и 1 - 2%; в) 20 - 40 % и 1 - 3%; г) у 40 - 50 % и 1 - 2%; д) 5 - 10 % и 0%.

15. Для определения X-хроматина исследуют:

а) эпидермис кожи; б) буккальный эпителий; в) уровень половых гормонов; г) эритроциты; д) лейкоциты.

16. Возможности биохимического метода антропогенетики:

а) выявление наследственных болезней обмена веществ; б) выявление хромосомных наследственных болезней; в) позволяет определить тип и вариант наследования; г) определение пола плода при подозрении на болезни, сцепленные с полом; д) определение пола при судебной экспертизе.

17. Наследственные болезни обмена веществ диагностируются на следующих уровнях проявления действия гена:

а) на молекулярном – структуру и количество исходного вещества; б) на клеточном – дефектные ферменты; в) на организменном – промежуточные продукты метаболизма; г) на тканевом – антигены; д) на органном – конечные продукты метаболизма.

18. Возможности иммунологического метода антропогенетики:

а) выявление наследственных болезней обмена веществ; б) изучение антигенного состава клеток и жидкостей организма; в) выявление болезней, сцепленных с полом; г) определение пола плода при подозрении на болезни, сцепленные с полом; д) определение пола при судебной экспертизе.

19. Возможности онтогенетического метода антропогенетики:

а) изучает проявление признака в индивидуальном развитии; б) ранняя диагностика наследственных болезней; в) своевременные лечение и профилактика наследственных болезней; г) изучает изменение активности генов в гетерозиготном состоянии; д) изучение антигенного состава клеток и жидкостей организма.

20. Методы определения гетерозиготного носительства патологического гена:

а) изучение микросимптомов; б) нагрузочные тесты; в) микроско-

пическое исследование клеток и тканей; г) определение активности фермента; д) кариотипирование.

21. Возможности молекулярно-генетического метода:

а) выявление наследственных болезней обмена веществ; б) определение изменений структуры и функции нуклеиновых кислот; в) выделение генов и введение их в клетку; г) определение пола плода при подозрении на болезни, сцепленные с полом; д) определение пола при судебной экспертизе.

22. Возможности метода генетики соматических клеток:

а) получение генов в чистом виде; б) получение клеток - гибридов; в) проведение анализа сцепления генов и локализации генов; г) изучение механизмов взаимодействия генов и регуляции генной активности; д) изучение хромосомных мутаций.

23. Метод картирования хромосом человека:

а) цитогенетический; б) онтогенетический; в) иммунологический; г) биохимический; д) гибридизации соматических клеток.

24. Фармакогенные препараты:

а) сульфаниламидные (фенацитин, пирамидон, ПАСК); б) барбитораты; в) антибиотики; г) нестероидные противовоспалительные препараты; д) сердечные гликозиды.

### **Лабораторная работа**

**I. Построить родословную своей семьи по одному-двум признакам.**

Работа выполняется как домашнее задание в протоколе. При выполнении работы воспользоваться символикой, приведенной на рис.7. Необходимо отметить пробанда, тип наследования признака, генотипы особей по изучаемому признаку.

**II. Решить задачи на построение и анализ родословных**

№48. Составить родословную семьи со случаем шизофрении. Пробанд – больная шизофренией женщина. Ее брат, сестра и отец здоровы. Со стороны отца имеются следующие родственники: дядя, больной шизофренией, и две тетки – здоровые. Одна из теток имеет трех здоровых детей, вторая – здорового сына. Дед и бабушка со стороны отца здоровы; сестра бабушки болела шизофренией. Мать пробанда, дядя, дед и бабушка с материнской стороны здоровы; у дяди два здоровых ребенка. Определить характер наследования болезни и указать генотипы возможно большего числа лиц.

№49. Составить родословную семьи с редким заболеванием эпилоией, которое детерминируется геном с летальным действием. Большинство лиц с врожденной эпилоией (патологическое разрастание

кожи, умственная отсталость, судорожные припадки, наличие опухолей сердца, почек и других органов) погибает, не достигнув половой зрелости. При слабой выраженности синдрома некоторые из таких больных выживают и дают потомство. Пробанд – женщина, страдающая эпилепсией, в браке со здоровым мужчиной имела троих детей: здорового сына и дочь и больную дочь, у которой впоследствии родилось пятеро детей: здоровые два сына и две дочери и одна дочь эпилепсией. Установлено, что у этой больной женщины (дочери пробанда) было два мертворожденных ребенка. Построить родословную, определить, каким геном, доминантным или рецессивным, детерминируется это заболевание и как можно объяснить различный эффект этого гена.

№50. Составить родословную семьи по короткопалости (брахидактилии) и определить характер наследования этого признака и генотипы указанных в родословной лиц. Пробанд – женщина с короткопалостью имеет трех здоровых братьев и одну здоровую сестру. Отец пробанда короткопалый. Со стороны отца дядя и одна тетя короткопалые, а вторая имеет нормальную кисть. У дяди из десяти детей семеро с короткопалой кистью (три сына и четыре дочери), а один сын и две дочери с нормальной кистью. Бабка по отцу была короткопалой, а все родственники по матери нормальные.

## **ТЕМА № 12. ОСНОВЫ ЦИТОГЕНЕТИКИ, НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ (Итоговое занятие)**

**Цель занятия:** Закрепление знаний материала по организации молекулярно-генетического, клеточного и онтогенетического уровней живого, размножению организмов, наследственности, изменчивости и методам антропогенетики.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Сущность жизни. Фундаментальные свойства живого. Эволюционно-обусловленные уровни организации живого.
2. Организация генетического материала у неклеточных форм жизни, про- и эукариот.
3. Строение ДНК. Правила Чаргаффа. Постулаты Уотсона и Крика. Видовая специфичность ДНК. Авторепродукция ДНК, ее виды.
4. РНК, ее типы и строение. Синтез РНК, его этапы (первичный транскрипт, процессинг, сплайсинг).

5. Молекулярная организация хромосом эукариот: строение нуклеосомы, значение гистоновых и кислых белков, ионов металлов; уровни упаковки ДНК (нуклеосомная нить, хроматиновая фибрилла, интерфазная хромонема, метафазная хромосома).

6. Эухроматин. Гетерохроматин (факультативный, конститутивный).

7. Ген – фрагмент геномной нуклеиновой кислоты. Спейсеры. Избыточные гены.

8. Генетический код, его характеристика.

9. Цитология как наука, ее роль в биологии.

10. Клеточная теория, основные этапы ее развития (М.Шлейден, Т.Шванн, Р.Вирхов). Современное состояние клеточной теории.

11. Клетка – элементарная генетическая и структурно-функциональная биологическая единица организации живого.

12. Особенности строения прокариотических и эукариотических клеток.

13. Методы изучения клетки: гистологический, гистохимический, микроскопические (световая, люминисцентная, ультрафиолетовая, фазовоконтрастная, электронная микроскопии) и др.

14. Строение светового микроскопа. Правила работы с микроскопом на малом, большом увеличениях и с имерсионным объективом.

15. Структурные компоненты клетки.

16. Оболочка клетки. Цитоплазматическая мембрана, особенности ее строения и функции. Аквапорины, их роль в проведении воды.

17. Строение цитоплазмы:

– структурная организация и свойства гиалоплазмы;

– органеллы общего назначения, их морфология и функциональная характеристика;

– органеллы специального назначения, их функциональная морфология;

– цитоплазматические включения, их классификация и значение в клетке.

18. Строение ядра эукариотической клетки. Ядерно-цитоплазматическое отношение как показатель функционального состояния клетки.

19. Морфофункциональная характеристика хромосом. Типы и правила хромосом.

20. Кариотип, идиограмма. Характеристика кариотипа человека. Денверская и Парижская классификации хромосом человека.

21. Клетка как открытая система. Понятие о внешнем и внутреннем обмене веществ в клетке.

22. Организация потока энергии в клетке в процессах фотосинтеза, брожения, дыхания. АТФ – универсальный источник энергии.

23. Поток внешней и внутренней информации в клетке. Кодирование генетической информации в клетке.

24. Поток вещества в клетке. Биосинтез белка, кодовая система белка.

25. Мембранный транспорт веществ в клетку: диффузия, пассивный, сопряженный и активный транспорт (эндоцитоз, экзоцитоз).

26. Жизненный цикл клетки, его периоды и характеристика. Цитогенетическая характеристика ядра клетки в период интерфазы.

27. Деление клетки, его типы и виды.

28. Митоз:

– собственно митоз, его фазы, динамика распределения генетического материала, биологическое значение;

– мейоз; фазы мейоза, их цитологическая и цитогенетическая характеристики; биологическое значение;

– эндомитоз и политения; механизмы их возникновения и биологическое значение.

29. Амитоз, его виды и формы, биологическое значение.

30. Клеточная пролиферация. Проблема клеточной пролиферации в медицине.

31. Регуляторы клеточного цикла (белки-циклины, циклинзависимые киназы) и их значение для фармации.

32. Размножение – универсальное свойство живого. Эволюция форм размножения.

33. Бесполое размножение, его виды, биологическое значение. Полиэмбриония как вид бесполого размножения у организмов, размножающихся половым путем.

34. Половое размножение, его виды. Преимущества полового размножения перед бесполом. Формы полового размножения у одноклеточных и многоклеточных животных.

35. Особенности полового размножения у многоклеточных животных:

– мейоз как специфический процесс при формировании половых клеток;

– закономерности ово- и сперматогенеза у млекопитающих;

– морфологические и функциональные особенности зрелых гамет у млекопитающих;

– осеменение (наружное и внутреннее), ферментативные процессы

при осеменении; искусственное осеменение у млекопитающих;

– оплодотворение, его фазы, биологическая сущность;

– моно- и полиспермия.

36. Нерегулярные типы полового размножения.

37. Формирование полового диморфизма и раздельнополости в процессе эволюции.

38. Генетика как наука о наследственности и изменчивости.

Предмет, задачи и методы генетики. Этапы развития генетики. Вклад белорусских ученых в развитие генетики.

39. Основные понятия генетики (наследственность, наследование, изменчивость, ген, аллельные гены, гомозигота, гетерозигота, гемизигота, доминантные и рецессивные гены, генотип, гаплотип, фенотип, генофонд).

40. Уровни организации наследственного материала у про- и эукариот

41. Генный уровень организации наследственного материала у прокариот:

– строение гена;

– гипотеза Дж. Бидла и Э. Таттума «Один ген - один фермент», ее современная трактовка;

– классификация генов (структурные, синтез РНК, регуляторные);

– экспрессия генов в процессе биосинтеза белка (гипотеза Ф. Жакоба и Ж. Моно).

42. Генный уровень организации наследственного материала у эукариот:

– мозаичное строение гена, феномены процессинга и сплайсинга;

– особенности регуляции экспрессии генов; роль стероидных гормонов.

43. Теория гена, ее положения.

44. Генная инженерия, ее цели и задачи. Получение генетического материала. Введение и включение генов в генетический аппарат клеток. Вопросы биоэтики при проведении исследований по рекомбинации ДНК, клонированию соматических клеток человека и выращиванию химер.

45. Биотехнология, ее значение для фармации.

46. Генетически модифицированные организмы. Генетически модифицированные продукты.

47. Хромосомный уровень организации наследственного материала у эукариот:

– хромосомная теория пола;

– балансовая теория пола, значение баланса аутосом и половых хромосом у человека;

– сцепленное с полом наследование у человека;

– хромосомы как группы сцепления генов; полное и неполное сцепление. Правило Т.Моргана. Группы сцепления генов у человека;

– цитологические и генетические карты хромосом, методы их построения;

– основные положения хромосомной теории наследственности.

48. Геномный уровень организации наследственного материала:

– особенности генома прокариот;

– особенности генома эукариот;

– избыточность генома, ее значение;

– программа «Геном человека», ее значение; вопросы биоэтики при изучении генома человека.

49. Цитоплазматическая наследственность. Плазмогены и плазмон.

50. Генетическая система клетки.

51. Наследование. Типы и виды при моногенном и полигенном наследовании.

52. Гибридологический анализ, его сущность.

53. Моногенное наследование признаков, его закономерности:

– закономерности наследования при моногибридном скрещивании (закон единообразия гибридов первого поколения, закон расщепления, закон «чистоты гамет» У.Бэтсона и его цитологические основы; анализирующее скрещивание прямое и обратное);

– закономерности наследования при ди- и полигибридном скрещивании (закон независимого комбинирования неаллельных генов и его цитологические основы); решетка Пеннета; фенотипический радикал;

– условия проявления законов Г.Менделя, их статистический характер;

– менделирующие признаки, условия их проявления; менделирующие признаки человека.

54. Полигенное наследование признаков, условия его проявления. Доза гена.

55. Фенотип. Значение генетических факторов в формировании фенотипа:

– взаимодействие генов из одной аллели (доминирование, рецессивность, неполное доминирование, сверхдоминирование, кодоминирование);

– взаимодействие генов из разных аллелей (эпистаз доминантный и

рецессивный, гипостаз, комплементарность);

– множественные аллели; наследование групп крови человека по системе АВО;

– плейотропное действие гена; поле действия гена; генокопии.

56. Влияние факторов среды на реализацию генотипа в фенотип:

– роль среды и индивидуального развития на реализацию генотипа в фенотип;

– качественная и количественная специфика проявления генов в признаке (экспрессивность и пенетрантность гена); фенокопии.

57. Мультифакториальный принцип формирования фенотипа как выражение единства генетических и средовых факторов.

58. Изменчивость, ее типы и виды.

59. Онтогенетическая изменчивость. Механизмы ее проявления в процессе индивидуального развития человека. Роль онтогенетической изменчивости в проявлении наследственных болезней человека.

60. Модификационная изменчивость. Норма реакции.

61. Комбинативная изменчивость, ее значение в обеспечении генетического разнообразия людей. Система браков.

62. Мутационная изменчивость. Теория Г. де Фриза. Классификация мутаций.

63. Характеристика генеративных и соматических мутаций.

64. Характеристика генных, хромосомных, межхромосомных, геномных и цитоплазматических мутаций.

65. Характеристика мутаций по адаптивному значению.

66. Спонтанные мутации, механизмы их возникновения.

67. Индуцированные мутации. Физические, химические и биологические мутагены, механизмы их действия. Супермутагены, канцерогены, комутагены, антимутагены. Онкогены. Генетическая опасность загрязнения окружающей среды мутагенами.

68. Репарация генетического материала. Фотореактивация. Темновая репарация. Пострепликативная репарация. Мутации, связанные с нарушением репарации, их роль в патологии человека.

69. Человек как специфический объект генетического анализа. Роль социальных факторов в реализации генотипа в фенотип у человека.

70. Методы изучения генетики человека:

– генеалогический метод, его символика, цели и задачи;

– близнецовый метод, его значение для изучения фенотипической изменчивости и предрасположенности человека к наследственным заболеваниям;

- популяционно-статистический метод, возможности его использования в практическом здравоохранении;
- цитогенетический метод как метод диагностики хромосомных заболеваний человека;
- онтогенетический метод как метод изучения признаков в процессе индивидуального развития организма;
- иммунологический метод как метод изучения иммунного гомеостаза при определении гистосовместимости организма;
- биохимический метод как метод диагностики наследственных болезней обмена веществ;
- методы гибридизации соматических клеток;
- молекулярно-генетические методы.

71. Значение антропогенетики для медицины.

### **Литература:**

1. с. 5-168. 2. с. 5-178.

## **ТЕМА №13. ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ, МЕХАНИЗМЫ ЕГО РЕГУЛЯЦИИ**

Онтогенез (гр. *ontos* – существо, *genesis* – образование) – индивидуальное развитие организма с момента образования зиготы до смерти, в течение которого реализуется наследственная информация, полученная от родителей в конкретных условиях окружающей среды.

Различают два типа индивидуального развития – непрямое и прямое. В свою очередь непрямое развитие проявляется в личиночной форме, а прямое – в неличиночной и внутриутробной. Непрямой личиночный тип развития характерен для видов, яйца которых бедны желтком.

**Цель занятия:** 1. Знание основных закономерностей эмбрионального развития, механизмов его регуляции, производных зародышевых листков, взаимоотношений материнского организма и плода, особенностей эмбрионального развития человека. 2. Умение определять стадии эмбрионального развития позвоночных на микропрепаратах. 3. Ознакомление с критическими периодами в эмбриогенезе.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Онтогенез, его типы и виды. Периодизация онтогенеза.
2. Эмбриональный период, его характеристика: оплодотворение, дробление, гаструляция, гисто- и органогенез.

3. Зародышевые оболочки организма, их роль во взаимоотношениях материнского организма и плода.

4. Особенности внутриутробного развития человека:

– пренатальное развитие человека в начальный, зародышевый и плодный периоды;

– критические периоды развития;

– роль факторов среды на эмбриональное развитие; тератогенные факторы среды (физические, химические, биологические);

– вклад белорусских ученых в развитие тератологии человека.

### **Литература:**

1. с. 168-186. 2. с. 226-243.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Типы и виды онтогенеза:

а) непрямо́й (с полным и неполным метаморфозом); б) неличиночный (с полным метаморфозом); в) прямо́й (неличиночный и внутриутробный); г) личиночный; д) прямо́й (личиночный и внутриутробный).

2. Характеристика непрямого развития:

а) характерно для яйцеклеток бедных желтком; б) после выхода из яйцевых оболочек особь проходит дополнительные стадии развития и имеет провизорные органы; в) характерно для яйцеклеток богатых желтком; г) после выхода из яйцевых оболочек особь проходит дополнительные стадии развития и не имеет провизорных органов; д) характерен для яйцеклеток с чрезмерным содержанием желтка.

3. Характеристика прямого типа развития:

а) характерен для тело- и изолецитальных яиц; б) после выхода из яйцевых оболочек особь не проходит дополнительных стадий и не имеет провизорных органов; в) после выхода из яйцевых оболочек особь отличается от родительской меньшими размерами и незрелостью систем органов; г) после выхода из яйцевых оболочек особь проходит дополнительные стадии развития и не имеет провизорных органов; д) характерен для яйцеклеток с чрезмерным содержанием желтка.

4. Типы и виды дробления:

а) полное (равномерное и неравномерное); б) неполное (неравномерное и дискоидальное); в) полное (поверхностное и дискоидальное); г) неполное (поверхностное и дискоидальное); д) неполное (равномерное и дискоидальное).

5. Тип и вид дробления, характерные для изолецитальных яйцеклеток:

а) полное неравномерное; б) неполное поверхностное; в) полное равномерное; г) неполное дискоидальное; д) неполное поверхностное.

6. Тип и вид дробления, характерные для телолецитальных яйцеклеток с умеренным содержанием желтка:

а) полное неравномерное; б) неполное дискоидальное; в) полное поверхностное; г) полное дискоидальное; д) неполное поверхностное.

7. Тип и вид дробления, характерные для телолецитальных яйцеклеток с чрезмерным содержанием желтка:

а) неполное поверхностное; б) неполное дискоидальное; в) полное неравномерное; г) полное дискоидальное; д) неполное поверхностное.

8. Тип и вид дробления, характерные для центрolecитальных яйцеклеток:

а) полное поверхностное; б) неполное дискоидальное; в) неполное поверхностное; г) полное дискоидальное; д) равномерное поверхностное.

9. Тип и вид дробления зиготы человека:

а) полное равномерное; б) полное неравномерное; в) неполное поверхностное; г) полное дискоидальное; д) равномерное поверхностное.

10. Типы гастрюляции:

а) инвагинация, деляминация; б) дискоидальная; в) иммиграция, эпиболия; г) иммиграция клеток эктодермы; д) равномерное поверхностное.

11. Составные части мезодермы:

а) телобласты; б) мезенхима; в) мезобласт; г) бластопор; д) синтиобласты.

12. Пути образования мезенхимы:

а) иммиграция клеток энтодермы; б) иммиграция клеток эктодермы; в) деляминация; г) эпиболия; д) дискоидальный.

13. Пути образования мезобласта:

а) иммиграция клеток энто- и эктодермы; б) деляминация; в) телобластический; г) энтероцельный; д) дискоидальный.

14. Производные эктодермы:

а) нейроны нейроглии головного мозга, спинного мозга и органов чувств; б) эпидермис кожи и его производные, кожные железы; в) мочеполовая система; г) эпителий передней и задней кишки; д) опорно-двигательный аппарат, все виды соединительной ткани.

15. Производные мезодермы:

а) опорно-двигательный аппарат, все виды соединительной ткани; б) кровеносная и лимфатическая системы; в) органы чувств; г) мочеполовая система; д) эпидермис кожи и его производные, кожные

железы.

16. Производные энтодермы это эпителий:

а) передней и задней кишки; б) средней кишки; в) бронхов; г) печени и поджелудочной железы; д) желудка.

17. Значение желточной оболочки для плода человека:

а) образование первичных половых клеток (гонобластов), первичных кровеносных сосудов и первичных клеток крови; б) редуцируется и входит в состав пупочного канатика; в) трофическая функция; г) кроветворная функция; д) дыхательная функция.

18. Значение аллантаоиса для плода человека:

а) роль почки накопления; б) входит в состав пупочного канатика; в) через него идут кровеносные сосуды к плаценте, что обуславливает газообмен и выделение у плода; г) кроветворная функция; д) трофическая функция.

19. Значение хориона для плода человека:

а) специфический барьер для микроорганизмов и ряда вредных веществ; б) образует хорион-аллантаоис, выполняющий дыхательную функцию; в) входит в состав детского места; г) входит в состав пупочного канатика; д) обеспечивает развитие плода в водной среде.

20. Значение амниона для плода человека:

а) обеспечивает развитие плода в водной среде; б) предохраняет плод от механических воздействий и прилипания к оболочкам; в) принимает участие в образовании плаценты; г) входит в состав детского места; д) входит в состав пупочного канатика.

21. Критические периоды развития у человека (по П.Г.Светлову):

а) протиготный; б) имплантации; в) плацентации; г) родов; д) наступление половой зрелости.

22. Причины, приводящие к увеличению степени риска рождения ребенка с наследственной патологией:

а) вредные привычки родителей; б) возраст матери моложе 18 и старше 35 лет; в) воздействие мутагенов; г) эндокринные заболевания родителей; д) психические заболевания.

### Лабораторная работа

**I. Изучить макропрепараты в музее:** «Метаморфоз мухи», «Метаморфоз пчелы», «Развитие рыбы», «Зародыш акулы с желточным мешком», «Развитие земноводных», «Развитие птицы», «Эмбриональное развитие млекопитающих», «Эмбриональное развитие человека».

**II. Изучить демонстрационные микропрепараты (без зарисовки):**

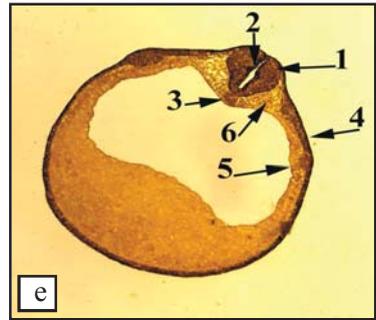
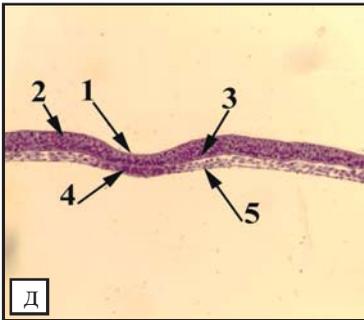
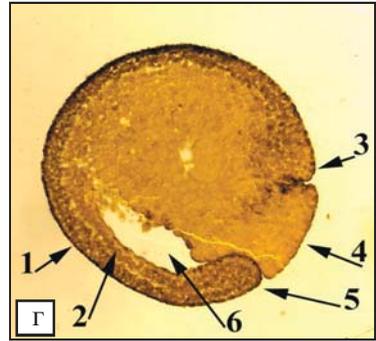
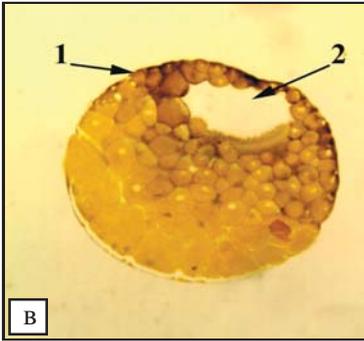
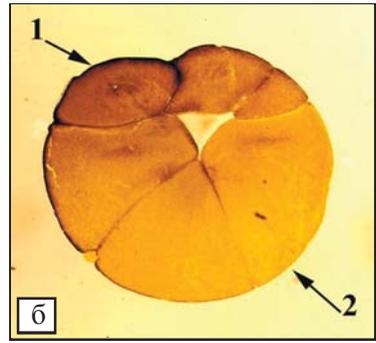
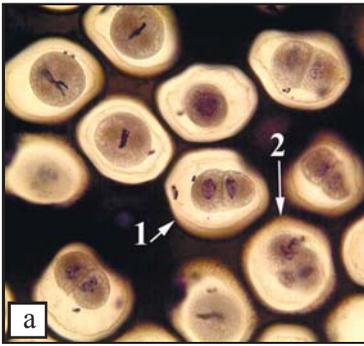


Рис. 8. Стадии эмбрионального развития организмов:

а - дробление яйцеклетки аскариды (1- стадия 2-х и 2- 4-х бластомеров); б - дробление яйцеклетки лягушки (1 - микро-, 2 - макробластомеры); в - бластула лягушки (1- бластодерма, 2 - бластоцель); г - гастрюла лягушки (1 - эктодерма, 2 - энтодерма, 3 -дорсальная губа бластопора, 4 - желточная пробка, 5 - вентральная губа бластопора, 6 - гастрюцель); д - зародыш курицы на стадии первичной полоски (1 -углубление первичной полоски, 2 - эктодерма, 3 - базальная мембрана, 4 - мезодерма, 5 - энтодерма); е - нейрула лягушки (1 - нервная трубка, 2 - невроцель, 3 - хорда, 4 - экто-, 5 - энто-, 6 - мезодерма).

- «Дробление яйцеклетки аскариды» (280х). Препарат представляет поперечный срез матки свиной аскариды. Матка нафарширована яйцами. В яйцевых оболочках можно увидеть зиготы на разных стадиях дробления (рис. 8а).

- «Дробление яйцеклетки лягушки» (16х). Препарат представляет собой срез дробящегося яйца лягушки. Обратит внимание на различную величину бластомеров. Мелкие бластомеры находятся в области анимального полюса, а крупные – в области вегетативного полюса (рис. 8б).

- «Бластула лягушки» (16х). Препарат представляет собой срез бластулы. Хорошо видно массивное дно бластулы, состоящее из крупных бластомеров. Между ними располагается полость – бластоцель. Бластодерма многослойна и состоит из одинаковых клеток (рис. 8в).

- «Гастрюла лягушки» (16х). Препарат представляет срез гастрюлы. Часть материала дна гастрюлы заполняет бластопор в виде пробки. Хорошо выражена дорсальная губа бластопора и формирующаяся под ней полость – гастроцель. Вентральная губа бластопора менее развита. Между эктодермой и энтодермой видны остатки бластоцеля (рис. 8г).

- «Зародыш курицы на стадии первичной полоски» (56х). Можно видеть, что первичная плоска представляет собой уплотненный тяж клеток. Зародыш на большем протяжении является двухслойным. Поверхностно расположенная эктодерма более плотная и толстая, чем энтодерма. С нижней стороны эктодерма отграничена базальной мембраной. По краям диска щель между зародышевыми листками не выражена. В средней части среза в эктодерме заметно небольшое углубление. Углубление в эктодерме представляет первичную полосу, где она утолщена, образует скопление клеток, сливающихся с энтодермой. Базальная мембрана отсутствует. По сторонам от первичной полоски между эктодермой и энтодермой видны рыхлые скопления клеток, представляющие собой закладку мезодермы. (рис. 8д)

- «Нейрула лягушки» (16х). Препарат представляет поперечный срез зародыша лягушки более позднего срока развития. Отмечается полное срастание краев нервной трубки, которая погружена под эктодерму. Нервная трубка содержит канал (невроцель). Под нервной трубкой заметны контуры хорды с радиально расположенными ядрами клеток. По обе стороны от этих образований видны сомиты. Отчетливо видна кольцеобразная форма зародыша. Полость гастрюлы ограничена желточными клетками энтодермы (рис. 8е).

- «Зародыш форели с желточным мешком» (16х). Найти зародыш,

желточный мешок, желток.

- «Аллантоис курицы» (16х). Обратить внимание на кровеносные сосуды аллантаиса.

- «Ворсинки хориона человека» (32х). Обратить внимание на структуру ворсинок хориона.

#### **ТЕМА № 14. ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ. СТАРЕНИЕ И СМЕРТЬ ОРГАНИЗМА.**

После рождения или выхода из яйцевых оболочек начинается постэмбриональный (постнатальный) период онтогенеза, который продолжается до смерти организма. Продолжительность индивидуальной жизни является видовым признаком и не зависит от уровня организации особи. В постэмбриональном периоде онтогенеза различают этапы: дорепродуктивный (ювенильный) – до полового созревания, репродуктивный (зрелый, пубертатный) – половое созревание и размножение и пострепродуктивный – период старения.

Завершающим закономерным этапом онтогенеза является смерть. Смерть – это прекращение жизнедеятельности организма, гибель его как целостной системы. У человека различают *клиническую* (терминальное состояние, наступающее после прекращения сердечной деятельности и дыхания, продолжающееся до наступления необратимых изменений в высших отделах ЦНС) и *биологическую смерть* (необратимое прекращение физиологических процессов в клетках и тканях, прежде всего, в клетках коры больших полушарий). Оживление организма проводится лишь в том случае, если он находится в состоянии клинической смерти, и клетки коры головного мозга не погибли.

Комплекс мероприятий, направленных на оживление больного в состоянии клинической смерти или агонии, называется реанимацией, которую проводят в отделениях интенсивной терапии.

**Цель занятия:** 1. Знание характеристики периодов постнатального онтогенеза, влияния эндокринных желез и витаминов на рост и развитие организма, особенностей конституции человека, биологических и социальных аспектов старения, характеристики клинической и биологической смерти организма. 2. Умение объяснить предрасположенность к заболеваниям у людей с различными конституционными типами. 3. Ознакомление с этическими и юридическими аспектами эутаназии.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Постнатальный онтогенез, его периоды.
2. Рост и развитие организма. Роль эндокринных желез и витаминов в постнатальном развитии человека.
3. Конституция человека. Классификация типов телосложения по форме тела, их медицинские аспекты.
4. Взаимодействие социального и биологического в дорепродуктивном, репродуктивном и пострепродуктивном периодах. Влияние на рост и развитие организма алкоголя, наркотиков, курения.
5. Старение организма (физиологическое и преждевременное). Биологические аспекты старения. Теории старения. Проблема долголетия. Геронтология и гериатрия. Роль социальных факторов.
6. Смерть организма (клиническая и биологическая). Возможность оживления организма, ее биологические аспекты. Эутаназия, ее этические и юридические аспекты.

### **Литература:**

1. с. 186-200. 2. с. 243-255.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Этапы постэмбрионального периода:
  - а) прозиготный, зиготный, дробление, гастрюляция, гисто- и органогенез;
  - б) дорепродуктивный, репродуктивный, пострепродуктивный;
  - в) ювенильный, пубертантный, старости;
  - г) зиготный, дробление, гастрюляция, гисто- и органогенез;
  - д) репродуктивный, пострепродуктивный.
2. Центральные железы внутренней секреции у человека:
  - а) щитовидная железа;
  - б) надпочечник;
  - в) поджелудочная железа;
  - г) гипофиз;
  - д) паращитовидные железы.
3. Периферические железы внутренней секреции:
  - а) половые железы;
  - б) гипофиз;
  - в) щитовидная и паращитовидные железы;
  - г) надпочечник;
  - д) поджелудочная железа.
4. Тропные гормоны передней доли гипофиза, регулирующие функции других желез:
  - а) соматотропный;
  - б) тиреотропный;
  - в) адренкортикотропный;
  - г) фолликулостимулирующий;
  - д) лютеинизирующий.
5. Собственные гормоны передней доли гипофиза:
  - а) тиреотропный;
  - б) соматотропный;
  - в) вазопресин;
  - г) паратгормон;
  - д) глюкагон.
6. Гормоны средней доли гипофиза:
  - а) меланотропин;
  - б) лютеинизирующий гормон;
  - в) минерало-

кортикоиды; г) глюкагон; д) соматотропный гормон.

7. Гормоны задней доли гипофиза:

а) фолликулостимулирующий гормон; б) вазопрессин; в) окситоцин; г) меланотропин; д) не вырабатываются.

8. Гормоны щитовидной железы:

а) тироксин; б) трийодтиронин; в) тиреотропный гормон; г) альдостерон; д) соматотропный гормон.

9. Гормоны парашитовидных желез:

а) окситоцин; б) меланотропин; в) паратгормон; г) глюкагон; д) соматотропный гормон.

10. Гормоны надпочечников:

а) адреналин; б) альдостерон; в) кортикостероиды; г) глюкокортикоиды; д) соматотропный гормон.

11. Гормоны островков Лангерганса поджелудочной железы:

а) кортикостерон; б) глюкагон; в) инсулин; г) альдостерон; д) соматотропный гормон.

12. Гормоны половых желез:

а) тестостерон; б) эстрогены; в) прогестерон; г) гонадотропные гормоны; д) альдостерон.

13. Основные действия соматотропного гормона:

а) стимуляция роста; б) регуляция обмена веществ; в) регуляция кровяного давления; г) регуляция функции надпочечников; д) регуляция половых желез.

14. Патологические состояния организма при нарушении синтеза соматотропного гормона:

а) гипофизарные нанизм; б) гигантизм; в) акромегалия; г) синдром Иценко-Кушинга; д) преждевременное половое созревание.

15. Основные действия вазопрессина:

а) регуляция диуреза; б) сосудосуживающее действие, регуляция кровяного давления; в) регуляция функции надпочечников; г) стимуляция сокращения гладких мышц матки; д) регуляция половых желез.

16. Патологические состояния организма при нарушении продукции вазопрессина:

а) несахарный диабет; б) миксидема; в) уменьшение диуреза вплоть до анурии; г) тетания; д) гигантизм.

17. Основное действие окситоцина:

а) регуляция диуреза; б) стимуляция сокращений гладких мышц матки; в) регулирует окислительно-восстановительные процессы; г) стимулирует рост фолликулов; д) регуляция половых желез.

18. Патологические состояния организма при нарушении продукции

окситоцина:

а) родовая слабость или преждевременные роды; б) анурия; в) бесплодие; г) евнухоидизм; д) акромегалия.

19. Основное действие гормонов щитовидной железы:

а) регуляция обмена веществ; б) влияют на рост организма и дифференцировку тканей; в) сосудосуживающий эффект; г) регуляция обмена натрия и калия; д) утилизация глюкозы.

20. Основные действия гормона паращитовидных желез:

а) регуляция метаболизма кальция, фосфора и их выделения из организма; б) регуляция диуреза; в) регуляция обмена натрия и калия; г) утилизация глюкозы; д) сосудосуживающий эффект.

21. Патологические состояния организма при дисфункции паращитовидных желез:

а) несахарный диабет; б) бронзовая болезнь; в) тетания; г) гиперкальцемический гиперпаратиреоз; д) акромегалия.

22. Основное действие адреналина:

а) регуляция тонуса сосудов; б) регуляция обмена веществ; в) метаболизм кальция и фосфора; г) влияет на дифференцировку тканей; д) сосудосуживающий эффект.

23. Патологические состояния организма при нарушении продукции адреналина:

а) гипотоническая или гипертоническая болезнь; б) стероидный диабет; в) гипергонадизм; г) микседема; д) акромегалия.

24. Основные действия кортикостероидов:

а) влияние на формирование пола; б) регуляция углеводного обмена; в) регуляция обмена натрия и калия; г) регуляция чувствительности стенок кровеносных сосудов к адреналину; д) метаболизм кальция и фосфора.

25. Основные действия инсулина и глюкагона:

а) регуляция углеводного обмена; б) инсулин способствует утилизации глюкозы, глюкагон – мобилизации глюкозы; в) способствуют превращению белков в углеводы; г) регуляция обмена веществ; д) регуляция белкового обмена.

26. Патологические состояния организма при дисфункции  $\alpha$ - и  $\beta$ -клеток островков Лангерганса:

а) сахарный диабет; б) гипогликемия, гипокликемическая кома; в) инсулиновая недостаточность; г) стероидный диабет; д) гипергонадизм.

27. Основные действия половых гормонов:

а) регуляция процессов полового созревания; б) регуляция гаметогенеза, овуляции, менструального цикла; в) формирование вторичных половых признаков; г) регуляция углеводного обмена; д) регуляция

обмена натрия и калия.

28. Жирорастворимые витамины:

а) А, Д, Е; б) К; в) группы В; г) С; д) Р, РР.

29. Водорастворимые витамины:

а) К; б) А, Д; в) группы В; г) С, Р, РР; д) фолиевая, пантотеновая кислота.

30. Проявление гиповитаминоза А:

а) задержка роста, б) гемерлопия, поражение роговицы, конъюнктивы; в) сухие дерматиты; г) ломкость капилляров; д) бесплодие.

31. Проявление гиповитаминоза D:

а) кровоизлияния; б) бесплодие; в) нарушение обмена кальция и фосфора, приводящее к рахиту и размягчению костей (остеомалация); г) гемерлопия; д) бесплодие.

32. Проявление гиповитаминоза К:

а) нарушение свертывания крови; б) кровоизлияния, кровотечения; в) гемолитическая анемия; г) пеллагра; д) бесплодие.

33. Проявление гиповитаминоза Е:

а) сухие дерматиты; б) пониженная резистентность; в) бесплодие; г) гемолитическая анемия; д) пеллагра.

34. Проявление гиповитаминоза С:

а) ломкость капилляров, приводящая к цинге, гингивитам, кровоизлияниям; б) задержка роста; в) неустойчивость к инфекциям; г) конъюнктивиты; д) пеллагра.

35. Проявление гиповитаминоза В<sub>1</sub>:

а) анемия; б) болезнь бери-бери; в) пеллагра; г) бесплодие; д) задержка роста.

36. Проявление гиповитаминоза В<sub>2</sub>:

а) ломкость капилляров; б) полиневриты; в) конъюнктивиты, блейфориты, кератиты; г) гемерлопия; д) задержка роста.

37. Проявление гиповитаминоза В<sub>6</sub>:

а) полиневриты; б) повышенная возбудимость; в) нарушение психики; г) анемия; д) задержка роста.

38. Проявление гиповитаминоза В<sub>12</sub>:

а) дефицитная анемия; б) дерматиты; в) болезнь бери-бери; г) нарушение психики; д) задержка роста.

39. Проявление гиповитаминоза РР:

а) анемия; б) цинга; в) пеллагра; г) болезнь бери-бери; д) задержка роста.

40. Классификация типов телосложения человека (типы конституции человека) по Бунаку В.В.:

а) грудной, мускулистый, брюшной; б) эктоморфный, мезоморфный,

## Гормональная регуляция онтогенеза человека

Железа	Гормоны	Основное воздействие	Патологическое состояние организма при	
			гипофункции	гиперфункции
<b>Гипофиз:</b> <i>передняя доля</i>  <i>средняя доля</i> <i>задняя доля</i>	1. СТГ 2. ТТГ 3. АКТГ 4. ФСГ 5. ЛГ 1. Меланотропин 1. Вазопресин 2. Окситоцин			
<b>Щитовидная железа</b>	1. Тироксин 2. Трийодтиронин			
<b>Паращитовидные железы</b>	1. Паратгормон			
<b>Надпочечники</b>	1. Адреналин 2. Альдостерон 3. Кортикостерон 4. Глюкокортикоиды			
<b>Островки Лангенганса поджелудочной железы</b>	1. Инсулин 2. Глюкагон			
<b>Клетки Лейдига семенников</b>	1. Тестостерон			
<b>Тека-клетки яичников</b>	1. Эстрогены			

эндоморфный; в) лептосомный, атлетический, пикнический; г) астенический, нормостенический, гиперстенический; д) грудной, мускулистый.

41. Классификация конституционных типов человека по М.В.Черноруцкому:

а) грудной, мускулистый, брюшной; б) эктоморфный, мезоморфный, эндоморфный; в) лептосомный, атлетический, пикнический; г) астенический, нормостенический, гиперстенический; д) грудной, мускулистый.

42. Характеристика клинической смерти:

а) остановка сердца; б) прекращение дыхания; в) отсутствие рефлекторных реакций; г) клетки всех органов живы; д) процессы метаболизма в клетке нарушены.

43. Характеристика биологической смерти:

а) клетки всех органов живы; б) необратимые процессы в клетках коры головного мозга; в) процессы метаболизма в клетках не нарушены; г) наличие рефлекторных реакций; д) клетки всех органов мертвы.

44. Активная эутаназия:

а) биологическая смерть; б) добровольный уход из жизни обреченного на смерть во время сна; в) смерть в результате прекращения оказания помощи обреченному больному; г) клиническая смерть; д) врачебная ошибка.

45. Пассивная эутаназия:

а) клиническая смерть; б) биологическая смерть; в) смерть в результате прекращения оказания помощи обреченному больному; г) клиническая смерть; д) врачебная ошибка.

### **Лабораторная работа**

#### **I. Изучить макропрепараты в музее:**

«Гипофиз, эпифиз млекопитающего», «Щитовидная, паращитовидные железы млекопитающего», «Надпочечники млекопитающего», «Половые железы млекопитающего».

#### **II. Заполнить в протоколе лабораторных работ таблицу**

*“Гормональная регуляция онтогенеза человека”*

# ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

## ТЕМА № 15. СТРУКТУРА ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ

Популяция (лат. *populus* – народ) – совокупность особей определенного вида, в течение длительного времени (большого числа поколений) населяющих определенное пространство, внутри которой осуществляется та или иная степень панмиксии и которая отделена от других популяций этого вида той или иной степенью изоляции. Популяция является единицей эволюции, т.к. это наименьшая неделимая структура, на которую действуют факторы эволюции. Она способна к самостоятельной эволюции и к видообразованию. Популяция имеет свои экологическую и генетическую характеристики. Экологически популяция характеризуется величиной занимаемой ею территории, численностью особей, плотностью, возрастным и половым составами, популяционной динамикой. Генетическая характеристика популяции – это сложившийся в процессе ее эволюции генофонд популяции. Генофонды природных популяций отличает генетическая гетерогенность, генетическое единство и динамическое равновесие особей с разными генотипами. Генетическая гетерогенность любой популяции при отсутствии мутаций, избирательной миграции организмов с различными генотипами и давления естественного отбора неизменна и находится в определенном равновесии. Этот вывод впервые математически был сделан Г. Харди и В. Вайнбергом (1908 г.). Используя закон Харди-Вайнберга можно вычислить насыщенность популяции определенными генами, рассчитать частоту их гетерозиготного носительства.

**Цель занятия:** 1. Знание экологической и генетической характеристики популяции; особенностей популяционной структуры человечества; сущности закона Харди-Вайнберга и условий его применения в человеческих популяциях; влияния элементарных эволюционных факторов на популяцию человека; генетического полиморфизма человеческих популяций. 2. Умение рассчитывать частоту встречаемости аллелей и генотипов в популяциях. 3. Ознакомление с прикладным использованием закона Харди-Вайнберга в практике провизора.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Популяционная структура вида. Популяция, ее экологическая и генетическая характеристики. Генофонд популяции. Закон Харди-

Вайнберга, условия его проявления.

2. Особенности популяционной структуры человечества. Демы. Изоляты. Особенности генофонда изолятов. Роль родоначальника. Применение закона Харди-Вайнберга для расчета частоты гетерозиготного носительства аллелей в человеческих популяциях.

3. Влияние элементарных эволюционных факторов на популяции людей: мутационный процесс, изоляция, дрейф генов, естественный отбор, отбор и контротбор, отбор против гомозигот и гетерозигот.

4. Генетический полиморфизм популяций человека, его классификация по характеру изменения генотипа (генный, хромосомный, геномный), по адаптивному значению (транзиторный, нейтральный, балансированный). Биологические и социальные аспекты генетического полиморфизма.

5. Генетические аспекты предрасположенности людей к соматическим заболеваниям.

6. Генетический груз, его виды (мутационный, сбалансированный, субституционный), биологическая сущность и медицинское значение.

### **Литература:**

1. с. 201-213. 2. с. 275-284.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Экологическая характеристика популяции человека:

а) численность и плотность населения; б) занимаемая территория; в) половой и возрастной состав; г) изоляция; д) генофонд.

2. Характеристика демов:

а) насчитывают до 5.000 особей; б) насчитывают до нескольких десятков особей; в) существуют в течение 1 - 2 поколений относительно изолировано от других группировок; г) через 1 - 2 поколения соединяются с другими группировками; д) может существовать предельно ограниченный обмен особями.

3. Характеристика изолятов:

а) насчитывают до 5.000 особей; б) насчитывают до нескольких десятков особей; в) пространственно изолированы от других популяций; г) может существовать предельно ограниченный обмен особями; д) через 1 - 2 поколения соединяются с другими группировками.

4. Последствия существования демов и изолятов:

а) перевод патологических рецессивных генов в гомозиготное состояние; б) снижение жизнеспособности и вымирание популяции; в) проявление дрейфа генов и “эффекта родоначальника”; г) перевод

патологических рецессивных генов в гетерозиготное состояние; д) повышение жизнеспособности и вымирание популяции.

5. Возможности использования закона Харди-Вайнберга это определение:

а) насыщенности популяции определенными генами; б) дрейфа генов; в) частоты гетерозиготного носительства патологического гена; г) “эффекта родоначальника”; д) генетического груза.

6. Элементарные эволюционные факторы, действующие на человеческие популяции:

а) естественный отбор; б) мутационный процесс, дрейф генов; в) популяционные волны; г) изоляция; д) урбанизация.

7. Пример действия отбора против гомозигот и контротбора за гетерозигот:

а) резус-конфликт; б) серповидно-клеточная анемия; в) брахидактилия; г) фенилкетонурия; д) алкаптонурия.

8. Виды полиморфизма по характеру наследственного материала:

а) нейтральный; б) генный; в) хромосомный; г) геномный; д) балансированный.

9. Виды полиморфизма по предполагаемой природе:

а) тразиторный; б) нейтральный; в) балансированный; г) субституционный; д) геномный.

10. Примеры генного полиморфизма у человека:

а) гены резус-фактора и овальной формы эритроцитов; б) гены групп крови по системам АВ0, Лютеран; в) множественные аллели генов А, В, С, D/Dr системы HLA; г) гены фенилкетонурии; д) гены алкаптонурии.

11. Примеры хромосомного полиморфизма у человека:

а) синдром “кошачьего крика”; б) синдром Орбели; в) синдром Хиршхорна; г) транслокация 21 пары хромосом на 13, 14, 15, 22-ю; д) синдромы Эдвардса-Смитта, Бартоломи-Патау.

12. Примеры геномного полиморфизма у человека:

а) синдром Орбели; б) синдромы Эдвардса-Смитта, Бартоломи-Патау; в) синдром Клайнфельтера; г) синдромы Шерешевского-Тернера, трисомии X; д) синдром “кошачьего крика”.

13. Сущность транзиторного полиморфизма:

а) в изменившихся условиях среды ген заменяется более выгодным; б) за счет естественного отбора популяция становится мономорфной по новому аллелю; в) обусловлен наличием двух или более аллелей; г) в изменившихся условиях среды ген заменяется менее выгодным; д) за счет естественного отбора популяция становится полиморфной по новому аллелю.

14. Сущность нейтрального полиморфизма:

а) связан с хромосомными мутациями; б) за счет случайных процессов изменяются генные частоты аллелей; в) в изменившихся условиях среды ген заменяется новым; г) связан с геномными мутациями; д) за счет определенных процессов изменяются генные частоты аллелей.

15. Сущность балансируемого полиморфизма:

а) связан с хромосомными аберрациями; б) возникает в результате дрейфа генов; в) обусловлен балансом между отбором гомозигот в пользу гетерозигот; г) связан с геномными мутациями; д) возникает в результате изоляции.

16. Сущность генетического груза:

а) относительное снижение жизнеспособности популяции; б) включает летальные и сублетальные мутации; в) увеличивает удельный вес наследственных заболеваний в человеческих популяциях; г) относительное повышение жизнеспособности популяции; д) включает полезные и нейтральные мутации.

17. Сущность мутационного генетического груза:

а) возникает за счет повторных мутаций; б) возникает в результате дрейфа генов; в) закрепляется естественным отбором; г) относительное повышение жизнеспособности популяции; д) включает полезные и нейтральные мутации.

18. Сущность сбалансированного генетического груза:

а) происходит случайное изменение генных частот аллелей; б) возникает при действии отбора на гомо- и гетерозигот; в) обусловлен наличием двух или более аллелей; г) происходит направленное изменение генных частот аллелей; д) возникает при действии отбора на гетерозигот.

19. Сущность субституционного генетического груза:

а) аллель, обеспечивающий норму, в измененных условиях становится отрицательным; б) действует отбор против гомозигот; в) связан с хромосомными аберрациями; г) аллель, обеспечивающий патологию, в измененных условиях становится положительным; д) действует отбор против гетерозигот.

20. Современное определение естественного отбора:

а) сохранение особей с полезными и гибель с вредными индивидуальными отклонениями; б) избирательное воспроизведение разных генотипов или генных комплексов популяции; в) отбор особей по признаку, обусловленному потребностями деятельности человека; г) сохранение особей с вредными и гибель с полезными индивидуальными отклонениями; д) тотальное воспроизведение разных генотипов

или генных комплексов популяции.

21. Дем это:

а) местная сравнительно изолированная самообеспечивающаяся группа близкородственных свободно скрещивающихся особей; б) группа популяций, пространственно изолированных от других популяций данного вида; в) группа популяций, между которыми существует предельно ограниченный обмен особями; г) популяция, пространственно изолированная от других популяций данного вида; д) популяция с предельно ограниченным обменом особями.

22. Изолят это:

а) местная сравнительно изолированная самообеспечивающаяся группа близкородственных свободно скрещивающихся особей; б) популяция или группа популяций, пространственно изолированных от других популяций данного вида; в) популяции или группы популяций, между которыми существует предельно ограниченный обмен особями; г) популяция, не изолированная от других популяций данного вида; д) популяция с достаточным обменом особями.

23. Дрейф генов это:

а) изменение генетической структуры популяции в результате любых случайных причин; б) возникновение любых барьеров, нарушающих панмиксию; в) избирательное воспроизведение разных генотипов или генных комплексов в популяции; г) направленное изменение генетической структуры популяции; д) направленное воспроизведение всех генотипов в популяции.

24. Доказательства существования естественного отбора в популяциях человека:

а) 42% спонтанных абортов происходит вследствие летального эффекта хромосомных аномалий; б) гибель до 70% эмбрионов в течение первого триместра; в) гибель плодов до 4% в третьем триместре; г) все спонтанные аборты происходят вследствие летального эффекта генных и хромосомных аномалий; д) гибель всех патологических эмбрионов в течение первого триместра.

25. Полиморфизм это:

а) изменение генетической структуры популяции в результате любых случайных причин; б) любое разнообразие форм одного и того же вида организмов; в) возникновение любых барьеров, нарушающих панмиксию; г) изменение генетической структуры популяции в результате установленных причин; д) возникновение определенных барьеров, нарушающих панмиксию.

## Лабораторная работа

### I. Определить фенотипы групп студентов по способности ощущать горький вкус фенилтиомочевины (ФТМ).

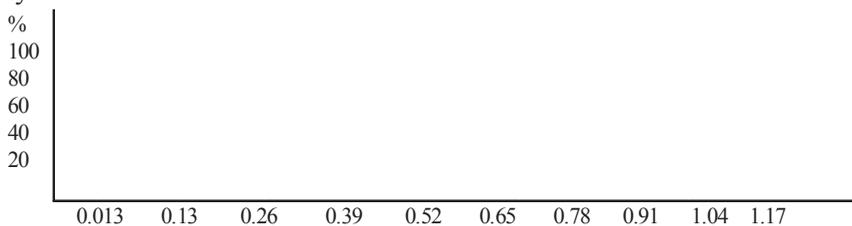
*Оборудование:* полоски фильтровальной бумаги 0,5 x 4,0 см, пинцет анатомический, стакан химический, электронный микрокалькулятор, растворы ФТМ в возрастающих концентрациях: N1 - 0.013 %, N2 - 0.13 %, N3 - 0.26 %, N4 - 0.39 %, N 5 - 0.52 %, N6 - 0.65 %, N7 - 0.78 %, N8 - 0.91 %, N9 - 1.04 %, N10 - 1.17 %.

*Ход работы.* Следует помнить, что способность ощущать ФТМ признак доминантный (Т). Каждый студент проверяет себя на способность ощущать горький вкус ФТМ и определяет порог чувствительности, для чего необходимо последовательно приложить к языку полоску фильтровальной бумаги, смоченную раствором ФТМ, начиная с раствора N1 и выше. После проверки рот ополаскивается водой. На основании полученных данных (6-10 групп студентов) строится вариационный ряд:

К-ция	0.013	0.13	0.26	0.39	0.52	0.65	0.78	0.91	1.04	1.17	tt
n											
%											

Подсчитать количество студентов, способных ощущать ФТМ (ТТ,Тt) и не ощущать ее горький вкус (tt).

На основании определения порога чувствительности к ФТМ, построить график частоты встречаемости лиц с разным порогом чувствительности:



По формуле закона Харди-Вайнберга определить частоту встречаемости гетерозигот по получаемому признаку.

Например, при 27 студентах в группе количество рецессивных гомозигот 3, тогда:

$$q^2 = 3/27 = 1/9, \text{ а } q = 1/3.$$

Частота гомозигот доминантных равна:

$$P = 1 - q; P = 1 - 1/3 = 2/3, \text{ а } p^2=4/9.$$

Частота гетерозигот будет равна:

$$2pq = 2 \times 2/3 \times 1/3 = 4/9.$$

Следовательно, в группе из 27 студентов гомозигот доминантных  $p^2TT = 4/9$  или 12 человек (44,4%), гетерозигот  $2pqTt = 4/9$  или 12 человек (44,4%) и рецессивных  $q^2 tt = 1/9$  или 3 человека (11,2%).

## II. Решить задачи по популяционной генетике.

№51. Алькаптонурия наследуется как аутосомный рецессивный признак. Заболевание встречается с частотой 1:100 000.

Вычислите количество гетерозигот в популяции.

№52. Глухонмота связана с врожденной глухотой, которая препятствует нормальному усвоению речи. Наследование аутосомно-рецессивное. Средняя частота заболевания колеблется по разным странам. Для европейских стран она равна приблизительно 210 000.

Определите возможное число гетерозиготных по глухонмоте людей в районе, включающем 8 000 000 жителей.

№53. Имеются следующие данные о частоте рецессивного гена нечувствительности к фенилтиомочевине среди различных групп населения земного шара:

Древнеевропейская . . . . .	.0,5
Кавказская . . . . .	.0,65
Негроидная . . . . .	.0,45

Вычислите частоту встречаемости лиц, чувствительных к фенилтиомочевине среди популяций каждой из этих групп.

# БИОСФЕРНО-БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО

## ТЕМА № 16. ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

Экология (гр. *oikos* – жилище, *logos* – наука) – наука об отношениях растительных и животных организмов и образуемых ими сообществ между собой и с окружающей средой. Экология изучает закономерности взаимоотношений, сложившихся и складывающихся совокупностей организмов с окружающей средой, структуру, динамику и историческое развитие сообществ, биogeоценозов, экосистем и биосферы в целом. Предметом экологии являются физиология и поведение отдельных организмов в естественных условиях обитания (аутоэкология), рождаемость, смертность, миграция, внутривидовые отношения (динамика популяций), межвидовые отношения, потоки энергии и круговорот веществ (синэкология).

В процессе существования антропоэкологических систем взаимодействие людей и природной среды осуществляется по двум направлениям. Во-первых, происходят изменения биологических и социальных показателей отдельных индивидуумов и сообщества в целом, направленные на удовлетворение требований, предъявляемых человеку средой. Во-вторых, осуществляется перестройка самой среды для удовлетворения требований человека. В связи с этим выделяют три уровня экологических связей человека: индивидуальный (на уровне индивида), групповой (на уровне популяции) и глобальный (на уровне всего человечества).

**Цель занятия:** 1. Знание целей и задач антропоэкологии, характеристик сообществ, биogeоценозов, экосистем, биосферы, экологической изменчивости и адаптивных типов людей, биологических и социальных аспектов адаптации населения к условиям жизнедеятельности. 2. Умение решать ситуационные задачи по антропоэкологии. 3. Ознакомление с целями и задачами валеологии.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Экология как наука, ее цели и задачи. Основные этапы исторического развития экологии. Значение работ К.Линнея, Ж.-Б.Ламарка, Ч.Дарвина, Э.Геккеля, В.И.Вернадского, В.В.Сукачева, А.Тенсли. Вклад белорусских ученых в развитие экологии. Значение экологии для фармации.

2. Биологические системы, изучаемые экологией: сообщества, биогеоценозы (экосистемы), биосфера. Ноосфера. Влияние человека на биосферу.

3. Антропоэкология как наука, ее цели и задачи. Уровни экологических связей человека (индивидуальный, групповой, глобальный).

4. Экологическая дифференциация человечества на адаптивные типы людей и их морфо-физиологические характеристики. Климатопатология и географическая патология. Хронопатология.

5. Биологические и социальные аспекты адаптации населения к условиям жизнедеятельности.

6. Здоровье человека и система его жизнеобеспечения - категории антропоэкологии. Проблема «предболезнь-болезнь-компенсация» как возможные состояния организма человека. Факторы здоровья.

7. Валеология – наука о здоровье человека.

### **Литература:**

1. с. 214-226. 2. с. 314-321.

### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Предмет экологии:

а) физиология и поведение отдельных организмов в естественных условиях обитания; б) рождаемость, смертность, миграция, внутривидовые отношения; в) межвидовые отношения; г) поток энергии, круговорот веществ; д) структуры биотопов.

2. Характеристика биотопа:

а) определенный участок среды с однородными условиями существования; б) сложившееся сообщество организмов; в) ограниченная, внутренне однородная система живых организмов; г) неограниченный участок среды с однородными условиями существования; д) складывающееся сообщество организмов.

3. Характеристика биоценоза:

а) состоит из биотической и абиотической частей; б) исторически сложившееся пространственно изолированное сообщество организмов; в) доминируют определенные виды или физический фактор; г) состоит только из биотической части; д) исторически сложившееся пространственно не изолированное сообщество организмов.

4. Характеристика биогеоценоза:

а) динамическое и устойчивое сообщество растений, животных и микроорганизмов; б) сообщество находится во взаимодействии и

непосредственном контакте с компонентами биосферы; в) состоит из биотической и абиотической частей; г) представляет собой открытую систему; д) представляет собой закрытую систему.

5. Компоненты экосистемы:

а) абиотические вещества, включающиеся в круговорот; б) органические вещества, связывающие биотическую и абиотическую части; в) климатический режим; г) продуценты, макро- и микроконсументы; д) костное и биокостное вещество.

6. Компоненты биосферы по В. И. Вернадскому:

а) макро- и микроконсументы; б) живое и биогенное вещество; в) костное и биокостное вещество; д) продуценты.

7. Антропоэкология изучает:

а) закономерности взаимодействия человеческих популяций с факторами окружающей среды; б) закономерности развития народонаселения; в) возможности сохранения здоровья людей; г) возможности совершенствования физических и психических способностей людей; д) костное и биокостное вещество

8. Уровни экологических связей людей:

а) индивидуальный; б) биосферный; в) групповой; г) глобальный; д) урбаноценозный.

9. Биотоп это:

а) участок среды с населяющими его организмами; б) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих биотоп; в) любое единство организмов на данном участке и взаимодействующие с физической средой; г) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих экосистему; д) определенное единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующие с биологической средой.

10. Биоценоз это:

а) участок среды с населяющими его организмами; б) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих биотоп; в) любое единство организмов на данном участке и взаимодействующие с физической средой; г) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих экосистему; д) определенное единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующие с биологической средой.

11. Экосистема это:

а) участок среды с населяющими его организмами; б) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих биотоп; в) любое единство организмов на данном участке и взаимодействующие с физической средой; г) исторически сложившееся сообщество организ-

мов, заселяющих экосистему; д) определенное единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующие с биологической средой.

12. Биосфера это:

а) область распространения жизни на Земле; б) участок среды с населяющими его организмами; в) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих биотоп; г) область распространения жизни в определенных участках; д) определенное единство, включающее все организмы на данном участке и взаимодействующие с биологической средой.

13. Антропозология это наука, изучающая:

а) общие закономерности взаимодействия общества и окружающей среды; б) закономерности взаимоотношений, сложившихся и складывающихся совокупностей организмов с окружающей средой; в) вопросы здоровой жизни человека; г) практические проблемы охраны окружающей среды; д) вопросы биогеоценозов и агроценозов.

14. Агроценоз это:

а) участок среды с населяющими его организмами; б) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих биотоп; в) совокупность организмов, обитающих на землях сельскохозяйственного пользования, занятых посевами или посадками культурных растений; г) исторически сложившееся сообщество организмов, заселяющих искусственный биотоп; д) совокупность организмов, обитающих на землях естественных биотопов, занятых посевами или посадками культурных растений.

15. Состояние жизнедеятельности человеческого организма:

а) физиологическое; б) напряжения; в) адаптации; г) патологии; д) хроническое.

16. Уровни процессов адаптации:

а) индивидуальные; б) популяционные; в) видовые; г) глобальные; д) материковые.

17. Особенности к социальной адаптации людей типа "спринтер":

а) сразу быстро и легко адаптируются к новым условиям жизни; б) дисадаптация наступает через 10 - 12 лет; в) дисадаптация наступает через 1 - 2 года; г) медленно адаптируются к новым условиям жизни; д) дисадаптация наступает через 5 - 6 лет.

18. Особенности к социальной адаптации людей типа "стайер":

а) адаптация к новым условиям среды идет длительно и тяжело; б) дисадаптация наступает через 10 - 12 лет; в) как итог развиваются хронические заболевания; г) медленно адаптируются к новым условиям жизни; д) дисадаптация наступает через 5 - 6 лет.

19. Особенности к социальной адаптации людей типа “микст”:

а) адаптация к новым условиям среды идет длительно и тяжело; б) дисадаптация наступает через 10 - 12 лет; в) занимают промежуточное место между “спринтерами” и “стайерами”; г) медленно адаптируются к новым условиям жизни; д) дисадаптация наступает через 5 - 6 лет.

20. Основные факторы здоровья:

а) рациональный образ жизни; б) ликвидация вредных привычек; в) физиологическое сбалансированное питание; г) активное движение; д) тяжелые физические нагрузки.

21. Особенности урбацидоза:

а) более интенсивный метаболизм на единицу площади; б) вовлечение в миграцию веществ на входе и выходе из нее; в) более мощный поток отходов; г) незначительный метаболизм на единицу площади; д) минимальный поток отходов.

22. Определение понятия “здоровья” по ВОЗ это состояние:

а) социального, биогенетического, психофизиологического и физического благополучия; б) полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов; в) сохранения и развития психических, физических и биологических его функций, его оптимальной трудоспособности и социальной активности при максимальной продолжительности жизни; г) социального, психофизиологического благополучия; д) отсутствие болезней и физических дефектов.

23. Здоровье индивида (по В.П.Казначееву):

а) состояние социального, биогенетического, психофизиологического и физического благополучия; б) состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов; в) процесс сохранения и развития психических, физических и биологических его функций, его оптимальной трудоспособности и социальной активности при максимальной продолжительности жизни; г) состояние социального, психофизиологического благополучия; д) полное отсутствие болезней и физических дефектов.

24. Здоровье популяции это:

а) состояние социального, биогенетического, психофизиологического и физического благополучия; б) состояние полного физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов; в) процесс социально-исторического развития психофизиологической и биологической жизнедеятельности населения, преемственности поколений при все возрастающих темпах

производства, совершенствование условий жизни популяций на новых территориях; г) состояние социального, психофизиологического благополучия; д) полное отсутствие болезней и физических дефектов.

25. Валеология:

- а) наука о развитии основ сохранения здоровья здорового человека;
- б) наука, изучающая закономерности взаимоотношений, сложившихся и складывающихся совокупностей организмов с окружающей средой;
- в) наука о жизни; г) наука о биосфере; д) наука о здоровом образе жизни.

### Лабораторная работа

#### I. Решить ситуационные задачи по антропоэкологии.

№54. Площадь суши Земли составляет 149 млн. кв. км, население Земли по состоянию на 2020 год – 7,8 млрд. человек. Человечество неравномерно заселяет различные экосистемы. Тропические леса занимают 15 % площади суши, где проживает 28 % населения Земли. Площадь степей и саванн составляет 21 % суши. Здесь проживает 12 % населения. Площадь пустынь составляет 18 %, где проживает 4 % населения, тайга занимает 10 % суши, население 1 %. Горные районы составляют 12 % поверхности Земли. На этой территории проживает 12 % населения. На смешанные леса умеренного пояса приходится 7 % суши, где проживают 42 % населения. Полярные земли и тундра составляют 17 % суши. Здесь проживает около 1 % населения Земли. Рассчитать относительную плотность населения для указанных зон. Результаты отразить в таблице:

***Относительная плотность населения в разных экосистемах планеты Земля.***

N п/п	Среда обитания	Площадь в кв.км	Население млн. человек	Плотность насе- ления на кв.км
1	Тропические леса			
2	Степи и саванны			
3	Пустыни			
4	Тайга			
5	Горные районы			
6	Смешанные леса умеренного пояса			
7	Полярные земли и тундра			

Объяснить причины относительной плотности в разных экосистемах.

№55. Провести сравнительную характеристику изменений биохимических показателей крови у человека в процессе адаптации к условиям Крайнего Севера.

***Изменения некоторых биохимических показателей крови у человека в процессе адаптации к условиям Крайнего Севера***

Срок проживания на Севере.	Общий белок %.	Сахар крови мг%.	Липиды мг%.	П-ОКС мкг%.
1-2 месяца	7,89	82	701	25,1
6 месяцев	8,08	65	699	22,0
1 год	8,00	73	659	24,7
1,5 года	8,32	72	666	24,8
2 года	8,20	91	652	24,8
Жители Новосибирска	8,56	92	476	19,8

Обосновать особенности адаптации человека к условиям Крайнего Севера.

**ТЕМА №17. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПАРАЗИТИЗМА**

Паразитизм – форма сожительства двух генетически разнородных организмов разных видов, при котором один организм (паразит) использует другой (хозяина) как среду обитания и источник питания, нанося ему вред, но не убивая его. Раздел биологии, изучающий паразитов, их взаимоотношения с хозяевами и окружающей средой, а также вызываемые ими заболевания и меры борьбы с ними у человека, животных и растений, называется паразитологией. Соответственно, различают медицинскую паразитологию, ветеринарную зоопаразитологию и фитопаразитологию.

**Цель занятия:** 1. Знание основных понятий паразитологии, классификации паразитов; видов хозяев паразитов; классификации паразитарных болезней; географического распространения, особенностей морфологии, циклов развития, путей заражения человека патогенными протистами, гельминтами и членистоногими. 2. Умение определять по внешнему виду важнейших возбудителей паразитарных заболеваний человека. 3. Ознакомление с основными лекарственными препаратами для лечения паразитарных заболеваний человека.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Паразитизм как форма экологических связей в природе, его виды. Медицинская паразитология как часть антропоэкологии, ее задачи.
2. Характеристика паразитов и их хозяев. Пути проникновения паразитов в организм человека. Жизненные циклы паразитов. Чередование поколений и феномен смены хозяина. Понятие об интенсивности инвазии. Система “паразит-хозяин”. Взаимные морфофизиологические адаптации, возникающие в процессе ее формирования.
3. Паразитарные болезни, их классификация.
4. Учение Е.Н.Павловского о природной очаговости заболеваний.
5. Биологические основы профилактики паразитарных заболеваний человека.

**Литература:**

1. с. 227-239. 2. с. 321-342.

**Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Антибиоз: а) один организм выделяет вещества, угнетающие жизнь другого организма; б) взаимоотношения между организмами одного вида в одинаковых условиях среды; в) форма сожительства между организмами разных видов; г) взаимоотношения между организмами разных видов в разных условиях среды; д) формы сожительства организмов одного вида.
2. Конкуренция: а) один организм выделяет вещества, угнетающие жизнь другого организма; б) взаимоотношения между организмами одного вида в одинаковых условиях среды; в) форма сожительства между организмами разных видов; г) взаимоотношения между организмами разных видов в разных условиях среды; д) формы сожительства организмов одного вида.
3. Симбиоз: а) один организм выделяет вещества, угнетающие жизнь другого организма; б) взаимоотношения между организмами одного вида в одинаковых условиях среды; в) форма сожительства между организмами разных видов; г) взаимоотношения между организмами разных видов в разных условиях среды; д) формы сожительства организмов одного вида.
4. Паразитизм: а) симбиз с односторонней пользой без ущерба для партнера; б) форма сожительства двух организмов разных видов, при котором один организм использует другого как источник питания и среду существования, причиняя ему вред, но, как правило, не уничтожая его; в) обоюдопользный положительный симбиоз; г) форма сожительства двух организмов разных видов, при котором один

организм использует другого как источник питания и среду существования, причиняя ему вред и убивая его; д) форма сожительства двух организмов, при котором один организм использует другого как источник питания убивая его.

5. Медицинская паразитология изучает биологию и экологию, их взаимоотношения с хозяевами и окружающей средой паразитов:

а) человека, животных и растений; б) человека; в) сельскохозяйственных животных; г) человека и сельскохозяйственных животных; д) человека и диких животных.

6. Фитонциды это антибиотики, выделяемые:

а) растениями; б) грибами; в) вирусами; г) бактериями; д) животными.

7. Паразиты это организмы, использующие другие живые организмы в качестве:

а) источника питания и среды обитания; б) источника питания; в) среды питания; г) окружающей среды; д) биотопа.

8. Моноксенные паразиты развиваются в:

а) одном хозяине; б) двух или более разных хозяевах; в) почве; г) воде; д) почве и воде.

9. Гетероксенные паразиты развиваются в:

а) одном хозяине; б) двух или более разных хозяевах; в) почве; г) воде; д) почве и воде.

10. Геогельминты это черви-паразиты, которые развиваются:

а) со сменой хозяев; б) в почве; в) без выхода во внешнюю среду; г) одном хозяине; д) воде.

11. Биогельминты это черви-паразиты, которые развиваются:

а) со сменой хозяев; б) в почве; в) без выхода во внешнюю среду; г) одном хозяине; д) воде.

12. Контактные гельминты:

а) со сменой хозяев; б) в почве; в) без выхода во внешнюю среду; г) одном хозяине; д) воде.

13. Хозяин паразита это организм, у которого паразит:

а) обитает временно или постоянно и размножается половым или бесполом путем; б) достигает половозрелой стадии и размножается половым способом; в) обитает личиночная стадия паразита и возможно бесполое размножение; г) достигает половозрелой стадии и размножается бесполом способом; д) обитает личиночная стадия паразита и возможно половое размножение.

14. Окончательный хозяин это организм, у которого паразит:

а) обитает временно или постоянно и размножается половым или бесполом путем; б) достигает половозрелой стадии и размножается

половым способом; в) обитает личиночная стадия паразита и возможно бесполое размножение; г) достигает половозрелой стадии и размножается бесполом способом; д) обитает личиночная стадия паразита и возможно половое размножение.

15. Промежуточный хозяин это организм, у которого паразит:

а) обитает временно или постоянно и размножается половым или бесполом путем; б) достигает половозрелой стадии и размножается половым способом; в) обитает личиночная стадия паразита и возможно бесполое размножение; г) достигает половозрелой стадии и размножается бесполом способом; д) обитает личиночная стадия паразита и возможно половое размножение.

16. облигатный хозяин это организм, у которого паразит:

а) лучше выживает, быстро растет и более плодовиты; б) может обитать, но не полностью адаптироваться; в) не развивается, а накапливается в инвазионной стадии; г) лучше выживает, медленно растет и менее плодовит; д) может обитать и полностью адаптироваться.

17. Факультативный хозяин это организм, у которого паразит:

а) лучше выживает, быстро растет и более плодовиты; б) может обитать, но не полностью адаптироваться; в) не развивается, а накапливается в инвазионной стадии; г) лучше выживает, медленно растет и менее плодовит; д) может обитать и полностью адаптироваться.

18. Резервуарный хозяин это организм, у которого паразит:

а) лучше выживает, быстро растет и более плодовиты; б) может обитать, но не полностью адаптироваться; в) не развивается, а накапливается в инвазионной стадии; г) лучше выживает, медленно растет и менее плодовит; д) может обитать и полностью адаптироваться.

19. Пероральный путь заражения это проникновение инвазионных стадий паразита в организм хозяина:

а) через рот; б) развитие в ворсинках кишечника без выхода во внешнюю среду; в) через неповрежденную кожу; г) через плаценту в организм плода; д) при контакте с загрязненным бельем, медицинским инструментарием.

20. Внутрикисечный путь заражения это проникновение инвазионных стадий паразита в организм хозяина:

а) через рот; б) развитие в ворсинках кишечника без выхода во внешнюю среду; в) через неповрежденную кожу; г) через плаценту в организм плода; д) при контакте с загрязненным бельем, медицинским инструментарием.

21. Перкутаный путь заражения это проникновение инвазионных стадий паразита в организм хозяина:

а) через рот; б) развитие в ворсинках кишечника без выхода во внешнюю среду; в) через неповрежденную кожу; г) через плаценту в организм плода; д) при контакте с загрязненным бельем, медицинским инструментарием.

22. Трансплацентарный путь заражения это проникновение инвазионных стадий паразита в организм хозяина:

а) через рот; б) развитие в ворсинках кишечника без выхода во внешнюю среду; в) через неповрежденную кожу; г) через плаценту в организм плода; д) при контакте с загрязненным бельем, медицинским инструментарием.

23. Контактный путь заражения это проникновение инвазионных стадий паразита в организм хозяина:

а) через рот; б) развитие в ворсинках кишечника без выхода во внешнюю среду; в) через неповрежденную кожу; г) через плаценту в организм плода; д) при контакте с загрязненным бельем, медицинским инструментарием.

24. Трансмиссивный путь заражения это проникновение инвазионных стадий паразита в организм хозяина:

а) через рот; б) развитие в ворсинках кишечника без выхода во внешнюю среду; в) через неповрежденную кожу; г) через плаценту в организм плода; д) посредством кровососущих членистоногих.

25. Инвазионные болезни это болезни человека, вызываемые патогенными:

а) протистами; б) гельминтами и членистоногими; в) бактериями; г) вирусами; д) кровососущими членистоногими.

26. Инфекционные болезни это болезни человека, вызываемые патогенными:

а) протистами; б) гельминтами и членистоногими; в) бактериями; г) вирусами; д) кровососущими членистоногими.

27. Трансмиссивные болезни это болезни человека, вызываемые:

а) протистами; б) гельминтами и членистоногими; в) бактериями; г) вирусами; д) кровососущими членистоногими.

28. Антропонозы болезни это болезни, возбудители которых могут паразитировать:

а) только у человека; б) у животных и человека; в) на определенных территориях, независимо от человека; г) только у животных; д) у растений и животных.

29. Зоонозы это болезни, возбудители которых могут паразитировать:

а) только у человека; б) у животных и человека; в) на определенных

территориях, независимо от человека; г) только у животных; д) у растений и животных.

30. Природно-очаговые заболевания это болезни, возбудители которых могут паразитировать:

а) только у человека; б) у животных и человека; в) на определенных территориях, независимо от человека; г) только у животных; д) у растений и животных.

31. Внутриклеточные паразиты:

а) лейшмания, плазмодии, токсоплазма; б) дизентерийная амеба, шистосомы, личинки трихинеллы, чесоточный зудень; в) описторхис, фасциола, парагонимус; г) свиной цепень, аскарида; д) острица, власоглав.

32. Тканевые паразиты:

а) лейшмания, плазмодии, токсоплазма; б) дизентерийная амеба, шистосомы, личинки трихинеллы, чесоточный зудень; в) описторхис, фасциола, парагонимус; г) свиной цепень, аскарида; д) острица, власоглав.

33. Внутриорганные паразиты:

а) лейшмания, плазмодии, токсоплазма; б) дизентерийная амеба, шистосомы, личинки трихинеллы, чесоточный зудень; в) описторхис, фасциола, парагонимус; г) свиной цепень, аскарида; д) острица, власоглав.

34. Полостные паразиты:

а) лейшмания, плазмодии, токсоплазма; б) дизентерийная амеба, шистосомы, личинки трихинеллы, чесоточный зудень; в) описторхис, фасциола, парагонимус; г) свиной цепень, аскарида; д) острица, власоглав.

35. Моноксенные паразиты:

а) аскарида, власоглав, анкилостома; б) малярийный плазмодий, в) свиной цепень, кошачий сосальщик; г) вши, блохи; д) клещи, мухи.

36. Гетероксенные паразиты:

а) аскарида, власоглав, анкилостома; б) малярийный плазмодий; в) свиной цепень, кошачий сосальщик; г) вши, блохи; д) клещи, мухи.

### **Лабораторная работа**

**I. Изучить в музее макропрепараты паразитов человека:** описторхис, фасциола, свиной и бычий солитеры, финозное мясо свиньи, цистицеркоз головного мозга человека, цистицеркоз сердца человека, альвеококкоз печени человека, эхинококкоз печени человека, аскарида, власоглав человека, аскаридоз печени, закупорка кишечника аскаридами, трихоцефалез кишечника человека, ришта.

**II. Изучить демонстрационные препараты (без зарисовки):** собачий клещ, вошь головная, блоха человеческая, лейшмания, лямблия, описторхис, карликовый цепень.

## **ТЕМА №18. ЯДОВИТЫЕ ГРИБЫ И РАСТЕНИЯ**

Ядовитость – это универсальное явление в живой природе, представляющее собой один из механизмов в борьбе за существование. Яды, участвующие в межвидовых взаимоотношениях, называются алломанами. К алломанам относятся яды, вырабатываемые грибами – микотоксины, растениями – фитотоксины, животными – зоотоксины. Алломаны используются в межвидовых отношениях как отпугивающие вещества, вещества, прикрывающие бегство, супрессоры, яды, индукторы, противоядия, приманки.

Согласно токсикологической классификации ядовитые грибы и растения делятся на 2 группы: безусловно ядовитые (ядовитость является видовым признаком) и условно ядовитые (токсичность проявляется лишь при определенных условиях: при неправильном хранении сырья, ферментативном воздействии грибов, микроорганизмов и т.д.). В группу безусловно ядовитых грибов и растений входит подгруппа особо ядовитых, у которых малые дозы мико- и фитотоксинов вызывают отравляющий эффект.

Фитотоксины могут концентрироваться в любых органах растений, и количество их меняется в зависимости от сезона года. В частности, в запасающих подземных органах максимум фитотоксинов накапливается в период зимнего покоя (от листопада до распускания листьев), в надземных органах – в период цветения и созревания плодов.

К основным токсическим веществам растений относятся алкалоиды, органические кислоты, липиды, терпеноиды, сердечные гликозиды, сапонины, флаваноиды, танины, кумарины и антрахиноны.

**Цель занятия:** 1. Знание классификации ядовитых грибов, растений; характеристики мико- и фитотоксинов; картины отравления ядовитыми грибами, низшими и высшими растениями. 2. Умение определять по внешним признакам ядовитые растения. 3. Ознакомление с мерами профилактики отравления растительными ядами.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Ядовитость – универсальное явление в природе. Фитотоксинология как наука, ее цели и задачи.

2. Классификация ядовитых грибов. Микотоксины, их характеристика.

3. Ядовитые микро- и макромицеты. Использование микотоксинов в фармации. Профилактика отравления грибами.

4. Ядовитые растения, их классификация. Ядовитые органы растений.

5. Ядовитые вещества, продуцируемые растениями. Механизмы их действия.

6. Низшие ядовитые растения, их фитотоксины, механизм их действия.

7. Высшие ядовитые растения, их фитотоксины. Механизмы действия фитотоксинов на организм человека.

8. Фитотоксины как сырье для получения лекарственных препаратов.

### Литература:

1. с. 240-261. 2. с. 452-456.

### Тесты для проверки уровня знаний по теме

1. Перечислить яды, относящиеся к алломанам:

а) микотоксины; б) индукторы; в) фитотоксины; г) зоотоксины; д) эрготоксины.

2. Токсические вещества, входящие в состав микро- и фитотоксинов:

а) алкалоиды, терпеноиды, сапонины, флавоноиды; б) сердечные гликозиды, танины, кумарины, антрахиноны; в) нейротоксины, цитотоксины; г) липиды; д) органические кислоты.

3. Ядовитые микромицеты:

а) свинушка; б) аспергиллус; в) фузариум; г) клавицепс; д) бледная поганка.

4. Токсические компоненты яда аспергиллуса:

а) мускарин; б) фаллоидины; в) афлатоксины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>; г) эрготоксины; д) сапонины.

5. Токсические компоненты яда фузариума:

а) палюстрин; б) сапонины, флавоноиды; в) цикутотоксин; г) трихотеценовые микотоксины; д) кумарин, дикумарин.

6. Токсические компоненты яда клавицепса:

а) трихотеценовые микотоксины; б) кумарин, дикумарин; в) эрготоксины; г) сердечные гликозиды; д) сапонины.

7. Меры профилактики отравления микромицетами:

а) контроль за состоянием пищевых продуктов и кормов; б) изъятие пищевых продуктов при подозрении на загрязненность их микоток-

синами; в) не употреблять в пищу подпорченные или неправильно хранящиеся зерновые и овощи; г) не собирать незнакомые виды грибов; д) не применять для самолечения ядовитые грибы и их экстракты.

8. Ядовитые макромицеты:

а) рядовки; б) свинушки, строчки, сморчки; в) бледная поганка; г) мухомор; д) колпак кольчатый.

9. Токсические компоненты микотоксинов свинушки:

а) мускарин; б) афлатоксины; в) канцерогенные соединения; г) антигены, изменяющие состав крови; д) сапонины.

10. Токсические компоненты яда бледной поганки:

а) канцерогенные вещества; б) аманитины, фаллоидины; в) атропин; г) скополамин; д) сапонины.

11. Токсические компоненты яда красного мухомора:

а) мускарин, холин; б) бетаин, буфотенин; в) бульбокапнин; г) терпиноиды; д) сапонины.

12. Токсические компоненты яда строчка обыкновенного:

а) тритерпиноиды; б) колхицин; в) танины; г) гиromитрин; д) сапонины.

13. Профилактика отравления макромицетами:

а) контроль за состоянием пищевых продуктов и кормов; б) не собирать незнакомые виды грибов; в) не применять для самолечения ядовитые грибы и их экстракты; г) изъятие пищевых продуктов при подозрении на загрязненность их микотоксинами; д) не употреблять в пищу подпорченные или неправильно хранящиеся зерновые и овощи.

14. Токсические компоненты яда плауна-баранца:

а) селлагин; б) клаватин, клаватоксин; в) эрготонин; г) никотин; д) бульбокапнин.

15. Токсические компоненты яда хвоща полевого:

а) палюстрин, сапонины; б) фавоновые гликозиды; в) аспидинол; г) соли кремниевой кислоты; д) бульбокапнин.

16. Токсические компоненты яда щитовника мужского:

а) флавоновые гликозиды; б) филиксиновая и флавоспидиновая кислоты; в) аспидинол, альбаспидин; г) соли кремниевой кислоты; д) бульбокапнин.

17. Токсические компоненты яда эфедры двухколосковой:

а) мускарин, холин; б) клаватин, клаватоксин; в) эфедрин, псевдоэфедрин; г) соли кремниевой кислоты; д) бульбокапнин.

18. Токсические компоненты яда ландыша майского:

а) колхицин и колхамин; б) конвалларин, сердечные гликозиды; в) сапонин; г) аспидинол; д) бульбокапнин.

19. Токсические компоненты яда белены черной:  
а) эфедрин, колхицин; б) кофеин, папаверин; в) кумарин, дикумарин; г) атропин, скополамин, гиосциамин; д) бульбокапнин.
20. Токсические компоненты яда дурмана обыкновенного:  
а) колхицин, колхамин; б) атропин, скополамин, гиосциамин; в) эфедрин, псевдоэфедрин; г) кониин; д) конгидрин.
21. Токсические компоненты яда паслена черного:  
а) атропин, скополамин; б) сапонин; в) сердечные гликозиды; г) кониин; д) конгидрин.
22. Токсические компоненты яда вежа обыкновенного:  
а) флавоноиды; б) кумарин, дикумарин; в) цикутотоксин; г) сангвинарин; д) конгидрин.
23. Токсические компоненты лютика ядовитого:  
а) тебаин; б) кумарин; в) флавоноиды; г) сангвинарин; д) конгидрин.
24. Токсические компоненты яда мака снотворного:  
а) стероидные гликозиды; б) кофеин, кодеин, папаверин, тебаин; в) сапонины; г) танины; д) конгидрин.
25. Токсические компоненты чистотела высокого:  
а) кодеин, папаверин; б) сангванарин, хелинонин; в) тебаин; г) сангвинарин; д) конгидрин.
26. Токсические компоненты яда донника лекарственного:  
а) сангвинарин; б) кумарин, дикумарин; в) стероидные гликозиды; г) кониин; д) конгидрин.
27. Токсические компоненты яда желтушника левкойного:  
а) стероидные гликозиды; б) сердечные гликозиды; в) кумарин, дикумарин; г) кониин; д) конгидрин.
28. Токсические компоненты яда конопли посевной:  
а) тритерпеноиды; б) эфирное масло с ледолом; в) каннабиол, каннабидиол; г) эфирное масло с терпеновыми кетонами; д) конгидрин.
29. Токсические компоненты яда молочая Вальдстена:  
а) кумарин, дикумарин; б) каннабинол; в) терпеноиды, флавоноиды; г) эфирное масло с терпеновыми кетонами; д) конгидрин.
30. Токсические компоненты яда волчника обыкновенного:  
а) дафнатоксин, невереин; б) кумарины; в) бульбокапнин; г) кониин; д) конгидрин.
31. Токсические компоненты яда хохлатки поллой:  
а) гиромитрин; б) мускарин; в) бульбокапнин; г) бикунулин; д) каннабинол.
32. Токсические компоненты яда багульника болотного:  
а) эфирные масла с ледолом и цимолом; б) гликозид арбутин; в) терпеноиды; г) флавоноиды; д) каннабинол.

33. Токсические компоненты яда пижмы обыкновенной:  
а) йервин, гермин; б) эфирные масла с терпеновыми кетонами; в) клавадоксин; г) эфедрин; д) псевдоэфедрин.
34. Токсические компоненты яда чемерицы белой:  
а) йервин, гермин; б) кумарин, дикумарин; в) антрахиноны; г) эфедрин; д) псевдоэфедрин.
35. Микотоксины это ядовитые вещества, вырабатываемые:  
а) микромицетами; б) макромицетами; в) растениями; г) животными; д) растениями и грибами.
36. Фитотоксины это ядовитые вещества, вырабатываемые:  
а) микромицетами; б) макромицетами; в) растениями; г) животными; д) растениями и грибами.
37. Зоотоксины это ядовитые вещества, вырабатываемые:  
а) микромицетами; б) макромицетами; в) растениями; г) животными; д) растениями и грибами.
38. Первая помощь при отравлении ядовитыми растениями:  
а) удаление из желудка съеденных человеком продуктов; б) промывание желудка активированным углем; в) промывание желудка 1% раствором перманганата калия; г) дача слабительных препаратов или проведение очистительной клизмы; д) дача антибиотиков.
39. Рациональное использование ядовитых растений:  
а) включение отдельных видов в Красную книгу Беларуси; б) создание плантаций по выращиванию ядовитых растений; в) создание совхозов по выращиванию лекарственных растений; г) избирательное истребление; д) запрет выращивания.

### **Лабораторная работа**

#### **I. Изучить гербарный материал "Ядовитые растения".**

#### **II. микропрепараты:**

– "Аспергилл"(56х). Микромицет имеет мицелий, от которого отходят конидионосцы с конидиями, содержащими конидиоспоры. Зарисовать аспергилл. Обозначить мицелий, конидионосцы, конидии, конидиоспоры.

– "Пеницилл"(56х). Микромицет состоит из мицелия с отходящими конидионосцами, на верхнем конце которых располагаются кисточки с конидиоспорами. Зарисовать, обозначить мицелий, конидионосцы, кисточки с конидиоспорами.

## ТЕМА №19. ЯДОВИТЫЕ ЖИВОТНЫЕ

Укусы ядовитых животных уносят ежегодно тысячи жизней, приводят к инвалидности. Поэтому, традиционные задачи, стоящие перед медициной, связаны с лечением отравлений животными ядами. Кроме того, животные яды используются в экспериментальной медицине для моделирования заболеваний нервной, сердечно-сосудистой систем, системы крови, для изучения патогенеза ряда заболеваний, в военной промышленности для создания химического оружия. Зоотоксины используются для приготовления мазевых противовоспалительных и обезболивающих препаратов, в практике гомеопатов, для создания диагностикумов.

Ядовитые беспозвоночные встречаются практически во всех типах животных от одноклеточных до членистоногих. Среди позвоночных ядовитые животные встречаются в классах Рыбы, Земноводные, Пресмыкающиеся.

Среди ядовитых рыб имеются как первичные активно-ядовитые вооруженные и пассивно-ядовитые, так и вторично-ядовитые. Ядовитый аппарат рыб может быть представлен ядовитыми железами и ранящими устройствами в виде жестких заостренных лучей и шипов на жаберных крышках (ерши, бычки, дракончики, бородавчатники), жестких лучей спинного плавника (морские окуни), колючек (акула), шипов хвоста (хвостоколы) и т.д. Возможно отравление ядовитыми продуктами жизнедеятельности: половыми продуктами (фугу, обыкновенный усач), кровью (мурена, морской и пресноводный угри) и др. Рыбы могут адсорбировать в себе чужеродные яды (яды динофлагеллят), ядохимикаты, патогенные микроорганизмы и выступать в роли вторично-ядовитых животных.

Ядовитые земноводные, в основном, относятся к невооруженным активно-ядовитым животным. Они имеют ядовитые кожные железы, протоки которых открываются на поверхности эпидермиса. Отсутствие ранящего аппарата определенным образом отразилось на химической природе секретлируемых ими зоотоксинов. Яды амфибий обладают широким спектром действия, но преобладают там токсические стероидные алкалоиды. В основном, ядовитый секрет земноводных действует раздражающе на кожу и слизистые оболочки.

Наибольшее число ядовитых животных среди позвоночных встречается у пресмыкающихся, среди змей, которые в зависимости от строения ядовитого зуба и его расположения на верхней челюсти делятся на заднебороздчатых (ужеобразные), переднебороздчатых (аспидовые и морские) и канальчатых (гадюковые и ямкоголовые).

**Цель занятия:** 1. Знание классификации ядовитых животных, характеристики зоотоксинов, картины отравления ядовитыми беспозвоночными и позвоночными животными. 2. Умение оказывать первую доврачебную помощь при укусах ядовитыми животными. 3. Ознакомление с задачами, направленными на сохранение фауны ядовитых животных.

**К занятию необходимо знать ответы на следующие вопросы:**

1. Зоотоксинология как наука, ее цели и задачи.
2. Распространение ядовитости среди животных. Классификация ядовитых животных.
3. Зоотоксины, их физиологическая и фармакологическая характеристики.
4. Ядовитые беспозвоночные (одноклеточные, кишечнорастворимые, моллюски, членистоногие), их зоотоксины, механизм действия.
5. Ядовитые позвоночные (рыбы, земноводные, пресмыкающиеся), их зоотоксины, механизм действия.
6. Зоотоксины как сырье для изготовления лекарственных препаратов.

#### **Литература:**

1. с. 261-276. 2. с. 456-465.

#### **Тесты для проверки уровня знаний по теме**

1. Классификация ядовитых животных:
  - а) первично-ядовитые (пассивно-ядовитые и активно-ядовитые), вторично-ядовитые; б) пассивно-ядовитые, активно-ядовитые, вторично-ядовитые; в) первично-ядовитые (пассивно-ядовитые и активно-ядовитые, вооруженные и невооруженные) и вторично-ядовитые; г) первично-ядовитые, активно-ядовитые, вторично-ядовитые; д) вторично-ядовитые (пассивно-ядовитые и активно-ядовитые, вооруженные и невооруженные) и первично-ядовитые.
2. Группы зоотоксинов по физиологическому действию:
  - а) нейротоксины, цитотоксины, дерматотоксины; б) ацетилхолин, гистамин; в) алкалоиды, стероиды; г) гемолизины; д) геморрагии.
3. Токсины, входящие в группу “истинных” зоотоксинов:
  - а) цитотоксины, геморрагии; б) ацетилхолин, серотонин; в) алифатические, гетероциклические соединения; г) алкалоиды, стероиды; д) неэнзиматические полипептиды.
4. Вещества, выступающие в роли зоотоксинов, имеющиеся у человека и ядовитого животного:

а) алифатические, гетероциклические соединения; б) производные индола; в) катехоламины, ацетилхолин, гистамин, серотонин; г) гемолизины; д) геморрагины.

5. Факторы, влияющие на картину отравления:

а) состав зоотоксина; б) сезон года; в) место нанесения поражения; г) психическое состояние пораженного; д) пол человека.

6. Основные компоненты зоотоксина ядовитых динофлагеллят:

а) дерматотоксины; б) цитотоксины; в) ацетилхолин, гистамин; г) нейротоксины; д) геморрагины.

7. Компоненты яда гидромедуз и сифонофоров:

а) гемолизины; б) геморрагины; в) нейротоксины; г) дерматотоксины; д) ацетилхолин, гистамин.

8. Компоненты яда кубо- и дискомедуз:

а) гемолизины; б) дерматотоксины; в) цитотоксины; г) нейротоксины; д) ацетилхолин, гистамин.

9. Компоненты яда у конусов:

а) геморрагины; б) нейротоксины; в) цитотоксины; г) адреналин, гистамин; д) ацетилхолин.

10. Компоненты яда устриц, мидий:

а) дерматотоксины; б) аккумуляция экзогенных ядов и ядов динофлагеллят; в) биогенные амины; г) цитотоксины; д) ацетилхолин.

11. Компоненты яда осьминогов:

а) адреналин; б) гистамин; в) нейротоксин; г) макулотоксин; д) геморрагин.

12. Компоненты яда скорпионов:

а) дерматотоксины; б) гемолизины; в) нейротоксины; г) биогенные амины; д) ацетилхолин.

13. Компоненты яда каракуртов:

а) нейротоксины; б) геморрагины; в) цитотоксины; г) дерматотоксины; д) ацетилхолин.

14. Компоненты яда тарантулов:

а) гемолизины; б) дерматотоксины; в) геморрагины; г) цитотоксины; д) ацетилхолин.

15. Компоненты яда пчел:

а) биогенные амины; б) нейротоксины; в) гемолизины; г) цитотоксины; д) макулотоксин.

16. Компоненты яда шмелей:

а) дерматотоксины; б) гемолизины; в) нейротоксины; г) биогенные амины; д) макулотоксин.

17. Компоненты яда ос:

а) органические кислоты; б) нейротоксины; в) геморрагины; г)

биогенные амины; д) макулотоксин.

18. Компоненты яда шершней:

а) дерматотоксины; б) цитотоксины; в) нейротоксины; г) биогенные амины; д) макулотоксин.

19. Компоненты яда муравьев:

а) гемолизины; б) органические кислоты; в) геморрагины; г) дерматотоксины; д) макулотоксин.

20. Заднебороздчатые змеи:

а) древесная змея, стрела-змея; б) африканский бумсланг, разноцветный полоз, тигровый уж; в) тигровая змея; г) цепочная выпера; д) железистая змея.

21. Особенности строения ядовитого зуба у заднебороздчатых змей:

а) имеет борозду на заднем крае верхней челюсти; б) имеет борозду на заднем крае нижней челюсти; в) имеет борозду на заднем крае верхней и нижней челюстей; г) имеет две борозды на переднем крае верхней челюсти; д) имеет борозду на переднем крае нижней челюсти.

22. Компоненты зоотоксинов заднебороздчатых змей:

а) гемолизины; б) геморрагины; в) нейротоксины; г) дерматотоксины; д) биогенные амины.

23. Аспидовые переднебороздчатые змеи:

а) ластохвост, кольчатый плоскохвост; б) кобры индийская, королевская, африканская; в) тигровая змея, железистая змея; г) разноцветный полоз; д) африканский бумсланг.

24. Морские переднебороздчатые змеи:

а) двухцветная пирамида, энгидрина; б) кольчатый плоскохвост; в) гюрза цепочная випера; г) кошачья змея, стрела-змея; д) шарарака.

25. Ядовитый зуб переднебороздчатых змей имеет борозду, которая располагается:

а) на переднем крае верхней и нижней челюстей; б) на переднем крае нижней челюсти; в) на переднем крае верхней челюсти; г) внутри нижней челюсти; д) внутри верхней челюсти.

26. Компоненты зоотоксинов аспидовых змей:

а) геморрагины; б) дерматотоксины; в) цитотоксины; г) нейротоксины; д) гемолизины.

27. Компоненты зоотоксинов морских змей:

а) производные индола; б) нейротоксины; в) цитотоксины; г) геморрагины; д) гемолизины.

28. Гадюковые канальчатые змеи:

а) копьеголовая змея, щитомордник; б) кобры индийская, королевская, африканская; в) гадюки обыкновенная, рогатая, песчаная,

капская; г) гюрза, цепочная випера; д) песчаная эфа.

29. Ямкоголовые канальчатые змеи:

а) цепочная випера; б) энгидрина, кольчатый полоз; в) азиатская копьевидная змея, шарарака, бушмейстер; г) тexasский гремучник; д) зелёный щитомордник.

30. Ядовитый зуб у канальчатых змей имеет замкнутый канал, который располагается:

а) на заднем крае верхней челюсти; б) на переднем крае верхней челюсти; в) на переднем крае верхней и нижней челюстей; г) внутри верхней челюсти; д) внутри нижней челюсти.

31. Компоненты зоотоксинов гадюковых змей:

а) геморагины; б) гемолизины; в) цитотоксины; г) нейротоксины; д) дерматотоксины.

32. Компоненты зоотоксинов ямкоголовых змей:

а) цитотоксины; б) гемолизины; в) геморагины; г) нейротоксины; д) дерматотоксины.

### Лабораторная работа

#### I. Заполнить в протоколе лабораторных работ таблицу:

##### *Ядовитые вооруженные животные*

Представители	Ядовитый аппарат	Компоненты яда
Каракурты		
Тарантулы		
Скорпионы		
Пчелы		
Муравьи		
Аспиды		
Морские змеи		
Гадюковые		
Ямкоголовые		

II. Изучить макропрепараты в музее: "Аурелия ушастая", "Каракурт", "Тарантул", "Скорпион", "Фаланга", "Сколопендра", "Морской еж", "Жаба серая", "Саламандра кавказская", "Гадюка обыкновенная", "Эфа песчаная", "Полоз узорчатый", "Щитомордник обыкновенный", "Гюрза", "Змея-стрела".

## ОТВЕТЫ

### к тестам для проверки уровня знаний по теме:

**Тема №1:** 1 – а, б, в; 2 – б; 3 – а; 4 – в; 5 – а, б; 6 – б; 7 – а, б; 8 – а, б; 9 – г; 10 – а, б; 11 – а, б, в; 12 – а, б; 13 – б, в; 14 – в, г; 15 – а, б, в; 16 – а; 17 – б; 18 – а; 19 – б, в, г; 20 – б, г; 21 – а, б; 22 – б, в, г; 23 – г.

**Тема №2:** 1 – в, г; 2 – б, в, г; 3 – а; 4 – б; 5 – б; 6 – а, б; 7 – в, г; 8 – б, в, г, д; 9 – в, г; 10 – а, б, в; 11 – б; 12 – а; 13 – в; 14 – а; 15 – б, в, г; 16 – а, в, г; 17 – б, в; 18 – в; 19 – а, б, в; 20 – а; 21 – в, г; 22 – б; 23 – в; 24 – б; 25 – а.

**Тема №3:** 1 – в; 2 – а, в, г; 3 – а, б, в; 4 – б, в, г; 5 – а, б, в; 6 – а, б, в, г; 7 – б, в, г; 8 – а, б; 9 – б, в, г; 10 – а, в; 11 – б, в, г, д; 12 – а, б, в, г; 13 – в; 14 – а, б, в, г; 15 – б, в; 16 – в, г, д; 17 – в; 18 – а; 19 – в; 20 – б; 21 – б; 22 – в; 23 – г; 24 – б, г; 25 – а, д.

**Тема №4:** 1 – б; 2 – а; 3 – б; 4 – а; 5 – б; 6 – а, в, г; 7 – а, б, г; 8 – в; 9 – а; 10 – а; 11 – а; 12 – а; 13 – а, б; 14 – б, в, г; 15 – а, б; 16 – в; 17 – б, в; 18 – б, в, г, д; 19 – а, б, в; 20 – а, б; 21 – г; 22 – б, в, г, д; 23 – а, г; 24 – б, в, г, д; 25 – б, в, г.

**Тема №5:** 1 – б; 2 – а, б, в; 3 – б; 4 – а; 5 – а; 6 – а, б; 7 – а, б, в, г; 8 – а, б, в; 9 – г, д; 10 – б; 11 – б; 12 – а, б; 13 – в; 14 – в; 15 – а, б, в; 16 – б; 17 – а; 18 – в; 19 – б; 20 – б; 21 – а, б, в; 22 – б, в, г, д; 23 – а, б, в, г; 24 – б; 25 – а; 26 – б; 27 – в; 28 – а.

**Тема №6:** 1 – б, в; 2 – а, б, в, г; 3 – б, в, г; 4 – б, в, г; 5 – а, б, в; 6 – а, в, г; 7 – а, б, в; 8 – б, в, г; 9 – а, б, в; 10 – г; 11 – а; 12 – б; 13 – б; 14 – в; 15 – а; 16 – а, г; 17 – б, в, г; 18 – а, в; 19 – б; 20 – в, г; 21 – а, в; 22 – в, г; 23 – а; 24 – а, б, в, г.

**Тема №7:** 1 – б, в; 2 – б, в, д; 3 – в, г; 4 – а, б, в; 5 – а, б, в, г; 6 – г; 7 – а, в; 8 – г; 9 – в; 10 – б; 11 – в; 12 – б; 13 – а; 14 – а, б; 15 – а, б, в, г; 16 – б, в, г; 17 – а, в; 18 – а, б, в, г; 19 – б; 20 – а, б, в, г; 21 – б; 22 – а; 23 – в; 24 – а; 25 – в.

**Тема №8:** 1 – а, в; 2 – б, в; 3 – а, б, в; 4 – в; 5 – а, в, г; 6 – в; 7 – а; 8 – б; 9 – а; 10 – б, в, г; 11 – б, в, г; 12 – а, б, г; 13 – б; 14 – а; 15 – а, г; 16 – г; 17 – а, б, в, г; 18 – а, б, в; 19 – б; 20 – а, в, г; 21 – б, в, г; 22 – а, в, г; 23 – а, б, в; 24 – в.

**Тема №9:** 1 – в, г; 2 – б, в; 3 – а, в; 4 – а, б; 5 – в, г; 6 – а, б; 7 – а, в, г; 8 – б; 9 – а, в; 10 – в; 11 – а, б, в, г; 12 – а, б, в, г; 13 – а, г, д; 14 – б, в, д; 15 – б; 16 – б; 17 – а; 18 – б, в; 19 – а, в; 20 – в; 21 – а, в, д; 22 – в; 23 – в; 24 – а; 25 – б; 26 – а; 27 – в; 28 – б, в, г; 29 – б, в; 30 – а; 31 – б; 32 – а; 33 – б; 34 – б; 35 – а.

**Тема №10:** 1 – б, в; 2 – а, в; 3 – б, в; 4 – а, б, в; 5 – б; 6 – а, г; 7 – б; 8 – а, б, в; 9 – а, б, в; 10 – а, б, г; 11 – в; 12 – а; 13 – в; 14 – а, б; 15 – б, в; 16 – а, б, в; 17 – б, в, г; 18 – а, б; 19 – в, г; 20 – а, б, в; 21 – в; 22 – а, б, г; 23 – а, в, г; 24 – б, в, г, д; 25 – б, г; 26 – а, в, г; 27 – в, г; 28 – б, в, г; 29 – а, б, г, д; 30 – а, в; 31 – а, б, в, г; 32 – б, в, г; 33 – в, г; 34 – а, б; 35 – а, б; 36 – а, б, в, г; 37 – б; 38 – а, б; 39 – б; 40 – а, б, в; 41 – б; 42 – а.

**Тема №11:** 1 – а, б, в, г; 2 – а, б, в, г; 3 – б, в, г, д; 4 – а, б, г, д; 5 – а, б, в, д; 6 – а, б, д; 7 – а, б, в; 8 – а, б, в; 9 – в; 10 – б; 11 – а; 12 – в; 13 – б, в, г, д; 14 – в; 15 – б, д; 16 – а; 17 – а, б, в; 18 – б; 19 – а, б, в, г; 20 – а, б, в, г; 21 – б, в; 22 – а, б, в, г; 23 – д; 24 – а, б.

**Тема №13:** 1 – а, в; 2 – а, б; 3 – а, б, в; 4 – а, г; 5 – в; 6 – а; 7 – б; 8 – в; 9 – б; 10 – а, в, г; 11 – б, в; 12 – а, б; 13 – в, г; 14 – а, б, г; 15 – а, б, г; 16 – б, в, г; 17 – а, б; 18 – б; 19 – а, б, в; 20 – а, б; 21 – а, б, в, г; 22 – а, б, в, г.

**Тема №14:** 1 – б, в; 2 – г; 3 – а, в, г; 4 – б, в, г, д; 5 – а, б; 6 – а; 7 – д; 8 – а, б; 9 – в; 10 – а, б, в, г; 11 – б, в; 12 – а, б, в; 13 – а, б; 14 – а, б, в; 15 – а, б; 16 – а, в; 17 – б; 18 – а; 19 – а, б; 20 – а; 21 – в, г; 22 – а, б; 23 – а; 24 – а, б, в, г; 25 – а, б; 26 – а, б, в; 27 – а, б, в; 28 – а, б; 29 – в, г, д; 30 – а, б, в; 31 – в; 32 – а, б; 33 – в, г; 34 – а, б, в; 35 – б; 36 – в; 37 – а, б, в; 38 – а; 39 – в; 40 – а; 41 – г; 42 – а, б, в, г; 43 – б; 44 – б; 45 – в.

**Тема №15:** 1 – а, б, в; 2 – б, в, г; 3 – а, в, г; 4 – а, б, в; 5 – а, в; 6 – а, б, в, г; 7 – б, в; 8 – б, в, г; 9 – а, б, в; 10 – б, в; 11 – а, б, в, г; 12 – б, в, г; 13 – а, б; 14 – б; 15 – в; 16 – а, б, в; 17 – а, в; 18 – б; 19 – а; 20 – б; 21 – а; 22 – б, в; 23 – а; 24 – а, б, в; 25 – б.

**Тема №16:** 1 – а, б, в, г; 2 – а; 3 – б, в; 4 – а, б, в, г; 5 – а, б, в, г, д; 6 – б, в; 7 – а, б, в, г; 8 – а, в, г; 9 – а; 10 – б; 11 – в; 12 – а; 13 – а, г; 14 – в; 15 – а, б, в, г; 16 – а, б, в; 17 – а, в; 18 – а, б, в; 19 – в; 20 – а, б, в, г; 21 – а, б, в; 22 – б; 23 – в; 24 – в; 25 – а.

**Тема №17:** 1 – а; 2 – б; 3 – в; 4 – б; 5 – б; 6 – а; 7 – а; 8 – а; 9 – б; 10 – б; 11 – а; 12 – в; 13 – а; 14 – б; 15 – в; 16 – а; 17 – б; 18 – в; 19 – а; 20 – б; 21 – в; 22 – г; 23 – д; 24 – д; 25 – а, б; 26 – в, г; 27 – д; 28 – а; 29 – б; 30 – в; 31 – а; 32 – б; 33 – в; 34 – г, д; 35 – а; 36 – б, в.

**Тема №18:** 1 – а, в, г; 2 – а, б, г, д; 3 – б, в, г; 4 – в; 5 – г; 6 – в; 7 – а, б, в; 8 – б, в, г; 9 – а; 10 – б; 11 – а, б; 12 – г; 13 – б, в; 14 – а, б, г; 15 – а, б, г; 16 – б, в; 17 – в; 18 – б, в; 19 – г; 20 – б; 21 – б; 22 – в; 23 – в; 24 – в; 25 – б; 26 – б; 27 – а; 28 – в; 29 – в; 30 – а; 31 – в; 32 – а, б; 33 – б; 34 – а; 35 – а, б; 36 – в; 37 – г; 38 – а, б, в, г; 39 – а, б, в.

**Тема №19:** 1 – в; 2 – а, г, д; 3 – в, г, д; 4 – б, в; 5 – а, б, в, г; 6 – г; 7 – в, г; 8 – б, в, г; 9 – б; 10 – б; 11 – а, б, в, г; 12 – б, в; 13 – а; 14 – в, г; 15 – а, б, в, г; 16 – в, г; 17 – б, г; 18 – в, г; 19 – б, г; 20 – а, б; 21 – а; 22 – а, б; 23 – б, в; 24 – а, б; 25 – в; 26 – в, г; 27 – б; 28 – в, г, д; 29 – в, г, д; 30 – б; 31 – б, в; 32 – г.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. *Бекиш В.Я., Бекиш О.-Я.Л.* Биология. Учебник для студентов ВУУ по специальности «фармация», 2-е издание. Витебск, 2020, 290 с.

2. *Заяц Р.Г., Бутвиловский В.Э., Давыдов В.В., Рачковская И.В.* Медицинская биология и общая генетика. Учебник для студентов ВУЗ по медицинским специальностям. Мн.: ВШ, 2017, 480 с.

### Дополнительная

3. Антропология – медицине. Под ред. *Т.М. Алексеевой* М.: изд-во МГУ, 1989, 245 с.

4. *Бекиш В.Я., Бекиш О.-Я.Л.* Медицинская биология и общая генетика. - Витебск, 2018. - 420 с.

5. *Божанов Н.Н.* Стоматология. М.: Медицина, 1997, 335 с.

6. *Бокуть С.Б. Герасимович Н.В., Милютин А.А.* Молекулярная биология. Мн.: Выш. шк., 2005, 463 с.

7. Биология. Под ред. *В.Н. Ярыгина.* М.: ВШ, 2004, в 2 книгах, 431, 333 с.

8. *Заяц Р.Г., Бутвиловский В.Э., Давыдов В.В., Рачковская И.В.* Медицинская биология и общая генетика. - Мн, 2017. - 480 с.

9. *Карасева Е.И., Бутвиловский В.Э.* Ядовитые организмы. - Мн.: БГМУ, 2015, 156 с.

10. *Коничев А.С., Севастьянова Г.А.* Молекулярная биология. М.: Изд. центр Академия, 2003, 400 с.

11. *Мажера П.М., Хрисанфова Е.Н.* Проблемы биологии человека. Киев: Наукова думка, 1980, 327 с.

12. *Орлов Б.Н., Гелашивили Д.Б., Ибрагимов А.К.* Ядовитые животные и растения СССР. М.: ВШ, 1990, 272 с.

13. *Пехов А.П.* Биология с основами экологии. СПб.: Лань, 2004, 688 с.

14. *Пигулевский С.В.* Ядовитые животные (токсикология беспозвоночных). Л.: Медицина, 1975, 375 с.

15. *Пишак В.П., Бажори Ю.И.* Медицинская биология. - Винница: Новая книга, 2004. - 656 с.

16. *Ченцов Ю.С.* Введение в клеточную биологию. М.: ИКЦ Академкнига, 2004, 495 с.

17. *Raven & Jounhson* Biology. - Mosby-Year Book, 2012. - 1218 p.

18. *Taylor D.J., Green N.P.O., Stout G.W.* Biological Science. - Cambridge, 2010. - 984 p.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО</b> . . . . .	4
1. Сущность жизни. Молекулярно-генетический уровень организации живого . . . . .	4
<b>КЛЕТочный УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО</b> . . . . .	9
2. Клетка - элементарная единица живого. Методы изучения клетки. . . . .	9
3. Биология клетки. . . . .	21
4. Клетка как открытая саморегулирующаяся система . . . . .	27
5. Физиология клетки . . . . .	32
<b>ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО</b> . . . . .	37
6. Размножение организмов . . . . .	37
7. Генетика как наука о наследственности и изменчивости. Генный уровень организации наследственного материала у про- и эукариот. . . . .	41
8. Хромосомный и геномный уровни организации наследственного материала у про- и эукариот . . . . .	47
9. Закономерности моно- и полигенного наследования. Формирование фенотипа как выражение единства генетических и средовых факторов . . . . .	54
10. Фенотипическая и генотипическая изменчивости: . . . . .	63
11. Методы антропогенетики. . . . .	70
12. <b>Основы цитогенетики, наследственности и изменчивости (итоговое занятие)</b> . . . . .	77
13. Эмбриональное развитие, механизмы его регуляции . . . . .	83
14. Постэмбриональное развитие. Старение и смерть организма. . . . .	89
<b>ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО</b> . . . . .	96
15. Структура человеческих популяций. . . . .	96
<b>БИОСФЕРНО-БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО</b> . . . . .	103
16. Элементы экологии человека . . . . .	103
17. Экологические аспекты паразитизма . . . . .	109
18. Ядовитые грибы и растения . . . . .	115
19. Ядовитые животные . . . . .	120
<b>Ответы к тестам для проверки уровня знаний по теме</b> . . . . .	125
<b>Рекомендуемая литература</b> . . . . .	128

Учебное издание  
**Бекиш** Владислав Янович, **Бекиш** Вера Владимировна

**БИОЛОГИЯ. ПРАКТИКУМ**

*Учебное пособие для студентов учреждений высшего  
образования по специальности “Фармация”*

Издание второе,  
исправленное и переработанное

Подписано в печать \_\_\_\_\_ Формат 60x84, 1/16. Бумага  
типографская № 2. Гарнитура Таймс. Усл. печ. листов 8,13.  
Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_ Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_

Издатель и полиграфическое исполнение УО "Витебский  
государственный медицинский университет"  
ЛИ № 02330/453 от 13.12.2013 г.

пр. Фрунзе, 27. 210023, г. Витебск