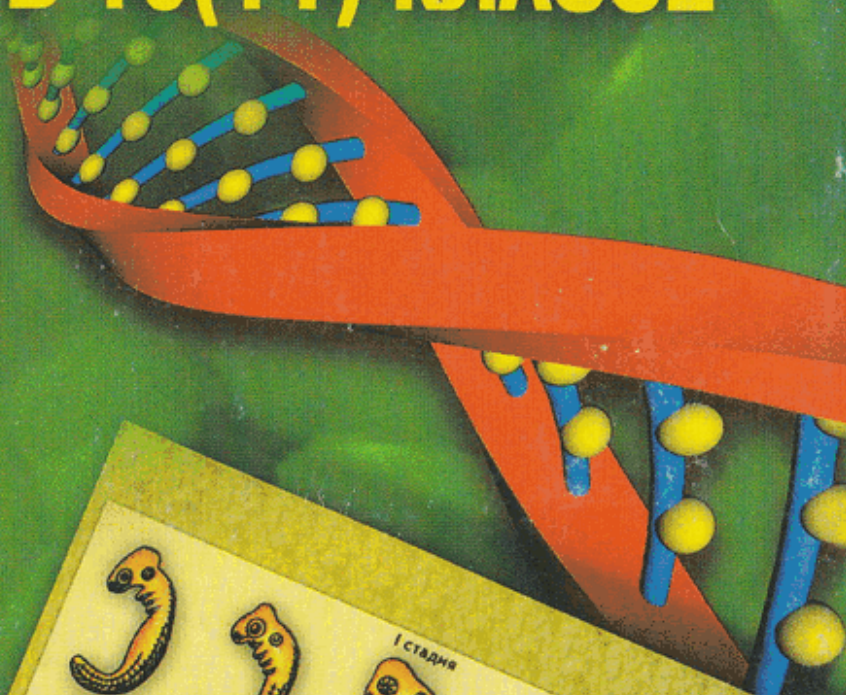


ПИМЕНОВ А.В.

УРОКИ БИОЛОГИИ

РАЗВЁРНУТОЕ
ПЛАНИРОВАНИЕ

В 10(11) КЛАССЕ



«УЧИТЕЛЬ ГОДА РОССИИ»



А. В. Пименов

УРОКИ БИОЛОГИИ В 10(11)КЛАССЕ

**РАЗВЕРНУТОЕ
ПЛАНИРОВАНИЕ**

**ЯРОСЛАВЛЬ
АКАДЕМИЯ РАЗВИТИЯ
АКАДЕМИЯ ХОЛДИНГ
2003**

УДК 371:57
ББК 74.264.5
П 32

**Издание осуществлено совместно
с НО «Фонд поддержки российского учительства»**

Пименов А. В.

П 32 Уроки биологии в 10(11) классе. Развернутое планирование/Художник Соколов Г. В. — Ярославль: Академия развития, Академия Холдинг, 2003. — 272 с.: ил. — (Учитель года России).

У вас в руках материалы развернутого планирования, которые используются на обычных уроках биологии в старших классах физико-технического лицея № 1 г. Саратова. В них вошли тезисы лекций, карточки-задания для организации письменной проверки знаний, кодограммы, которые используются на уроке, тестовые задания к каждому уроку, зачетные уроки.

**УДК 371:57
ББК 74.264.5**

ISBN 5-9285-0331-8

© Академия развития,
Академия Холдинг, 2003
© Пименов А. В., 2001
© Художник Соколов Г. В., 2001

Содержание

Предисловие	4
Раздел 1. Клетка — единица живого	8
Глава 1. Химический состав клетки	8
Урок 1. Неорганические соединения	8
Урок 2. Биополимеры. Углеводы, липиды	16
Урок 3. Биополимеры. Строение белков	24
Урок 4. Биополимеры. Свойства и функции белков	32
Урок 5. Биополимеры. Нуклеиновые кислоты. ДНК	40
Урок 6. Биополимеры. РНК, АТФ	48
Урок 7. Зачет по разделу «Химический состав клетки»	55
Глава 2. Структура и функции клетки	59
Урок 1. Клеточная теория	59
Урок 2. Цитоплазма. Клеточная оболочка	63
Урок 3. Органоиды клетки	70
Урок 4. Ядро клетки. Прокариоты и эукариоты	79
Урок 5. Вирусы	86
Урок 6. Зачет по материалам главы «Структура и функции клетки»	93
Главы 3, 4. Обмен веществ	97
Урок 1. Фотосинтез	97
Урок 2. Гликолиз	103
Урок 3. Кислородное окисление	108
Урок 4. Генетическая информация. Репликация ДНК	113
Урок 5. Транскрипция. Генетический код	118
Урок 6. Трансляция	124
Урок 7. Зачет по разделу «Обмен веществ»	131
Раздел 2. Размножение и развитие	135
Главы 5, 6. Размножение и развитие организмов	135
Урок 1. Митоз	135
Урок 2. Мейоз	140
Урок 3. Бесполое и половое размножение	146
Урок 4. Гаметогенез. Оплодотворение	151
Урок 5. Двойное оплодотворение у цветковых растений	158
Урок 6. Онтогенез	164
Урок 7. Зачет по разделу «Размножение и развитие»	171
Раздел 3. Основы генетики и селекции	175
Главы 7, 8. Закономерности наследственности и изменчивости ...	175
Урок 1. Моногибридное скрещивание. Первый и второй законы Г. Менделя	176
Урок 2. Аллельные гены. Анализирующее скрещивание	183
Урок 3. Третий закон Г. Менделя	189
Урок 4. Сцепленное наследование генов	195
Урок 5. Генетика пола	203
Урок 6. Взаимодействие генов	210
Урок 7. Модификационная изменчивость	218
Урок 8. Наследственная изменчивость	225
Урок 9. Генетика человека	233
Урок 10. Зачет по разделу «Основы генетики»	240
Глава 9. Генетика и селекция	245
Урок 1. Селекция	245
Урок 2. Селекция растений	249
Урок 3. Селекция животных	254
Урок 4. Селекция микроорганизмов	260
Урок 5. Зачет по разделу «Основы селекции»	266
Ответы на тесты	269
Литература	271

Предисловие

У вас в руках материалы развернутого планирования, которые используются на обычных уроках биологии в старших классах физико-технического лицея № 1 г. Саратова. В них вошли тезисы лекций, карточки-задания для организации письменной проверки знаний, кодограммы, которые используются на уроке, тестовые задания к каждому уроку, зачетные уроки.

Автор 23 года работал по учебнику под редакцией Ю. И. Полянского и в 10-х классах начинал курс общей биологии с эволюционного учения. В 11-х классах изучались основы цитологии, размножения и индивидуального развития, основы генетики и селекции. Это более сложный материал, и учащиеся в 11-м классе серьезнее относятся к учебному процессу. Последние два года учимся по учебнику под редакцией Д. К. Беляева, но порядок изучения остался прежний — в 10-х классах начинаем с эволюционного учения, а в 11-х классах заканчиваем генетикой и селекцией. Но это личное мнение и выбор учителя.

Изучение каждой главы заканчивается зачетным уроком. Для проведения зачета целесообразно заранее, за неделю, вывешивать вопросы тестового задания и теоретические вопросы. Тестовое задание для учеников 9-х классов обычно не должно превышать 30 вопросов, на которые ученик должен дать краткий ответ или написать определение, в 10—11-х классах — не более 40. Теоретических вопросов — не более 6. На зачете учащимся будут предложены эти же вопросы в тестовом задании, но в другом порядке и один из теоретических вопросов. Письменная работа проводится по вариантам, каждому предлагается за 25 минут выполнить тестовое задание и ответить на один из теоретических вопросов. Один вариант отвечает на первые 10 тестовых вопросов, второй на другие 10. Такая форма контроля дает возможность ученику хорошо подготовиться к зачету. С помощью тестового задания учитель делает срез через весь материал главы, письменные вопросы развивают навыки грамотного письменного ответа. Кроме того, остается время на углубление материала главы с помощью просмотра видеофильмов, заслушивания рефератов. Ученики, выступающие с рефератами или выпустившие газеты, освобождаются от написания теоретического вопроса на зачете.

Немного о том, как все это используется на уроках в нашем лицее. Часть учащихся лицея ежегодно поступают в вузы с биологическим профилем, где один из экзаменов — биология,

поэтому они должны получить хорошие биологические знания в школе, на уроках.

Для этого нужен хороший кабинет. В настоящее время в кабинете биологии, кроме обычного набора технических средств, позволяющих объяснять с помощью видеофильмов, кинофильмов, диафильмов и слайдов, имеются 10 компьютеров в сети, с которыми учащиеся работают практически на каждом уроке.

Для того чтобы сделать повторение и опрос более эффективными, на большинстве уроков целесообразно использовать карточки для письменных ответов учащихся, карточки для работы у доски, компьютерное тестирование и устные ответы учащихся. Такая комбинированная форма опроса позволяет подготовить учащихся к различной форме проведения вступительных экзаменов в вуз. В некоторых вузах практикуется письменная форма сдачи вступительных экзаменов, когда абитуриенту предлагается билет, в котором необходимо дать письменный развернутый ответ на три вопроса. Письменная работа с карточками и анализ, сделанный учителем, позволяют систематически готовить учащихся к данной форме сдачи экзаменов. Работа с тестами с помощью компьютеров или тестовых заданий готовит к сдаче экзаменов в тестовой форме.

Наиболее рационально для письменных ответов вызывать 3—4-х учеников. Они выходят с листочками и ручками, берут карточку-задание (карточки берут со стола учителя сами, но смотреть содержание задания нельзя) и в течение 10—15 минут отвечают на поставленные вопросы. Для работы с карточками-заданиями лучше выделить первые две парты, чтобы возможность для списывания свести к минимуму и чтобы учитель меньше отвлекался во время проведения опроса. Целесообразно на этих двух партах под стекло положить краткую памятку «Как работать с письменными карточками». Работы сдаются, проверяются учителем и на следующем уроке возвращаются учащимся с оценками и комментариями учителя.

Один ученик вызывается к доске, ему предлагается карточка-задание, в которой обычно 10 вопросов. Ответы можно дать одним-двумя словами. Ученик на доске записывает номера вопросов, против них — краткие ответы. Такая работа исключает подсказку с места: учащиеся видят только номер вопроса и ответ. Записав ответы на вопросы, учащийся садится на место. В конце опроса он вызывается к доске, читает вопросы и свои ответы к ним. Таким образом, учитель получает возможность с помощью всего класса проверить правильность ответов на

наиболее важные вопросы темы. Эта карточка на перемене доступна учащимся — вопросы в ней перекликаются с вопросами компьютерного тестирования, учащиеся проверяют себя, всё ли они поняли при выполнении домашнего задания, на всё ли обратили внимание.

Девять учащихся вызываются на компьютерное тестирование (в кабинете биологии 9 ученических компьютеров и один учительский, связанные с серверной машиной). Им предлагается 10—15 тестов, созданных учителем для конкретной темы.

В настоящее время в продаже появились тестовые задания для компьютерного использования. Их немного, как правило, они не привязаны к конкретным урокам, учитель находится в жесткой зависимости от предложенной приобретенной программы тестов, редактировать их он не может. Кроме того, учащиеся разных школ используют учебники разных авторов, следовательно, централизованно подготовить тестовые задания для каждой конкретной школы к каждому уроку, зачету, олимпиаде достаточно сложно.

Единственный выход — иметь программу, с помощью которой можно самому создавать тестовые задания для своих уроков. Такая программа может быть написана грамотным программистом и должна предоставить возможность создать тестовое задание на любую тему человеку, не владеющему основами программирования.

Обычно предлагаются тесты, в которых на вопрос дается 4 варианта ответа, правильный — один из них. Очень удобно использовать тесты, в которых на вопрос дается несколько ответов, причем верными или неверными может быть любое количество из них. Если в данной работе перед тестом **, значит на вопрос дается несколько правильных ответов.

Время на обдумывание и на введение правильных ответов задается учителем. Если это один ответ из нескольких, то время на введение правильного варианта обычно 60 секунд. Ученик видит, сколько времени на обдумывание у него осталось, видит, на какой по счету тест он отвечает, видит предварительную оценку, процент правильных ответов. Если предлагается тест с несколькими правильными ответами, то они на желтом фоне (а не на белом, как при одном правильном ответе) и время на обдумывание устанавливается другое, обычно 100 — 120 секунд. Правильно указанный ответ дает балл, ошибочно указанный — снимает балл.

Учащийся может после тестирования посмотреть историю ответов, какие вопросы ему задавались, как он на них ответил,

может апеллировать к учителю. При загрузке программы устанавливается определенная последовательность тестов, на соседних машинах тесты следуют в ином порядке, что не дает возможности подсмотреть ответы у соседа. Кроме того, чтобы исключить вероятность механического запоминания номеров правильных ответов, при загрузке меняется и последовательность вариантов ответов. Например, на вопрос «Что характерно для двудольных растений» есть четыре правильных ответа из десяти. На одной машине они будут, например, под цифрами 2, 6, 7, 10, на другой (или при повторной загрузке) — 1, 5, 7, 9, а на третьей машине это уже будет какая-то другая последовательность.

Критерии выставления оценки можно задавать самому, на уроках биологии оценка «5» выставляется, если процент правильных ответов составляет от 90 до 100%, «4» — 75—89%, «3» — от 50 до 74%.

Таким образом, на обычных уроках девять человек работают с компьютерами, трое отвечают письменно, один работает с карточкой у доски, три — четыре человека отвечают устно. Результаты тестирования печатает принтер, учитель выставляет их в журнал. В результате 15 — 16 человек получают оценку на каждом уроке, и учитель затрачивает на это всего около 18 минут. Причем на следующем уроке те, кто работал письменно и устно, будут тестироваться на компьютерах, т. е. чередуются устные, письменные и тестовые задания.

Для объяснения нового материала предлагаются кодограммы. Это краткие опорные конспекты или достаточно подробные конспекты с иллюстрациями. Краткие опорные конспекты пишутся в том случае, если материал в учебнике изложен хорошо. Подробные конспекты приходится использовать на спецкурсах, когда темы разрабатываются учителем, материал собирается из различных источников. Кодограммы набираются на компьютере, рисунки для них сканируются. Задача учителя — объяснить материал с помощью таблицы, диафильма. Работа учащихся с тетрадью организована с помощью кодограмм, что освобождает учителя от доски, появляется возможность спрашивать учащихся, как они поняли объяснение ключевых моментов урока, смотреть за работой с тетрадью, объяснять трудные моменты. Но и это уже вчерашний день. Для современного урока необходима современная техника. Вместо кодоскопа нужно использовать приставку к компьютеру, которая проецирует на большой экран все, что есть на экране компьютера, причем с прекрасным качеством.

Раздел 1. КЛЕТКА — ЕДИНИЦА ЖИВОГО

Глава 1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ

Материал главы формирует знания о химическом составе клетки, значении для клетки неорганических и органических соединений. Изучаются важнейшие группы органических соединений — углеводы, липиды, белки, нуклеиновые кислоты и низкомолекулярные органические вещества. Дается характеристика важнейшим свойствам и функциям этих веществ.

Распределение материала по урокам:

1-й урок. Неорганические соединения.

2-й урок. Биополимеры. Углеводы, липиды.

3-й урок. Биополимеры. Строение белков.

4-й урок. Биополимеры. Свойства и функции белков.

5-й урок. Биополимеры. Нуклеиновые кислоты. ДНК.

6-й урок. Биополимеры. РНК, АТФ.

7-й урок. Зачет.

Урок 1. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

Задачи. На вводной части урока важно рассмотреть многообразие живых организмов и их классификацию, сформировать знания о важнейших свойствах, характерных для живых организмов, уровнях организации живой материи, методах изучения, используемых в биологии. Дать характеристику химическому составу клетки: группам элементов, входящих в состав клетки; раскрыть свойства и значение воды, роль важнейших катионов и анионов в клетке.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 1).

Введение. Биология — наука о жизни. Изучение многообразия живых организмов, закономерностей их стро-

ения, жизнедеятельности, индивидуального развития и эволюции, взаимоотношения со средой обитания — важнейшие задачи биологии.

Все живые организмы на Земле делятся на две империи — империя Доклеточные и империя Клеточные. К доклеточным организмам относятся вирусы, объединенные в царство Вирусы. Империя Клеточные объединяет организмы, имеющие клеточное строение. Наиболее древние представители клеточных, не имеющие ядра, объединяются в надцарство Прокариот (доядерных), царство Дробянок. Среди них выделяют три подцарства: Архебактерии — наиболее древние анаэробные бактерии, Эубактерии и Оксифотобактерии (сине-зеленые). Считается, что именно древние архебактерии вступили в симбиоз с сине-зелеными и бактериями окислителями, в клетке обособилось ядро, так появились ядерные организмы, которые объединены в надцарство Эукариоты, царства Растения, Животные и Грибы.

Живые организмы приобретают качественные особенности, отличающие их от неживой природы. С другой стороны, эти отличия достаточно условны, поэтому для характеристики живого организма нужно рассматривать все его признаки.

1. Важнейший признак живого организма — способность к размножению, способность к передаче генетической информации следующему поколению. При бесполом размножении следующее поколение получает генетическую информацию от материнского организма, при половом — происходит объединение генетической информации двух организмов.
2. Живой организм является открытой системой, в него поступают питательные вещества, он использует различные виды энергии — энергию света, энергию, выделяющуюся при окислении органических и неорганических веществ, выделяет в окружающую среду продукты обмена веществ и энергию. Другими словами, между организмом и средой обитания происходит постоянный обмен веществ и энергии.
3. Клетки живых организмов образованы различными биополимерами, важнейшими из которых являются нуклеиновые кислоты и белки. Но мертвая лошадь также состоит из биополимеров, поэтому важно подчеркнуть их постоянное самообновление.

4. Пока организм жив, он воспринимает воздействия окружающей среды, под влиянием раздражителя происходит возбуждение и развивается ответная реакция на возбуждение. Возбудимость — важнейшее свойство организма.
5. В результате естественного отбора организмы удивительным образом адаптировались к конкретным условиям обитания. Эта адаптация началась с эволюции на уровне молекул, затем на уровне органоидов клетки — на клеточном уровне, затем на уровне многоклеточного организма.
6. Для живых организмов характерна высокая степень организации, которая проявляется в сложном строении биологических молекул, органоидов, клеток, органов, их специализации к выполнению определенных функций.
7. Также к признакам живых организмов относятся рост, старение и смерть.

Различают несколько уровней организации жизни на Земле:

1. *Молекулярный*, на котором изучаются органические и неорганические молекулы, их строение и функции в организме.
2. *Клеточный*, клетка — необычайно сложная система взаимодействующих органоидов, каждый из которых приспособлен к выполнению определенных функций и является частью целостной структуры — клетки.
3. У низших многоклеточных организмов происходит специализация клеток, образуются ткани — *тканевой* уровень.
4. На следующем уровне — *органоном* — происходит образование сложно устроенных органов, которые специализируются на определенных функциях и совместно формируют системы органов.
5. На *организменном* уровне мы имеем дело с целостным организмом, у одноклеточных организмов это одна клетка, у многоклеточных — множество клеток, которые подчиняются различным системам регуляции.
6. Организмы объединяются в популяции, популяции — в виды, формируется *популяционно-видовой* уровень, обеспечивающий сложные внутривидовые взаимоотношения.
7. Но любая популяция приспособлена к определенным факторам неживой природы, взаимодействует с популяциями других живых организмов, это уже *биогеоценотический* уровень.
8. Высшим уровнем организации жизни на Земле является *биосферный*, объединяющий все биогеоценозы Земли в единую живую оболочку земли — биосферу.

Характеристика неорганических соединений клетки. Все клетки, независимо от уровня организации, сходны по химическому составу. В клетке содержится несколько тысяч веществ, которые участвуют в разнообразных химических реакциях.

В живых организмах обнаружено около 80 химических элементов периодической системы Д. И. Менделеева

По количественному содержанию в живом веществе элементы делятся на три категории.

Макроэлементы (*O, C, H, N; K, Na, Ca, Mg, S, P, Cl, Fe*) К макроэлементам относят элементы, концентрация которых превышает 0,001%. Они составляют основную массу живого вещества клетки (около 99%). Особенно высока концентрация C, N, H, O (98% всех макроэлементов).

Микроэлементы (*Zn, Mn, Cu, Co, Mo* и многие другие), доля которых составляет от 0,001% до 0,000001% (1,9% массы клетки). Микроэлементы входят в состав биологически активных веществ — ферментов, витаминов и гормонов.

Ультрамикроэлементы (*Au, U, Ra* и др.), концентрация которых не превышает 0,000001%. Роль большинства элементов этой группы до сих пор не выяснена.

Макро- и микроэлементы присутствуют в живой материи в виде разнообразных *химических соединений*, которые подразделяются на неорганические и органические вещества.

К неорганическим веществам относятся:

- *вода*, составляющая примерно 70—80% массы организма;
- *минеральные вещества* — 1—1,5%.

Вода. Самое распространенное в живых организмах неорганическое соединение. Ее содержание колеблется в широких пределах: в клетках эмали зубов вода составляет по массе около 10%, а в клетках развивающегося зародыша — более 90%.

Без воды жизнь невозможна. Она не только обязательный компонент живых клеток, но и среда обитания организмов. Биологическое значение воды основано на ее химических и физических свойствах.

Химические и физические свойства воды объясняются, прежде всего, малыми размерами молекул воды, их полярностью и способностью соединяться друг с другом водородными связями. В молекуле воды один атом кислорода ковалентно связан с двумя атомами водорода. Молекула полярна: кислородный атом несет частичный отрицательный заряд, а два водородных — частично положительные заряды. Это делает молекулу воды диполем. Поэтому при взаимодей-

ствии молекул воды между ними устанавливаются водородные связи. Они в 15—20 раз слабее ковалентной, но поскольку каждая молекула воды способна образовывать 4 водородные связи, они существенно влияют на физические свойства воды. Большая теплоемкость, теплота плавления и теплота парообразования объясняются тем, что большая часть поглощаемого водой тепла расходуется на разрыв водородных связей между ее молекулами. Вода обладает высокой теплопроводностью. Вода практически не сжимается, прозрачна в видимом участке спектра. Наконец, вода — вещество, плотность которого в жидком состоянии больше, чем в твердом, при 4 °С у нее максимальная плотность, у льда плотность меньше, он поднимается на поверхность и защищает водоем от промерзания.

Физические и химические свойства делают ее уникальной жидкостью и определяют ее биологическое значение.

Вода — хороший растворитель ионных (полярных), а также некоторых неионных соединений, в молекуле которых присутствуют заряженные (полярные) группы. Любые полярные соединения в воде *гидратируются* (окружаются молекулами воды), при этом молекулы воды участвуют в образовании структуры молекул органических веществ. Если энергия притяжения молекул воды к молекулам какого-либо вещества больше, чем энергия притяжения между молекулами вещества, то вещество растворяется. По отношению к воде различают: *гидрофильные вещества* — вещества, хорошо растворимые в воде; *гидрофобные вещества* — вещества, практически нерастворимые в воде.

Большинство биохимических реакций может идти только в водном растворе; многие вещества поступают в клетку и выводятся из нее в водном растворе.

Большая теплоемкость и теплопроводность воды способствуют равномерному распределению тепла в клетке.

Благодаря большой теплоте испарения воды происходит охлаждение организма.

Благодаря силам адгезии и когезии вода способна подниматься по капиллярам (один из факторов, обеспечивающих движение воды в сосудах растений).

Вода является непосредственным участником многих химических реакций (гидролитическое расщепление белков, углеводов, жиров и др.).

Вода определяет напряженное состояние клеточных стенок (тургор), а также выполняет опорную функцию (гидростатический скелет, например, у круглых червей).

Минеральные вещества клетки. В основном представлены солями, которые диссоциируют на анионы и катионы.

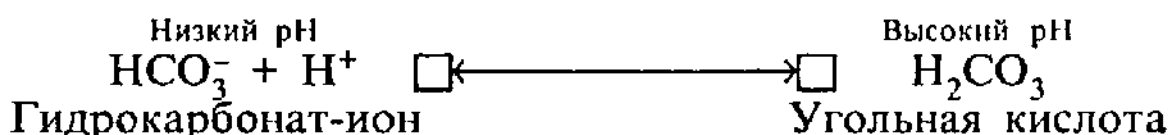
Для процессов жизнедеятельности клетки наиболее важны катионы K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , анионы HPO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- . Концентрации ионов в клетке и среде ее обитания различны. Например, во внешней среде (плазме крови, морской воде) K^+ всегда меньше, а Na^+ всегда больше, чем в клетке. Существует ряд механизмов, позволяющих клетке поддерживать определенное соотношение ионов в протопласте и внешней среде.

Различные ионы принимают участие во многих процессах жизнедеятельности клетки: катионы K^+ , Na^+ , Cl^- обеспечивают возбудимость живых организмов; катионы Mg^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Ca^{2+} и др. необходимы для нормального функционирования многих ферментов; образование углеводов в процессе фотосинтеза невозможно без Mg^{2+} (составная часть хлорофилла); буферные свойства клетки (поддержание слабощелочной реакции содержимого клетки) поддерживаются анионами слабых кислот (HCO_3^- , HPO_4^-) и слабыми кислотами (H_2CO_3).

Фосфатная буферная система:



Бикарбонатная буферная система:



Некоторые неорганические вещества содержатся в клетке не только в растворенном, но и в твердом состоянии. Например, Ca и P содержатся в костной ткани, в раковинах моллюсков в виде двойных углекислых и фосфорнокислых солей.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст введения, параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Неорганические соединения клетки. Введение, § 1

Признаки и уровни организации жизни

— Многообразие:

Империя Доклеточные: Царство Вирусы.

Империя Клеточные:

Надцарство Прокариоты: архебактерии, эубактерии, сине-зеленые;

Надцарство Эукариоты: Царства Растений, Животных, Грибов.

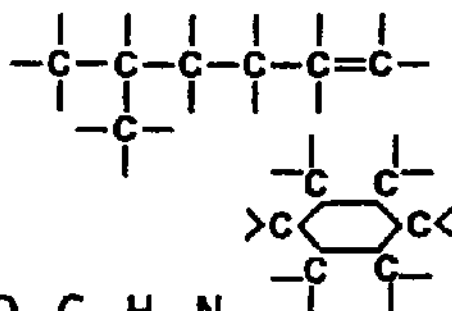
— Признаки живых организмов: 1) размножение; 2) обмен веществ и энергии; 3) возбудимость; 4) важнейшие биополимеры — НК и белки; 5) адаптированность в результате эволюции; 6) специализация от молекул до органов и высокая степень организации.

— Уровни организации: 1) молекулярный; 2) клеточный; 3) тканевой; 4) органный; 5) организменный; 6) популяционно-видовой; 7) биогеоценотический; 8) биосферный.

— Методы: наблюдение, сравнение, эксперимент.

Химические элементы и соединения клетки

Элементы. В клетках более 80 элементов, для 24 известны функции, которые они выполняют, это биогенные элементы.



I группа (98% от массы) — O, C, H, N.

II группа (1,9%) — K, Na, Ca, Mg, S, P, Cl, Fe.

III группа — микроэлементы (иод, медь, цинк ...).

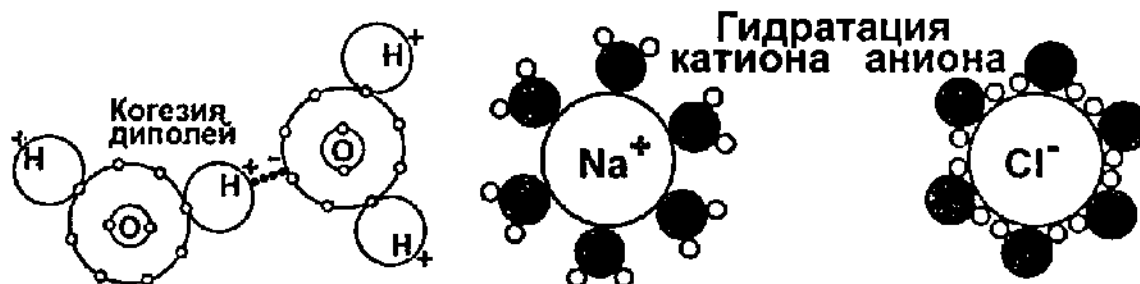
I и II группы — макроэлементы.

Химические соединения:

Неорганические — вода, соли

Органические

Характеристика воды:



1. Основа внутренней и внутриклеточной среды.
2. Вода — растворитель для полярных, *гидрофильных* веществ: ионных соединений — солей; сахаров и спиртов, имеющих OH-группы. Гидратирует полярные молекулы. *Гидрофобные* вещества — нерастворимые в воде.
3. Выполняет транспортную функцию у животных (?), у растений (?).
4. Вода — реагент. Участвует в реакциях гидролиза, а также как метаболит (реакции фотосинтеза).
5. Участвует в терморегуляции, т.к. испарение сопровождается охлаждением.
6. Большая теплоемкость и высокая теплопроводность сглаживают резкие колебания t° внешней среды. Максимальная плотность при $+4^\circ\text{C}$.

Значение солей:

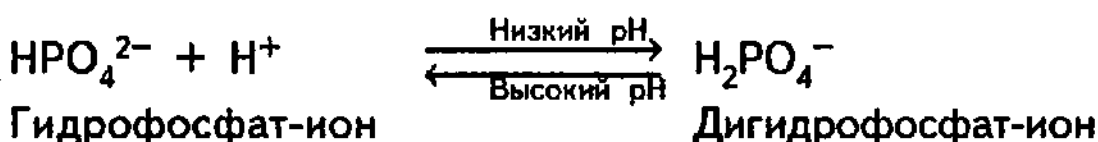
Важнейшие катионы: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ????

На внутренней поверхности мембраны клеток всегда меньше натрия и больше калия, отвечающих за возбудимость.

Важнейшие анионы: H_2PO_4^- , Cl^- , HCO_3^- .

Обеспечивают буферные свойства внутренней среды. Буферность — способность поддерживать определенную концентрацию водородных ионов.

Фосфатная буферная система:



Урок 2. **БИОПОЛИМЕРЫ. УГЛЕВОДЫ, ЛИПИДЫ**

Задачи. Приступить к изучению органических веществ клетки, рассмотреть основные классы органических веществ, их процентное соотношение в клетке. Сформировать знания о строении, свойствах и функциях углеводов и липидов в клетке. Рассмотреть основные группы углеводов и липидов и их значение для жизнедеятельности организмов. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Введение. Неорганические вещества клетки».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Уровни организации живой материи.

2. Признаки живых организмов.

3. Роль катионов и анионов в клетке.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 1).

Характеристика углеводов. Кроме неорганических веществ в состав клетки входят и органические вещества: белки, углеводы, липиды, нуклеиновые кислоты и низкомолекулярные органические вещества.

Белки	10—20%	Вода	75—85%
Жиры	1—5%	Неорганические	вещества 1,0—1,5%
Углеводы	0,2—2,0 %		
Нуклеиновые кислоты	1—2%		
Низкомолекулярные органические вещества 0,1—0,5%			

Органические вещества относятся к группе полимеров. Различают регулярные полимеры и нерегулярные полимеры. Важное место среди них занимают углеводы, со-

единения, в состав которых входят атомы углерода, кислорода и водорода. Их общая формула $C_m(H_2O)_n$, они делятся на простые и сложные углеводы.

Простые углеводы называют *моносахаридами*. В зависимости от числа атомов углерода в молекуле моносахаридов различают: триозы (3C), тетрозы (4C), пентозы (5C), гексозы (6C), гептозы (7C). В природе наиболее широко распространены пентозы и гексозы. Важнейшие из пентоз — дезоксирибоза и рибоза, входящие в состав ДНК, РНК и АТФ; из гексоз наиболее распространены глюкоза, фруктоза и галактоза (общая формула $C_6H_{12}O_6$).

Моносахариды могут быть представлены в форме α - и β -изомеров. Гидроксильная группа при первом атоме углерода может располагаться как под плоскостью цикла (α -изомер), так и над ней (β -изомер). Молекулы крахмала состоят из остатков α -глюкозы, целлюлозы — из остатков β -глюкозы.

Дезоксирибоза ($C_5H_{10}O_4$) отличается от рибозы ($C_5H_{10}O_5$) тем, что при втором атоме углерода имеет атом водорода, а не гидроксильную группу, как у рибозы.

Сложными называют углеводы, молекулы которых при гидролизе распадаются с образованием простых углеводов. Среди сложных углеводов различают олигосахариды и полисахариды.

Олигосахаридами называют сложные углеводы, содержащие от 2 до 10 моносахаридных остатков. В зависимости от количества остатков моносахаридов, входящих в молекулы олигосахаридов, различают дисахариды, трисахариды и т. д. Наиболее широко распространены в природе дисахариды, молекулы которых образованы двумя остатками моносахаридов: мальтоза, состоящая из двух остатков α -глюкозы, молочный сахар (лактоза) и свекловичный (или тростниковый) сахар. Встречаются в природе в свободном виде или в составе полисахаридов.

Полисахариды образуются в результате реакции поликонденсации. Важнейшие полисахариды — крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин, муреин. Крахмал — основной резервный углевод растений, гликоген — у животных и человека. Целлюлоза — основной структурный углевод клеточных стенок растений, она нерастворима в воде, является линейным полимером β -глюкозы.

К свойствам моносахаридов и олигосахаридов относится их растворимость в воде, сладкий вкус. С увеличением числа мономерных звеньев растворимость падает и сладкий вкус исчезает, полисахариды в воде нерастворимы.

Важнейшая функция углеводов — энергетическая, углеводы — основные источники энергии в животном организме. При расщеплении 1 г углевода выделяется 17,6 кДж. Запасающая функция выражается в накоплении крахмала клетками растений и гликогена клетками животных, которые играют роль источников глюкозы, легко высвобождая ее по мере необходимости. Углеводы входят в состав клеточных мембран и клеточных стенок (целлюлоза входит в состав клеточной стенки растений, из хитина образован панцирь членистоногих, различные олиго- и полисахариды образуют клеточную стенку бактерий). Соединяясь с липидами и белками, образуют гликолипиды и гликопротеины. Рибоза и дезоксирибоза входят в состав мономеров нуклеотидов.

Слизи, выделяемые различными железами, богаты углеводами и их производными (например, гликопротеинами). Они предохраняют пищевод, кишечник, желудок, бронхи от механических повреждений, препятствуют проникновению в организм бактерий и вирусов. Гепарин предотвращает свертывание крови в организме животных и человека.

Характеристика липидов. Липиды — сборная группа органических соединений, не имеющих единой химической характеристики. Их объединяет то, что все они нерастворимы в воде, но хорошо растворимы в органических растворителях (эфире, хлороформе, бензине). Содержатся во всех клетках животных и растений. Содержание липидов в клетках составляет 5—15% сухой массы, но в жировой ткани может иногда достигать 90%.

В зависимости от особенности строения молекул различают *простые и сложные липиды*. К простым липидам относятся жиры. Они входят в состав организма человека, животных, растений, микробов, некоторых вирусов. Содержание жиров в биологических объектах, тканях и органах может достигать 90%.

Жиры (триглицериды) — это сложные эфиры высших жирных кислот и трехатомного спирта — глицерина. Это самые распространенные в природе липиды. В составе триглицеридов обнаружено более 500 жирных кислот, молекулы которых имеют сходное строение. Жирные кислоты имеют одинаковую для всех кислот группировку — карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) и радикал, которым они отличаются друг от друга. Карбоксильная группа образует головку жирной кислоты. Она полярна, поэтому гидрофильна. Радикал представляет собой углеводородный хвост, отличающийся у разных жирных кислот количеством группировок $-\text{CH}_2$. Он неполярен, поэтому гидрофобен. При образовании молекулы триглицерида каждая из трех гидроксильных ($-\text{OH}$) групп глицерина вступает в реакцию конденсации с жирной кислотой, образуются три сложноэфирные связи, поэтому образовавшееся соединение называется сложным эфиром. Физические свойства зависят от состава их молекул. Если в триглицеридах преобладают насыщенные жирные кислоты, то они твердые (жиры), если ненасыщенные — жидкие (масла). Плотность жиров ниже, чем у воды, поэтому в воде они всплывают и находятся на поверхности.

Воски — группа простых липидов, представляющих собой сложные эфиры высших жирных кислот и высших высокомолекулярных спиртов.

Фосфолипиды — сложные эфиры многоатомных спиртов с высшими жирными кислотами, содержащие остаток фосфорной кислоты. Как правило, в молекуле фосфолипидов имеются два остатка высших жирных и один остаток фосфорной кислоты. Присутствуют во всех клетках живых существ, участвуя главным образом в формировании клеточных мембран.

Гликолипиды — это углеводные производные липидов. Локализованы преимущественно на наружной поверхности плазматической мембраны, где их углеводные компоненты входят в число других углеводов клеточной поверхности.

Липоиды — жироподобные вещества. К ним относятся стероиды (широко распространенный в животных тканях холестерин, эстрадиол и тестостерон — соответ-

ственно женский и мужской половые гормоны), терпены (эфирные масла, от которых зависит запах растений), гиббереллины (ростовые вещества растений), некоторые пигменты (хлорофилл, билирубин), часть витаминов (А, D, E, K) и др.

Функции липидов. Основная функция липидов — *энергетическая*. В ходе расщепления 1 г жиров до CO_2 и H_2O освобождается 38,9 кДж. *Структурная* — липиды принимают участие в образовании клеточных мембран. В составе мембран находятся фосфолипиды, гликолипиды, липопротеины. *Запасающая функция* — жиры являются запасным веществом животных и растений. Это особенно важно для животных, впадающих в холодное время года в спячку или совершающих длительные переходы через местность, где нет источников питания (верблюды в пустыне). Семена многих растений содержат жир, необходимый для обеспечения энергией развивающегося растения. *Терморегуляторная* — являются хорошими термоизоляторами вследствие плохой теплопроводности. *Защитно-механическая* — защищают организм от механических воздействий. *Каталитическая функция* связана с жирорастворимыми витаминами (А, D, E, K). Сами по себе витамины не обладают каталитической активностью, но они входят в состав ферментов, без них ферменты не могут выполнять свои функции. *Источник метаболический воды.* Одним из продуктов окисления жиров является вода. Эта метаболическая вода очень важна для обитателей пустынь. Так, жир, которым заполнен горб верблюда, служит в первую очередь не источником энергии, а источником воды (при окислении 1 кг жира выделяется 1,1 кг воды). Запасы жира *повышают плавучесть* водных животных.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Углеводы, липиды.

§ 2

Характеристика углеводов

Общая формула $C_x(H_2O)_y$. Содержание в животных клетках — 1—5%, в растительных — до 70%.

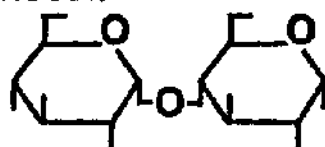
Моносахариды Олигосахариды Полисахариды
2—10 мономеров

Моносахариды: триозы (3C); тетрозы (4C); пентозы (5C): рибоза $C_5H_{10}O_5$, дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$; гексозы (6C): глюкоза $C_6H_{12}O_6$, фруктоза $C_6H_{12}O_6$; гептозы (7C).

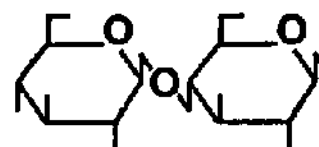
Дисахариды: мальтоза = глюкоза + глюкоза; лактоза = глюкоза + галактоза; сахароза = глюкоза + фруктоза.

Полисахариды: крахмал, гликоген (у животных) — полимеры из остатков α -глюкозы; целлюлоза — полимер из остатков β -глюкозы.

Хитин — в клеточных стенках грибов, в покровах членистоногих.



Альфа-изомеры



Бета-изомеры

Муреин (гликопротеин) — в клеточных стенках бактерий. Сложные углеводы: гликолипиды, гликопротеины.

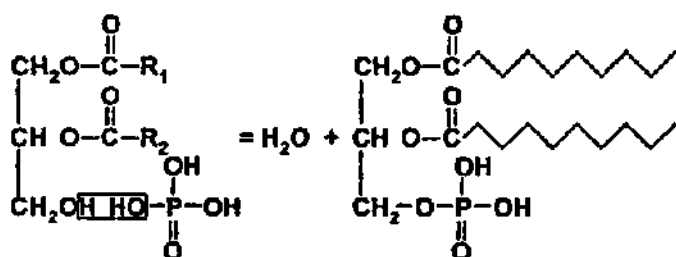
Свойства:??? Функции: энергетическая (1г = 17,6 кДж), структурная (???), запасаящая (?), защитная (слизи).

Липиды

Содержание в клетках до 90%. Большинство липидов — жиры, сложные эфиры жирных кислот и спирта глицерола. Фосфолипиды содержат вместо одной жирной кислоты фосфатную группу, образуют мембраны. Воски. Гормоны. Витамины. Липопротеины, гликолипиды.

Функции: структурная (?), энергетическая (1г = 38,9 кДж), запасаящая (?), теплоизоляционная (?), источник

метаболической воды (?), регуляторная (половые гормоны), кофакторы ферментов (витамины А, D, E, K).



Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какие организмы относятся к империи Клеточные, надцарству Прокариоты?
2. Какие организмы относятся к империи Клеточные, надцарству Эукариоты?
3. Какие элементы относятся к элементам 1-й группы?
4. Как заряжен кислород и атомы водорода в молекуле воды?
5. Какие связи удерживают молекулы воды друг около друга?
6. При какой температуре вода имеет максимальную плотность?
7. Каково соотношение ионов натрия и калия по обе стороны наружной клеточной мембраны?
8. В клетке поддерживается определенная концентрация водородных ионов, слабощелочная, почти нейтральная среда. Какие реакции поддерживают рН?
9. Верно ли утверждение: «Дигидрофосфат-ионы способны понизить рН клетки, превращаясь в гидрофосфат-ионы».

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 1. «Введение. Неорганические вещества клетки»

****Тест 1.** Какие организмы относятся к империи Клеточные, надцарству Прокариоты?

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Вирусы. | 3. Эубактерии. |
| 2. Архебактерии. | 4. Сине-зеленые. |

****Тест 2.** Какие организмы относятся к империи Клеточные, надцарству Эукариоты?

- | | |
|------------------|------------------|
| 1. Вирусы. | 5. Эубактерии. |
| 2. Грибы. | 6. Сине-зеленые. |
| 3. Растения. | 7. Животные. |
| 4. Архебактерии. | |

****Тест 3.** Какие элементы относятся к элементам 1-й группы?

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Сера. | 5. Водород. |
| 2. Кислород. | 6. Железо. |
| 3. Углерод. | 7. Азот. |
| 4. Фосфор. | 8. Кальций. |

****Тест 4. Какие суждения верны?**

1. Молекула воды не имеет заряженных участков.
2. Молекула воды — диполь.
3. На кислороде в молекуле воды небольшой отрицательный заряд, на водороде — положительный.
4. На кислороде в молекуле воды небольшой положительный заряд, на водороде — отрицательный.

****Тест 5. Какие суждения верны?**

1. Молекулы воды удерживаются друг около друга ковалентными связями.
2. Молекулы воды удерживаются друг около друга водородными связями.
3. Ковалентные связи прочнее в 15—20 раз водородных.
4. Водородные связи прочнее в 15—20 раз ковалентных.

Тест 6. Вода имеет максимальную плотность при:

1. 0 °С.
2. 4 °С.
3. 20 °С.
4. 25 °С.

Тест 7. Каково соотношение ионов натрия и калия по обе стороны наружной клеточной мембраны?

1. Снаружи клетки всегда больше калия и меньше натрия, чем внутри.
2. Снаружи клетки всегда больше натрия и меньше калия, чем внутри.
3. Натрия и калия снаружи клетки всегда больше, чем внутри.
4. Натрия и калия внутри клетки всегда больше, чем снаружи.

Тест 8. В клетке поддерживается определенная концентрация водородных ионов, слабощелочная, почти нейтральная среда. Какие реакции поддерживают рН?

1. Реакции гидролиза.
2. Реакции гидратации.
3. Реакции конденсации.
4. Буферные реакции.

Тест 9. Верно ли утверждение: «Дигидрофосфат-ионы способны понизить рН клетки, превращаясь в гидрофосфат-ионы».

1. Верно.
2. Ошибочно.

****Тест 10. Какие суждения верны?**

1. Жиры относятся к гидрофильным веществам.
2. Вода обладает большой теплоемкостью и теплопроводностью.
3. Щелочная среда — если водородных ионов много.
4. Вода принимает участие в образовании структуры молекул растворенных веществ.

Урок 3. **БИОПОЛИМЕРЫ. СТРОЕНИЕ БЕЛКОВ**

На изучение темы «Белки» целесообразно отвести два урока. На первом уроке изучить состав, образование, строение и структуры белков, на втором — свойства и функции белков.

Задачи. Продолжить изучение органических веществ клетки. Сформировать знания о химическом составе, образовании и строении белков. Дать характеристику основным структурам белковых молекул. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Углеводы. Липиды».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, отрезок гибкого провода длиной около 1 м, модель первичной структуры белка — разноцветные шарики-бусинки на нитке, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Дайте характеристику регулярным и нерегулярным полимерам.
2. Строение и функции глюкозы, крахмала, гликогена и целлюлозы.
3. Какие функции выполняют жиры в организме? Приведите примеры.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 1).

Состав и строение белков. Из органических веществ клетки по количеству и значению на первом месте стоят белки. Белки — высокомолекулярные органические вещества, состоящие из остатков α -аминокислот.

В состав белков входят: углерод, водород, азот, кислород, сера. Часть белков образует комплексы с другими молекулами, содержащими фосфор, железо, цинк и медь.

Белки обладают большой молекулярной массой: молекулярная масса альбумина (одного из белков яйца) —

36 000, гемоглобина — 152 000, миозина (одного из белков мышц) — 500 000. Для сравнения: молекулярная масса спирта — 46, уксусной кислоты — 60, бензола — 78.

Белки являются *непериодическими полимерами*, мономерами которых являются аминокислоты. В клетках и тканях обнаружено свыше 170 различных аминокислот, но в состав белков входит лишь 26. Причем 6 из них являются нестандартными. Они образуются в результате модификации стандартных аминокислот уже после их включения в полипептидную цепь. Поэтому обычными компонентами белков считают лишь 20 α -аминокислот.

В зависимости от того, могут ли аминокислоты синтезироваться в организме, различают: *заменимые аминокислоты* — десять аминокислот, синтезируемых в организме; *незаменимые аминокислоты* — аминокислоты, которые в организме не синтезируются. Незаменимые аминокислоты должны поступать в организм вместе с пищей.

В зависимости от аминокислотного состава белки бывают: *полноценными*, если содержат весь набор аминокислот; *неполноценными*, если какие-то аминокислоты в их составе отсутствуют. Различают *простые* белки, состоящие только из аминокислот (фибрин, трипсин), и *сложные* белки, содержащие помимо аминокислот еще и небелковую — простетическую группу. Она может быть представлена ионами металлов (металлопротеины — гемоглобин), углеводами (гликопротеины), липидами (липопротеины), нуклеиновыми кислотами (нуклеопротеины).

Все аминокислоты содержат хотя бы одну карбоксильную группу ($-\text{COOH}$) и одну аминогруппу ($-\text{NH}_2$). Остальная часть молекулы представлена R-группой. В зависимости от количества аминогрупп и карбоксильных групп, входящих в состав аминокислот, различают: *нейтральные аминокислоты*, имеющие одну карбоксильную группу и одну аминогруппу; *основные аминокислоты*, имеющие более одной аминогруппы; *кислые аминокислоты*, имеющие более одной карбоксильной группы.

Аминокислоты являются *амфотерными* соединениями, так как в растворе они могут выступать как в роли кислот, так и оснований. В водных растворах аминокислоты существуют в разных ионных формах. Это зависит от pH раствора и от того, какая аминокислота: нейтральная, кислая или основная.

Пептиды — органические вещества, состоящие из остатков аминокислот, соединенных пептидной связью. Образование пептидов происходит в результате реакции конденсации аминокислот. При взаимодействии аминогруппы одной аминокислоты с карбоксильной группой другой, между ними возникает ковалентная азот-углеродная связь, которую называют *пептидной*. В зависимости от количества аминокислотных остатков, входящих в состав пептида, различают дипептиды, трипептиды, тетрапептиды и т. д. Образование пептидной связи может повторяться многократно. Это приводит к образованию полипептидов. На одном конце молекулы находится свободная аминогруппа (его называют N-концом), а на другом — свободная карбоксильная группа (его называют C-концом).

Выполнение белками определенных специфических функций зависит от пространственной конфигурации их молекул. Кроме того, клетке энергетически невыгодно держать белки в развернутой форме — в виде цепочки. Поэтому полипептидные цепи подвергаются укладке, приобретая определенную трехмерную структуру, или конформацию. Образование компактных конформаций возможно благодаря возникновению внутримолекулярных и межмолекулярных связей (прежде всего водородных), возникающих между различными группировками аминокислотных остатков полипептидных цепей, а также в результате гидрофобных взаимодействий между неполярными радикалами. Выделяют 4 уровня пространственной организации белков.

Под *первичной структурой* белка понимают последовательность расположения аминокислотных остатков в одной или нескольких полипептидных цепях, составляющих молекулу белка. Первым белком, у которого была выявлена аминокислотная последовательность, стал гормон инсулин. Исследования проводились в Кембриджском университете Ф. Сэнгером с 1944 по 1954 год. Было выявлено, что молекула инсулина состоит из двух полипептидных цепей (21 и 30 аминокислотных остатков), удерживаемых около друг друга дисульфидными мостиками. За свой кропотливый труд Ф. Сэнгер был удостоен Нобелевской премии.

В организме человека обнаружено порядка 10 тыс. различных белков, которые отличаются как друг от дру-

га, так и от белков других организмов. Имея всего лишь 20 аминокислот, можно составить из них огромное количество самых разнообразных комбинаций. Так, если молекула белка состоит всего из 10 аминокислотных остатков, то число теоретически возможных вариантов белковых молекул, отличающихся порядком чередования аминокислот, — 10^{20} . Белки же, выделенные из живых организмов, образованы сотнями, а иногда и тысячами аминокислотных остатков.

Именно первичная структура белковой молекулы определяет свойства молекул белка и ее пространственную конфигурацию. Замена всего лишь одной аминокислоты на другую в полипептидной цепочке приводит к изменению свойств и функций белка. Лишь незначительное количество белков имеет строго линейную структуру. Основная масса белков подвергается дальнейшей укладке, что приводит к образованию вторичной структуры белковой молекулы.

Вторичной структурой называют упорядоченное свертывание полипептидной цепи. Основным вариантом вторичной структуры является α -спираль, имеющая вид растянутой пружины. Она образована одной полипептидной цепью в результате возникновения внутримолекулярных водородных связей между карбоксильными группами и аминогруппами, расположенными на соседних витках спирали. Практически все СО- и NH-группы принимают участие в образовании водородных связей. Они слабее пептидных, но, повторяясь многократно, придают данной конфигурации устойчивость и жесткость.

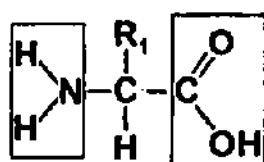
Третичная структура — это способ укладки полипептидных цепей в глобулы, возникающий в результате химических связей (водородных, ионных, дисульфидных) и установления гидрофобных взаимодействий между боковыми цепями аминокислотных остатков. Основную роль в образовании третичной структуры играют гидрофобные взаимодействия, так как во многих белках приблизительно половина аминокислотных остатков имеет гидрофобные боковые цепи. Поэтому в водных растворах эти цепи стремятся спрятаться от воды, группируясь внутри, в то время как гидрофильные цепи в результате *гидратации* (взаимодействие с диполями воды) стремятся оказаться на

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Характеристика белков. § 3, до функций**Строение белков**

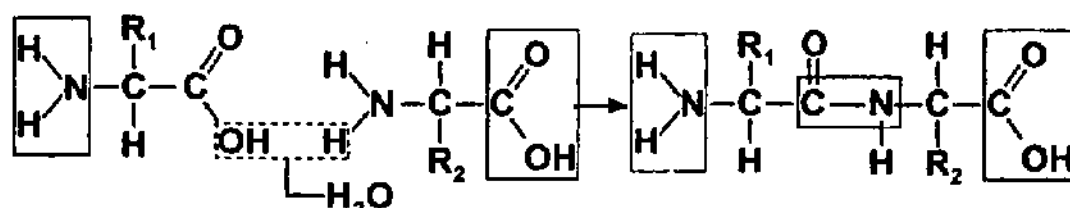
10—20% от сырой массы и 50—80% от сухой массы клетки. Состоят из С, Н, О, N и S.

Макромолекулы (?), нерегулярные полимеры (?), мономеры — 20 видов α -аминокислот, из них 10 — *незаменимые* (?). В составе большинства белков — до 500 аминокислотных остатков. *Полноценные белки* содержат все 20 видов аминокислот. *Неполноценные* (?). *Простые белки* — только из аминокислот, сложные содержат небелковый компонент.



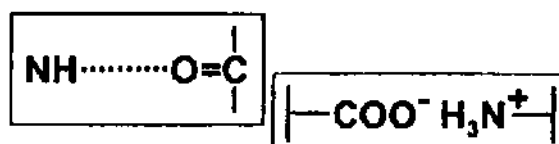
NH_2 — аминогруппа;
 R — радикал;
 COOH — карбоксильная группа.

При взаимодействии двух аминокислот происходит реакция *конденсации* и образуется азот-углеродная *пептидная* связь, *дипептид*.



Первичная структура — число и последовательность аминокислот в полипептиде.

Вторичная структура: спираль, образована за счет водородных и ионных связей.



Третичная структура характерна для глобулярных белков. Ионные, водородные, ковалентные связи и гидрофильно-гидрофобное взаимодействие.

Четвертичная структура у белков, состоящих из нескольких полипептидов. Молекула гемоглобина состоит из 4 полипептидов — из 2 α -цепей (141 а.о.) и 2 β -цепей (146 а.о.), содержит 4 гема.

поверхности молекулы. У некоторых белков третичная структура стабилизируется дисульфидными ковалентными связями, возникающими между атомами серы двух остатков цистеина. Третичная структура специфична для каждого белка.

Четвертичная структура характерна для сложных белков, молекулы которых образованы двумя и более глобулами. Субъединицы удерживаются в молекуле благодаря ионным, гидрофобным и электростатическим взаимодействиям. Иногда при образовании четвертичной структуры между субъединицами возникают дисульфидные связи. Наиболее изученным белком, имеющим четвертичную структуру, является гемоглобин. Он образован двумя α -субъединицами (141 аминокислотный остаток) и двумя β -субъединицами (146 аминокислотных остатков). С каждой субъединицей связана молекула гема, содержащая железо.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какие моносахариды относятся к пентозам?
2. Какие моносахариды относятся к гексозам?
3. Какие дисахариды вам известны?
4. Напишите названия трех важнейших полисахаридов.
5. Какие свойства характерны для моно- и дисахаридов?
6. Какие мономеры входят в состав крахмала? Гликогена? Целлюлозы?
7. Запишите три важнейшие функции углеводов.
8. При полном сгорании 1 г вещества выделилось 38,9 кДж энергии. Какое вещество сгорело?
9. Какие вещества образуют основу клеточных мембран?
10. Какие функции выполняют липиды?

Записав ответ, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 2. «Углеводы, липиды»

****Тест 1.** Какие из перечисленных веществ относятся к моносахаридам?

- | | |
|-------------------|-----------------------------------|
| 1. Крахмал. | 5. Свекловичный сахар (сахароза). |
| 2. Гликоген. | 6. Мальтоза. |
| 3. Глюкоза. | 7. Молочный сахар (лактоза). |
| 4. Дезоксирибоза. | 8. Целлюлоза. |

****Тест 2.** Какие из перечисленных веществ относятся к полисахаридам?

- | | |
|-------------------|------------------------------|
| 1. Крахмал. | 5. Хитин. |
| 2. Гликоген. | 6. Мальтоза. |
| 3. Глюкоза. | 7. Молочный сахар (лактоза). |
| 4. Дезоксирибоза. | 8. Целлюлоза. |

****Тест 3.** Какие из перечисленных веществ относятся к дисахаридам?

1. Крахмал.
2. Свекловичный сахар (сахароза).
3. Глюкоза.
4. Дезоксирибоза.
5. Хитин.
6. Мальтоза.
7. Молочный сахар (лактоза).
8. Целлюлоза.

Тест 4. Остатки какого моносахарида входят в состав молекулы ДНК?

- | | |
|-------------------|--------------|
| 1. Рибозы. | 3. Глюкозы. |
| 2. Дезоксирибозы. | 4. Фруктозы. |

Тест 5. Из остатков какого вещества состоит молекула крахмала?

1. Из остатков рибозы.
2. Из остатков α -глюкозы.
3. Из остатков и β -глюкозы.
4. Из остатков дезоксирибозы.

****Тест 6.** Какие функции выполняют углеводы?

1. Структурную.
2. Энергетическую.
3. Каталитическую.
4. Многие являются гормонами.

5. Слизи выполняют защитную функцию.
6. Источник метаболической воды (образуется при окислении).
7. Запасающую.

Тест 7. При полном сгорании 1 г вещества выделилось 38,9 кДж энергии. Какое вещество сгорело?

1. Углеводы.
2. Жиры.
3. Или углеводы, или липиды. При их полном окислении выделяется 38,9 кДж энергии.
4. Не углеводы и не липиды. При их полном окислении выделяется 17,6 кДж энергии.

Тест 8. Какие вещества образуют основу клеточных мембран?

- | | |
|-----------------|------------|
| 1. Жиры. | 3. Воски. |
| 2. Фосфолипиды. | 4. Липиды. |

Тест 9. Верно ли утверждение: «Фосфолипиды — сложные эфиры глицерина (глицерола) и жирных кислот».

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. Верно. | 2. Ошибочно. |
|-----------|--------------|

****Тест 10.** Какие функции выполняют липиды?

1. Структурную.
2. Энергетическую.
3. Теплоизолирующую.
4. Некоторые являются гормонами.
5. Некоторые являются ферментами.
6. Источник метаболической воды (образуется при окислении).
7. Запасающую.
8. Витамины А, D, Е, К — входят в состав некоторых ферментов.

Урок 4. **БИОПОЛИМЕРЫ. СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ БЕЛКОВ**

Задачи. Сформировать знания о важнейших свойствах и функциях белков. Провести практическую работу по наблюдению расщепления пероксида водорода ферментом каталазой. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Строение белков».

Оборудование. *Раздаточный материал:* на каждый стол — штатив с тремя пробирками (в первой кусочек сырого мяса, во второй кусочек сырого картофеля, в третьей кусочек вареного картофеля); склянки с 3% раствором пероксида водорода, баночки с водой и элодеей, микроскопы, предметные, покровные стекла, пинцеты и пипетки. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, отрезок гибкого провода длиной около 1 м, модель первичной структуры белка — разноцветные шарики-бусинки на нитке, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. В связи с практической работой письменная работа с карточками в целях экономии времени не проводится.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 1).

Свойства и функции белков. Изучение нового материала проводится в два этапа.

На первом этапе в ходе беседы учитель объясняет все функции белков. Объясняется значение каталазы в растительной и животной клетке: ее присутствие во всех клетках растений и животных, ее функции — расщепление опасного для клетки пероксида водорода до кислорода и воды. На втором этапе проводится практическая работа по обнаружению каталитической функции каталазы и явления денатурации.

Аминокислотный состав, структура белковой молекулы определяют его свойства. Белки являются *амфотерны-*

ми соединениями, сочетают в себе основные и кислотные свойства. Чем больше кислых аминокислот в белке, тем ярче выражены его кислотные свойства. Способность отдавать и присоединять H^+ определяют *буферные свойства* белков, один из самых мощных буферов — гемоглобин в эритроцитах, поддерживающий рН крови на постоянном уровне. Есть белки *растворимые*, есть *нерастворимые* белки, выполняющие механические функции (фиброин, кератин, коллаген). Есть белки необычайно *активные* (ферменты), есть химически *неактивные*, *устойчивые* к воздействию различных условий внешней среды и крайне *неустойчивые*.

Внешние факторы (изменение температуры, солевого состава среды, рН, радиация) могут вызывать нарушение структурной организации молекулы белка. Процесс утраты трехмерной конформации, присущей данной молекуле белка, называют *денатурацией*. Причиной денатурации является разрыв связей, стабилизирующих определенную структуру белка. Причем первоначально рвутся наиболее слабые связи, а при ужесточении условий и более сильные. Поэтому сначала утрачивается четвертичная, затем третичная и вторичная структуры. Вместе с тем денатурация не сопровождается разрушением полипептидной цепи. Изменение пространственной конфигурации приводит к изменению свойств белка и, как следствие, делает невозможным выполнение белком свойственных ему биологических функций. Денатурация может быть: *обратимой*, если возможно восстановление свойственной белку структуры. Такой денатурации подвергаются, например, рецепторные белки мембраны, процесс восстановления структуры белка после денатурации называется *ренатурацией*. Если восстановление пространственной конфигурации белка невозможно, то денатурация называется *необратимой*. Обычно это происходит при разрыве большого количества связей, например, при варке яиц. Благодаря сложности, разнообразию форм и состава белки играют важную роль в жизнедеятельности клетки и организма в целом. Функции их разнообразны.

Одна из важнейших — *строительная*. Белки участвуют в образовании клеточных и внеклеточных структур: входят в состав клеточных мембран, шерсти, волос, сухожилий, стенок сосудов и т.д.

Транспортная. Некоторые белки способны присоединять различные вещества и переносить их к различным тканям и органам тела, из одного места клетки в другое. Например, белок крови гемоглобин присоединяет кислород и транспортирует его от легких ко всем тканям и органам, а от них в легкие переносит углекислый газ; в состав клеточных мембран входят особые белки, обеспечивающие активный и строго избирательный перенос некоторых веществ и ионов из клетки во внешнюю среду и обратно.

Регуляторная. Большая группа белков организма принимает участие в регуляции процессов обмена веществ. Такими белками являются гормоны — биологически активные вещества, выделяющиеся в кровь железами внутренней секреции (гормоны гипофиза, поджелудочной железы). Например, гормон инсулин регулирует уровень сахара в крови путем повышения проницаемости клеточных мембран для глюкозы, способствует синтезу гликогена, увеличивает образование жиров из углеводов.

Защитная. В ответ на проникновение в организм чужеродных белков или микроорганизмов (антигенов) образуются особые белки — антитела, способные связывать и обезвреживать их. Фибрин, образующийся из фибриногена, способствует остановке кровотечений.

Двигательная. Особые сократительные белки участвуют во всех видах движения клетки и организма: образовании псевдоподий, мерцании ресничек и биении жгутиков у простейших, сокращении мышц у многоклеточных животных, движении листьев у растений и др.

Весьма важна для жизни клетки *сигнальная* функция белков. В поверхностную мембрану клетки встроены молекулы белков, способных изменять свою третичную структуру в ответ на действие факторов внешней среды. Так происходит прием сигналов из внешней среды и передача команд в клетку.

Запасная. Благодаря белкам в организме могут откладываться про запас некоторые вещества. Например, при распаде гемоглобина железо не выводится из организма, а сохраняется в нем, образуя комплекс с белком ферритином. К запасным белкам относятся белки яйца, белки молока.

Энергетическая. Белки являются одним из источников энергии в клетке. При распаде 1 г белка до конечных продуктов выделяется 17,6 кДж. Сначала белки распадаются до аминокислот, а затем до конечных продуктов — воды, углекислого газа и аммиака. Однако в качестве источника энергии белки используются тогда, когда другие (углеводы и жиры) израсходованы.

Каталитическая. Одна из важнейших функций белков. В состав клеток входит большое количество веществ, химически мало активных. Тем не менее, все биохимические реакции протекают с огромной скоростью, благодаря участию в них *биокатализаторов* — ферментов — веществ белковой природы. Скорость ферментативных реакций в десятки тысяч (а иногда и в миллионы раз) выше скорости реакций, идущих с участием неорганических катализаторов. Например, пероксид водорода без катализаторов разлагается медленно: $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. В присутствии солей железа (катализатора) эта реакция идет несколько быстрее. Фермент *каталаза* за 1 сек. расщепляет до 100 тыс. молекул H_2O_2 .

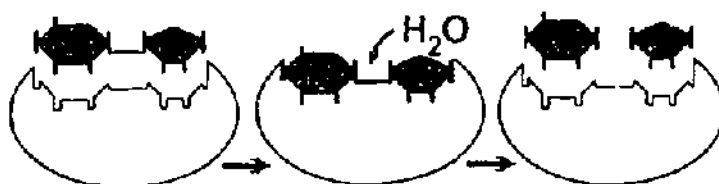
Несмотря на большое количество и разнообразие ферментов, все их по особенностям строения молекул можно разделить на две группы: простые белки и сложные белки. У сложных ферментов, помимо белковой части, имеется добавочная группа небелковой природы — *кофактор*, например, многие витамины. В молекуле однокомпонентного белка выделяют особую часть, представляющую собой уникальное сочетание нескольких аминокислотных остатков, располагающихся в определенной части белковой молекулы. Ее называют *активным центром* фермента, который взаимодействует с молекулой субстрата с образованием фермент-субстратного комплекса. Затем фермент-субстратный комплекс распадается на фермент и продукт (продукты) реакции.

Согласно гипотезе, выдвинутой в 1890 г. Э. Фишером, субстрат подходит к ферменту, как ключ к замку, то есть пространственные конфигурации активного центра фермента и субстрата точно соответствуют друг другу. Субстрат сравнивается с «ключом», который подходит к «замку» — ферменту.

В 1959 году Д. Кошланд выдвинул гипотезу, по кото-

рой пространственное соответствие структуры субстрата и активного центра фермента создается лишь в момент их взаимодействия друг с другом. Эту гипотезу называют гипотезой «руки и перчатки» (гипотезой индуцированного соответствия).

Гипотеза
«ключа и замка»



Гипотеза
«руки и перчатки»



Соответствие фермента и субстрата

Поскольку все ферменты являются белками, их активность наиболее высока при физиологически нормальных условиях: большинство ферментов наиболее активно работает только при *определенной температуре*. При повышении температуры до некоторого значения (в среднем до 50 °С) каталитическая активность растет (на каждые 10 °С скорость реакции повышается примерно в 2 раза). При температуре выше 50 °С белок подвергается денатурации и активность фермента падает. Кроме того, для каждого фермента существует *оптимальное значение pH*, при котором он проявляет максимальную активность.

На скорость реакции влияет также *концентрация субстрата и концентрация фермента*. При увеличении количества субстрата скорость ферментативной реакции растет до тех пор, пока количество молекул субстрата не станет равным количеству молекул фермента. При дальнейшем увеличении количества субстрата скорость увеличиваться не будет, так как происходит насыщение активных центров фермента. Увеличение концентрации фермента приводит к усилению каталитической активности, так как в единицу времени преобразованиям подвергается большее количество молекул субстрата.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

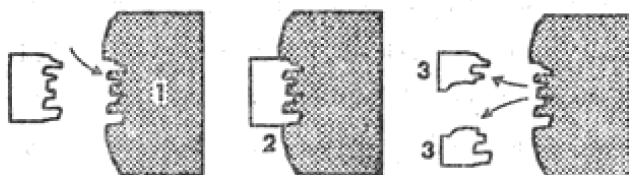
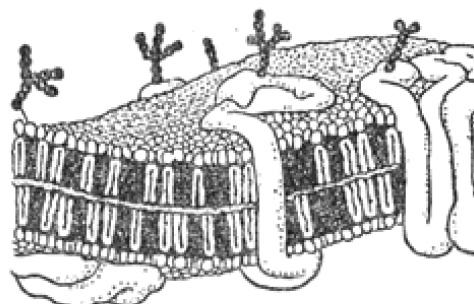
Тема: Свойства и функции белков.**§ 3****Свойства белков**

У человека более 10 000 видов разных белков.

Свойства белков: 1. Денатурация (утрата трехмерной конформации без изменения первичной структуры). Ренатурация. 2. Нерастворимые белки (кератин, фиброин) и растворимые белки (альбумины, фибриноген). 3. Малоактивные и химически высокоактивные. 4. Устойчивые и крайне неустойчивые. 5. Фибриллярные и глобулярные. 6. Нейтральные (альбумины, глобулины); основные (гистоны), кислые (казеин). 7. Инактивация при замерзании.

Функции белков

1. Строительная (в мембранах). 2. Рецепторная (на гормоны, медиаторы). 3. Регуляторная (гормоны гипофиза, поджелудочной железы (?). 4. Белки-транспортёры (транспорт газов, гормонов...). 5. Белки — средства защиты организма (антитела, интерферон). 6. Токсины (змеиный и др.). 7. Двигательная функция (актин, миозин). 8. Энергетическая функция ($1 \text{ г} = 17,6 \text{ кДж} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NH}_3$). 9. Запасающая (яичный альбумин). 10. Каталитическая: ферменты. Имеют активный центр. Фишер, 1890 г., гипотеза «ключа и замка» (ключ — субстрат, замок — фермент).



1 — активный центр фермента каталаза, 250 000;
2 — фермент-субстратный комплекс;
3 — продукты реакции $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}$.

Известно более 2000 ферментов. Каталаза при 0°C разлагает в 1 сек. до 40 000 молекул пероксида водорода. Ферменты специфичны (?), их каталитическая активность зависит от t° , pH (?). Многим необходимы кофакторы (витамины).

Закрепление. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой. Выполнение практической работы и объяснение ее результатов.

Задание к практической работе. 1. Прилейте по 2 мл H_2O_2 (пероксида водорода) в пробирки с кусочком сырого мяса, с сырым и вареным картофелем. Объясните наблюдаемые вами явления при действии пероксида на живые и мертвые клетки (в пробирке с вареным картофелем).

2. На предметное стекло в каплю воды положите лист элодеи и рассмотрите под микроскопом на малом увеличении место отрыва листа от стебля.

3. Нанесите на лист элодеи две капли пероксида водорода, накройте покровным стеклом и под микроскопом рассмотрите место отрыва листа от стебля. Объясните бурное выделение пузырьков кислорода из поврежденных клеток листа элодеи.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какие органические вещества в клетке на первом месте по массе?
2. Какие элементы входят в состав простых белков?
3. Сколько аминокислот образует все многообразие белков?
4. Сколько аминокислот являются незаменимыми для человека?
5. Какие белки называются неполноценными?
6. Какая функциональная группировка придает аминокислоте кислые, какая — щелочные свойства?
7. В результате какой реакции образуется пептидная связь?
8. Между какими группировками аминокислот образуется пептидная связь?
9. Какие связи стабилизируют вторичную структуру белков?
10. Какую структуру имеет молекула гемоглобина?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 3. «Строение белков»

Тест 1. Какие органические вещества в клетке на первом месте по массе?

- | | |
|--------------|-------------------------|
| 1. Углеводы. | 3. Липиды. |
| 2. Белки. | 4. Нуклеиновые кислоты. |

****Тест 2.** Какие элементы входят в состав простых белков?

- | | | | |
|-------------|--------------|------------|------------|
| 1. Углерод. | 3. Кислород. | 5. Фосфор. | 7. Железо. |
| 2. Водород. | 4. Сера. | 6. Азот. | 8. Хлор. |

Тест 3. Сколько аминокислот образует все многообразие белков?

- | | | | |
|---------|--------|--------|--------|
| 1. 170. | 2. 26. | 3. 20. | 4. 10. |
|---------|--------|--------|--------|

Тест 4. Сколько аминокислот являются незаменимыми для человека?

- | | | | |
|---------------------------|--------|--------|-------|
| 1. Таких аминокислот нет. | 2. 20. | 3. 10. | 4. 7. |
|---------------------------|--------|--------|-------|

Тест 5. Какие белки называются неполноценными?

1. В которых отсутствуют некоторые аминокислоты.
2. В которых отсутствуют некоторые незаменимые аминокислоты.
3. В которых отсутствуют некоторые заменимые аминокислоты.
4. Все известные белки являются полноценными.

Тест 6. Какая функциональная группировка придает аминокислоте кислые, какая — щелочные свойства?

1. Кислые — радикал, щелочные — аминогруппа.
2. Кислые — аминогруппа, щелочные — радикал.
3. Кислые — карбоксильная группа, щелочные — радикал.
4. Кислые — карбоксильная группа, щелочные — аминогруппа.

Тест 7. В результате какой реакции образуется пептидная связь?

1. Реакция гидролиза.
2. Реакция гидратации.
3. Реакции конденсации.
4. Все вышеперечисленные реакции могут привести к образованию пептидной связи.

Тест 8. Между какими группировками аминокислот образуется пептидная связь?

1. Между карбоксильными группами соседних аминокислот.
2. Между аминогруппами соседних аминокислот.
3. Между аминогруппой одной аминокислоты и радикалом другой.
4. Между аминогруппой одной аминокислоты и карбоксильной группой другой.

Тест 9. Какие связи стабилизируют вторичную структуру белков?

- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1. Ковалентные. | 3. Ионные. |
| 2. Водородные. | 4. Такие связи отсутствуют. |

Тест 10. Какую структуру имеет молекула гемоглобина?

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. Первичную. | 3. Третичную. |
| 2. Вторичную. | 4. Четвертичную. |

Урок 5. **БИОПОЛИМЕРЫ. НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ. ДНК**

Задачи. Рассмотреть виды нуклеиновых кислот, места их локализации в клетке и функции. Сформировать знания о строении ДНК: строение отдельного нуклеотида, соединение нуклеотидов в одну цепь, соединение цепей нуклеотидов в одну молекулу ДНК, основанную на принципе комплементарности. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Свойства и функции белков».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, модель молекулы ДНК, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Общая формула аминокислот, функциональные группировки. Свойства аминокислот.
2. Состав белков. Простые и сложные, полноценные и неполноценные белки.
3. Характеристика структур белков — первичной, вторичной, третичной, четвертичной.

Работа у доски: записать формулу образования дипептида.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 1).

Характеристика ДНК. К нуклеиновым кислотам относят высокополимерные соединения, распадающиеся при гидролизе на пуриновые и пиримидиновые основания, пентозу и фосфорную кислоту. Нуклеиновые кислоты содержат С, Н, О, Р и N. В зависимости от углеводного компонента нуклеотидов различают два класса нуклеиновых кислот: рибонуклеиновые кислоты (РНК), содержащие рибозу, и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК), содержащие дезоксирибозу.

Значение нуклеиновых кислот для живых организмов заключается в обеспечении хранения, реализации и передачи наследственной информации.

Молекулы ДНК являются *полимерами*, мономерами которых являются *дезоксирибонуклеотиды*, образованные остатком пятиуглеродного сахара — дезоксирибозы, остатком азотистого основания (пуринового — аденина, гуанина или пиримидинового — тимина, цитозина) и остатком фосфорной кислоты.

Трехмерная модель пространственного строения молекулы ДНК в виде двойной спирали была предложена в 1953 г. американским биологом Дж. Уотсоном и английским физиком Ф. Криком. За свои исследования они были удостоены Нобелевской премии.

Э. Чаргафф, обследовав огромное количество образцов тканей и органов различных организмов, выявил следующую закономерность: в любом фрагменте ДНК содержание остатков гуанина всегда точно соответствует содержанию цитозина, а аденина — тимину. Это положение получило название «правила Чаргаффа»:

$$A = T; \quad G = C \text{ или } \frac{A + G}{C + T} = 1$$

Дж. Уотсон и Ф. Крик воспользовались этим правилом при построении модели молекулы ДНК.

ДНК представляет собой двойную спираль. Ее молекула образована двумя полинуклеотидными цепями, спирально закрученными друг около друга и вместе вокруг воображаемой оси. Диаметр двойной спирали ДНК — 2 нм, шаг общей спирали, на который приходится 10 пар нуклеотидов — 3,4 нм. Длина молекулы — до нескольких сантиметров. Молекулярный вес составляет десятки и сотни миллионов (для двойной спирали). В ядре клетки человека общая длина ДНК около 2 м.

Нуклеотид — мономер нуклеиновых кислот. Молекула нуклеотида состоит из трех частей: азотистого основания, пятиуглеродного сахара (пентозы) и фосфорной кислоты. Азотистые основания имеют циклическую структуру, в состав которой наряду с атомами углерода входят атомы других элементов, в частности азота. За присутствие в этих соединениях атомов азота они и получили название азотистых, а поскольку обладают щелочными свойствами — оснований. Азотистые основания нуклеиновых кислот относятся к классам *пиримидинов* и *пуринов*.

Пиримидиновые основания являются производными пиримидина, имеющего в составе своей молекулы одно кольцо. К наиболее распространенным пиримидиновым основаниям относятся *тимин*, *цитозин*. Пуриновые основания являются производными пурина, имеющего два кольца. К пуриновым основаниям относятся *аденин* и *гуанин*.

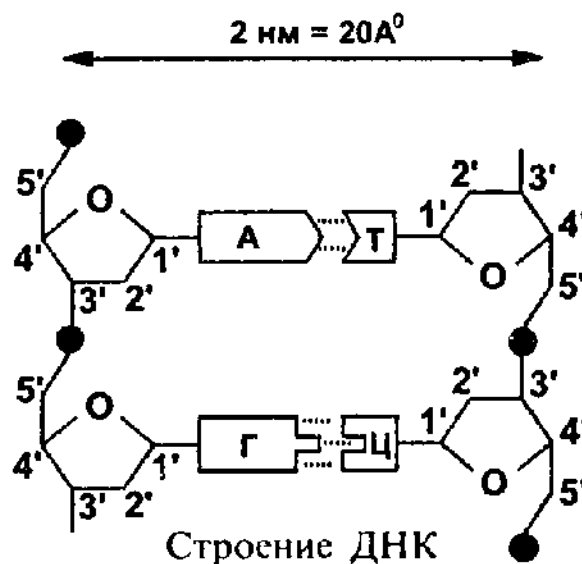
Помимо азотистых оснований в образовании нуклеотидов принимает участие углеводный компонент, который представлен дезоксирибозой, относящейся к пентозам. Третьим компонентом нуклеотидов является остаток фосфорной кислоты — фосфат. Именно наличие фосфата придает нуклеиновым кислотам свойства кислот.

Названия нуклеотидов отличаются от названий соответствующих оснований. И те, и другие принято обозначать заглавными буквами:

Азотистое основание	Нуклеотид	Обозначение
Аденин	Адениловый	А
Гуанин	Гуаниловый	Г или G
Цитозин	Цитидиловый	Ц или C
Тимин	Тимидиловый	Т

Одна цепь нуклеотидов образуется в результате реакций конденсации нуклеотидов. При этом между 3'-углеродом остатка сахара одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого возникает сложноэфирная связь. В результате образуются неразветвленные полинуклеотидные цепи. Один конец полинуклеотидной цепи заканчивается 5'-углеродом (его называют 5'-концом), другой — 3'-углеродом (3'-концом).

Против одной цепи нуклеотидов располагается вторая цепь. Полинуклеотидные цепи в молекуле ДНК удерживаются друг около друга благодаря возникновению водородных связей между азотистыми основаниями нуклеоти-



дов, располагающихся друг против друга. Спаривание нуклеотидов не случайно, в его основе лежит принцип *комплементарного* взаимодействия пар оснований: против аденина одной цепи всегда располагается тимин на другой цепи, а против гуанина одной цепи — всегда цитозин другой, то есть аденин комплементарен тимину и между ними две водородные связи, а гуанин — цитозину (три водородные связи). *Комплементарностью* называют способность нуклеотидов к избирательному соединению друг с другом. Таким образом, последовательность нуклеотидов одной цепи определяет последовательность нуклеотидов другой. Цепи ДНК антипараллельны (разнонаправлены), то есть против 3'-конца одной цепи находится 5'-конец другой. На периферию молекулы обращен сахаро-фосфатный остов, образованный чередующимися остатками дезоксирибозы и фосфатными группами. Внутри молекулы обращены азотистые основания.

Самоудвоение молекулы ДНК. Одним из уникальных свойств молекулы ДНК является ее способность к самоудвоению — воспроизведению точных копий исходной молекулы. Благодаря этой способности молекулы ДНК осуществляется передача наследственной информации от материнской клетки дочерним во время деления. Процесс самоудвоения молекулы ДНК называют *репликацией*. Репликация — сложный процесс, идущий с участием ферментов (ДНК-полимераз). Репликация осуществляется *полуконсервативным* способом, то есть под действием ферментов молекула ДНК раскручивается и около каждой цепи, выступающей в роли матрицы, по принципу комплементарности достраивается новая цепь. Таким образом, в каждой дочерней ДНК одна цепь является материнской, а вторая — вновь синтезированной.

В материнской ДНК цепи антипараллельны. ДНК-полимеразы способны двигаться в одном направлении — от 3'-конца к 5'-концу, строя дочернюю цепь антипараллельно — от 5' к 3'-концу. Поэтому ДНК-полимераза передвигается в направлении 3'→5' по одной цепи (3'—5'), синтезируя дочернюю. Эта цепь называется *лидирующей*. Другая ДНК-полимераза движется по другой цепи (5'—3') в обратную сторону (тоже в направлении 3'→5'), синтезируя вторую дочернюю цепь фрагментами (их называют

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Нуклеиновые кислоты. ДНК. § 4 до РНК (Вопр. 1,2,4—6)

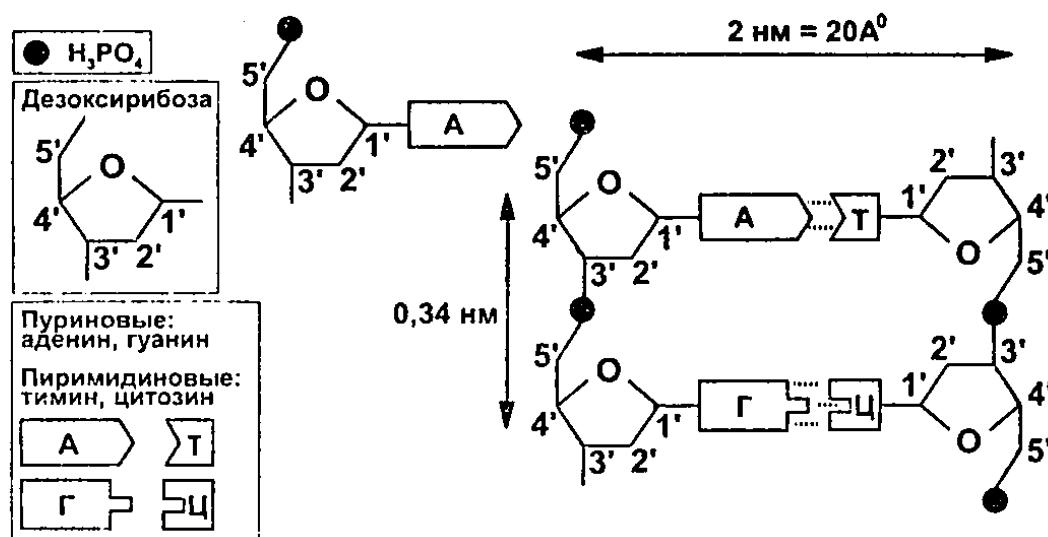
Характеристика ДНК

1—5% сухой массы клетки. Виды: ДНК (в ядре, митохондриях, пластидах); РНК (еще и в цитоплазме).

Строение. 1953 г. Д. Уотсон и Ф. Крик — модель.

Правила Чаргаффа: 1. Содержание $A = T$, $G = C$ в любой ДНК. 2. Сумма пуриновых ($A + G$) равна сумме пиримидиновых нуклеотидов ($T + C$).

Двойная спираль нуклеотидов, до 8 см длиной (!), всего в ядре у человека около 2 м ДНК.



Антипараллельность? Комплементарность?

Нуклеотиды: адениловый (А), гуаниловый (Г), тимидиловый (Т), цитидиловый (Ц).

Удвоение (репликация) — полуконсервативным способом: одна цепь неизменна, матрица, другая образуется из свободных нуклеотидов.

Необходимы: ДНК, ферменты (ДНК-полимераза), нуклеотиды.

Функции ДНК. Хранение и передача наследственных свойств.



фрагменты Оказаки), которые после завершения репликации сшиваются в единую цепь. Эта цепь называется *отстающей*. На цепи 3'—5' репликация идет непрерывно, а на цепи 5'—3' — прерывисто.

Во время репликации энергия молекул АТФ не расходуется, так как для синтеза дочерних цепей при репликации используются не дезоксирибонуклеотиды (содержат один остаток фосфорной кислоты), а дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (содержат три остатка фосфорной кислоты). При включении дезоксирибонуклеозидтрифосфатов в полинуклеотидную цепь два концевых остатка отщепляются, и освободившаяся энергия используется на образование сложноэфирной связи между нуклеотидами.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Что образуется при окислении 1 г белка?
2. В пробирки с пероксидом водорода поместили кусочек вареной колбасы, хлеба, моркови, рубленого яйца. В одной из пробирок выделялся кислород. В какой?
3. Какие свойства характерны для ферментов?
4. Что является ключом, а что замком в фермент-субстратном комплексе, согласно гипотезе Фишера?
5. Чем вызывается необходимость присутствия в пище витаминов?
6. Как называется восстановление структуры белковой молекулы после денатурации?
7. В результате какой реакции образуется пептидная связь?
8. Между какими группировками аминокислот образуется пептидная связь?
9. Какие связи стабилизируют вторичную структуру белков?
10. Какие связи стабилизируют третичную структуру белковой молекулы?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 4. «Свойства и функции белков»

****Тест 1.** Что образуется при окислении 1 г белка?

1. Вода.
2. Углекислый газ.
3. Аммиак.
4. 17, 6 кДж энергии.
5. Мочевина.
6. 38,9 кДж энергии.

Тест 2. В пробирки с пероксидом водорода поместили кусочек вареной колбасы, хлеба, моркови, рубленого яйца. В одной из пробирок выделялся кислород. В какой?

1. С кусочком вареной колбасы.
2. С кусочком хлеба.
3. С кусочком моркови.
4. С кусочком рубленого яйца.

****Тест 3.** Какие суждения верны?

1. Ферменты специфичны, каждый фермент обеспечивает реакции одного типа.
2. Ферменты универсальны и могут катализировать реакции разных типов.
3. Каталитическая активность ферментов не зависит от pH и температуры.
4. Каталитическая активность ферментов напрямую зависит от pH и температуры.

****Тест 4.** Какие суждения верны?

1. Фермент — ключ, субстрат — замок, согласно теории Фишера.
2. Фермент — замок, субстрат — ключ, согласно теории Фишера.
3. После каталитической реакции фермент и субстрат распадаются, образуя продукты реакции.
4. После каталитической реакции фермент остается неизменным, субстрат распадается, образуя продукты реакции.

****Тест 5.** Какие суждения верны?

1. Витамины являются кофакторами ферментов.
2. Все белки являются биологическими катализаторами, ферментами.

3. При замерзании происходит необратимая денатурация ферментов.
4. Ренатурация — утрата трехмерной конфигурации белка без изменения первичной структуры.

Тест 6. Какая функциональная группировка придает аминокислоте кислые, какая — щелочные свойства?

1. Кислые — радикал, щелочные — аминогруппа.
2. Кислые — аминогруппа, щелочные — радикал.
3. Кислые — карбоксильная группа, щелочные — радикал.
4. Кислые — карбоксильная группа, щелочные — аминогруппа.

Тест 7. В результате какой реакции образуется пептидная связь?

1. Реакция гидролиза.
2. Реакция гидратации.
3. Реакции конденсации.
4. Все вышеперечисленные реакции могут привести к образованию пептидной связи.

Тест 8. Между какими группировками аминокислот образуется пептидная связь?

1. Между карбоксильными группами соседних аминокислот.
2. Между аминогруппами соседних аминокислот.
3. Между аминогруппой одной аминокислоты и радикалом другой.
4. Между аминогруппой одной аминокислоты и карбоксильной группой другой.

Тест 9. Какие связи стабилизируют вторичную структуру белков?

1. Ковалентные.
2. Водородные.
3. Ионные.
4. Все вышеперечисленные.

****Тест 10.** Какие связи стабилизируют третичную структуру белков?

1. Ковалентные.
2. Водородные.
3. Ионные.
4. Гидрофильно-гидрофобное взаимодействие.

Урок 6. БИОПОЛИМЕРЫ. РНК, АТФ

Задачи. Сформировать знания о РНК: строение отдельного нуклеотида, соединение нуклеотидов в одну цепь, виды и функции РНК. Дать понятие о промежуточных и конечных органических молекулах, дать характеристику АТФ, кратко вспомнить значение витаминов и гормонов как конечных продуктов биосинтеза. Настроить на подготовку к зачету по данному разделу. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Строение и функции ДНК».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, модель молекулы ДНК, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. В молекуле ДНК Т-нуклеотидов 20%. Определите процентное содержание остальных видов нуклеотидов.
2. В чем сходство и различие между белками и ДНК?
3. Как нуклеотиды ДНК соединяются в одну цепь, как две цепи нуклеотидов соединяются в одну молекулу?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 1).

Характеристика РНК. Молекулы РНК являются полимерами, мономерами которых являются рибонуклеотиды, образованные остатками трех веществ: пятиуглеродного сахара — рибозы; одним из азотистых оснований — из пуриновых — *аденином* или *гуанином*, из пиримидиновых — *урацилом* или *цитозином*; остатком фосфорной кислоты.

Молекула РНК представляет собой неразветвленный полинуклеотид, имеющий третичную структуру. В отличие от ДНК, она образована не двумя, а *одной* полинуклеотидной цепочкой. Однако ее нуклеотиды также способны образовывать водородные связи между собой, но это внутри, а не межцепочечные соединения комплементарных нуклеотидов. Цепи РНК значительно короче цепей ДНК.

Информация о структуре молекулы РНК заложена в молекулах ДНК. Последовательность нуклеотидов в РНК комплементарна кодирующей цепи ДНК и идентична, за исключением замены тимина на урацил, некодирующей цепи. Если содержание ДНК в клетке относительно постоянно, то содержание РНК сильно колеблется. Наибольшее количество РНК в клетках наблюдается во время синтеза белка.

Существует три основных класса нуклеиновых кислот: информационная (матричная) РНК — иРНК (мРНК), транспортная РНК — тРНК, рибосомальная РНК — рРНК.

Информационные РНК. Наиболее разнообразный по размерам и стабильности класс. Все они являются переносчиками генетической информации из ядра в цитоплазму. Они служат матрицей для синтеза молекулы белка, т.к. определяют аминокислотную последовательность первичной структуры белковой молекулы. На долю иРНК приходится до 5% от общего содержания РНК в клетке.

Транспортные РНК. Молекулы транспортных РНК содержат обычно 75—86 нуклеотидов. Молекулярная масса молекул тРНК $\approx 25\,000$. Молекулы тРНК играют роль посредников в биосинтезе белка — они доставляют аминокислоты к месту синтеза белка, в рибосомы. В клетке содержится более 30 видов тРНК. Каждый вид тРНК имеет характерную только для него последовательность нуклеотидов. Однако у всех молекул имеется несколько внутримолекулярных комплементарных участков, благодаря наличию которых все тРНК имеют третичную структуру, напоминающую по форме лист клевера.

Рибосомные РНК. На долю рибосомальных РНК (рРНК) приходится 80—85% от общего содержания РНК в клетке. Рибосомная РНК состоит из 3—5 тыс. нуклеотидов. В комплексе с рибосомными белками рРНК образует рибосомы — органеллы, на которых происходит синтез белка. Основное значение рРНК состоит в том, что она обеспечивает первоначальное связывание иРНК и рибосомы и формирует активный центр рибосомы, в котором происходит образование пептидных связей между аминокислотами в процессе синтеза полипептидной цепи.

Характеристика АТФ. Кроме белков, жиров и углеводов в клетке синтезируется большое количество других органических соединений, которые условно можно разде-

лить на *промежуточные* и *конечные*. Чаще всего получение определенного вещества связано с работой каталитического конвейера (большого числа ферментов) и с образованием промежуточных продуктов реакции, на которые действует следующий фермент. Конечные органические соединения выполняют в клетке самостоятельные функции. К конечным веществам можно отнести аминокислоты, глюкозу, нуклеотиды, АТФ, гормоны, витамины.

Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) — универсальный переносчик и основной аккумулятор энергии в живых клетках. АТФ содержится во всех клетках растений и животных. Количество АТФ колеблется и в среднем составляет 0,04% (на сырую массу клетки). Наибольшее количество АТФ (0,2—0,5%) содержится в скелетных мышцах.

АТФ представляет собой *нуклеотид*, образованный остатками азотистого основания (аденина), сахара (рибозы) и фосфорной кислоты. В отличие от других нуклеотидов АТФ содержит не один, а три остатка фосфорной кислоты. АТФ относится к *макроэргическим веществам* — веществам, содержащим в своих связях большое количество энергии.

АТФ — нестабильная молекула: при отщеплении концевого остатка фосфорной кислоты АТФ переходит в АДФ (*аденозиндифосфорную кислоту*). Распаду может подвергаться и АДФ с образованием АМФ (*аденозинмонофосфорная кислота*). Так как гидролитическое отщепление концевых остатков требует затрат энергии, выход свободной энергии при отщеплении каждого концевого остатка составляет около 30,5 кДж. Отщепление третьей фосфатной группы сопровождается выделением только 13,8 кДж. Таким образом, АТФ имеет две макроэргические связи.

Вместе с тем при наличии в клетке свободной энергии осуществляется образование АТФ. Синтез АТФ происходит в основном в митохондриях. Для образования каждой макроэргической связи требуется 40 кДж.

Большую роль в жизнедеятельности многоклеточных организмов играют *витамины*. Витаминами считают такие органические соединения, которые данный организм синтезировать не может (или синтезирует в недостаточном количестве) и должен получать их вместе с пищей. Витамины, соединяясь с белками, образуют комплексы, ферменты. При недостатке в пище какого-либо витамина, из-

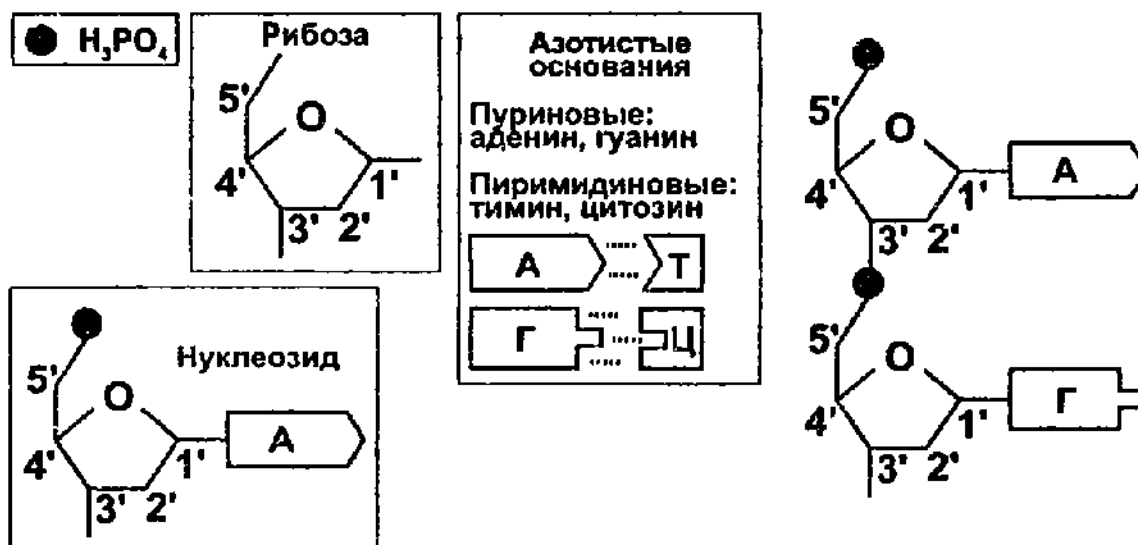
Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: РНК, АТФ.

Д.З. § 1—5

Характеристика РНК, АТФ

Строение: полимер, одна полинуклеотидная цепь.
Нуклеотид РНК состоит из остатков трех веществ:



Вместо тимина — урацил. Уридиловый нуклеотид.

Между комплементарными нуклеотидами образуются водородные связи, формируются специфические конформации молекул РНК.

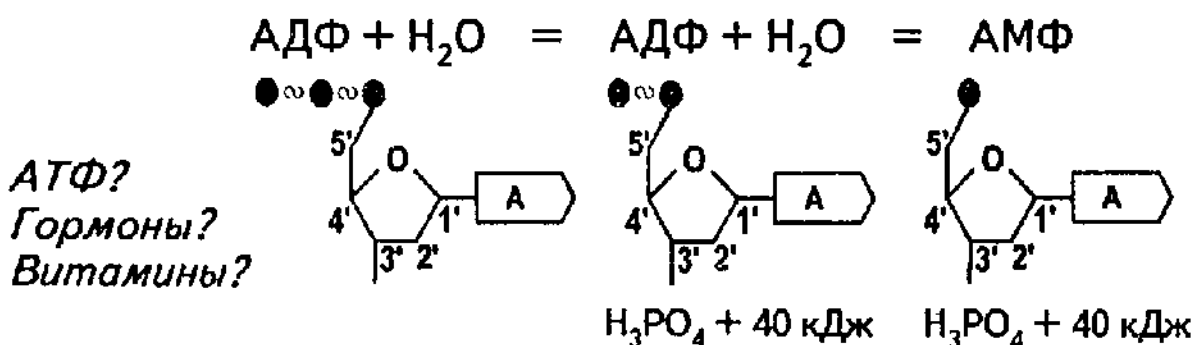
Функции: участие в синтезе белка.

Виды: мРНК (иРНК), тРНК, рРНК.

Матричные РНК (около 5%). Переносят информацию о белке из ядра в цитоплазму. Длина до 30 000 нуклеотидов.

Рибосомные РНК (около 85%) синтезируются в ядре в области ядрышка, входят в состав рибосом. 3000—5000 нуклеотидов.

Транспортные РНК (около 10%). Транспортируют аминокислоты в рибосомы. Более 30 видов, 76—85 нуклеотидов.



за отсутствия фермента, нарушается нормальный обмен веществ, развивается тот или иной авитаминоз. Например, недостаток витамина С приводит к цинге, недостаток витамин В₁₂ — к анемии, нарушается нормальное образование эритроцитов.

Гормоны являются регуляторами, влияющими на работу отдельных органов и всего организма в целом. Они могут иметь белковую природу (гормоны гипофиза, поджелудочной железы) и могут относиться к липидам (половые гормоны), могут быть производными аминокислот (тироксин). Гормоны образуются как животными, так и растениями.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Где в клетках эукариот содержится ДНК?
2. Каковы размеры ДНК?
3. Какие пуриновые основания входят в состав молекулы ДНК?
4. Фрагмент ДНК содержит 30 000 нуклеотидов. Происходит удвоение ДНК, сколько свободных нуклеотидов для этого потребуется?
5. Как нуклеотиды ДНК соединены в одну цепь?
6. Фрагмент ДНК содержит 30 000 А-нуклеотидов. Происходит удвоение ДНК, сколько А- и Т-нуклеотидов для этого потребуется?
7. Фрагмент ДНК содержит 30 000 А-нуклеотидов и 40 000 Ц-нуклеотидов. Сколько Т- и Г-нуклеотидов в данном фрагменте?
8. Какие ученые в 1953 году предложили модель строения молекулы ДНК?
9. Каковы функции ДНК в клетке?
10. Как располагаются цепи нуклеотидов в молекуле ДНК?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 5. «Нуклеиновые кислоты. ДНК»

****Тест 1.** Где в клетках эукариот содержится ДНК?

1. В цитоплазме.
2. В ядре.
3. В рибосомах.
4. В митохондриях.
5. В пластидах.
6. В комплексе Гольджи.

Тест 2. Каковы размеры ДНК?

1. Ширина 20 мкм, длина до 8 см.
2. Ширина 2 мкм, длина до 8 см.
3. Ширина 20 нм, длина до 8 см.
4. Ширина 2 нм, длина до 8 см.

****Тест 3.** Какие пуриновые основания входят в состав молекулы ДНК?

1. Аденин.
2. Гуанин.
3. Тимин.
4. Цитозин.

Тест 4. Фрагмент ДНК содержит 30 000 нуклеотидов. Происходит удвоение ДНК, сколько свободных нуклеотидов для этого потребуется?

1. 60 000.
2. 45 000.
3. 30 000.
4. 15 000.

Тест 5. Как нуклеотиды ДНК соединены в одну цепь?

1. Через остаток фосфорной кислоты одного нуклеотида и 3'-атом дезоксирибозы другого.
2. Через остаток фосфорной кислоты одного нуклеотида и азотистое основание другого.
3. Через остатки фосфорной кислоты соседних нуклеотидов.
4. Через дезоксирибозы соседних нуклеотидов.

Тест 6. Фрагмент ДНК содержит 30 000 А-нуклеотидов. Происходит удвоение ДНК, сколько А- и Т-нуклеотидов для этого потребуется?

1. А — 60 000, Т — 60 000.
2. А — 30 000, Т — 30 000.
3. А — 15 000, Т — 15 000.
4. Данных для ответа недостаточно.

Тест 7. Фрагмент ДНК содержит 30 000 А-нуклеотидов и 40 000 Ц-нуклеотидов. Сколько Т- и Г-нуклеотидов в данном фрагменте?

1. Т — 40 000, Г — 30 000.
2. Т — 30 000, Г — 40 000.
3. Т — 60 000, Г — 80 000.
4. Данных для ответа недостаточно.

****Тест 8.** Какие ученые в 1953 году предложили модель строения молекулы ДНК?

1. Ф. Крик.
2. Г. Мендель.
3. Т. Морган.
4. Д. Уотсон.

Тест 9. Каковы функции ДНК в клетке?

1. Один из основных источников энергии.
2. Принимает непосредственное участие в синтезе белков.
3. Обеспечивает синтез углеводов и липидов в клетке.
4. Участвует в хранении и передаче наследственной информации.

****Тест 10.** Какие суждения верны?

1. Цепи нуклеотидов в молекуле ДНК антипараллельны.
2. Между А- и Т-нуклеотидами 2 водородные связи, между Г- и Ц-нуклеотидами 3 водородные связи.
3. А- и Т-нуклеотиды относятся к пиримидиновым нуклеотидам.
4. В состав нуклеотидов ДНК входит сахар рибоза.

Урок 7. **ЗАЧЕТ ПО РАЗДЕЛУ «ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КЛЕТКИ»**

Задачи. Обобщить фактический и теоретический материал по основам биохимии клетки, проверить усвоение конкретного фактического материала, углубить и расширить знания учащихся.

Оборудование. Фильмы, подготовленные рефераты учащихся, газеты, бюллетени.

План урока. Письменная проверочная работа, заслушивание рефератов.

Ход урока:

Повторение. Письменная проверочная работа (30 мин.).

Тесты и вопросы к зачету вывешиваются за неделю. Предлагаются темы рефератов, газет.

На зачете будут эти же тесты, но в другом порядке и похожие вопросы. Учитель раздает листочки с вопросами на каждый стол, класс делится на два варианта, каждому варианту предлагается 10 тестов (1—10, 11—20, 21—30) и один из теоретических вопросов. У следующего класса будут другие тесты и другие теоретические вопросы.

Тесты и вопросы к зачету по теме «Химический состав клетки»

1. Перечислите уровни организации жизни в пределах одного организма.
2. Перечислите уровни организации жизни от организма и выше.
3. Основные методы изучения в биологии.
4. Перечислите элементы первой и второй группы.
5. Перечислите функции, которые выполняет вода в клетке.
6. Запишите пример буферной системы.
7. На какие группы делятся углеводы?
8. Напишите формулы важнейших пентоз.
9. Какие вещества относятся к полисахаридам?
10. Что является мономером гликогена, клетчатки?
11. Какие функции выполняют углеводы?
12. Что представляют из себя жиры?
13. Какие липиды входят в состав мембран?

14. Перечислите жирорастворимые витамины.
15. Перечислите 5 важнейших функций жиров.
16. Запишите общую формулу аминокислоты.
17. Запишите структурную формулу дипептида.
18. Как называется связь между двумя аминокислотами?
19. Какие аминокислоты называются незаменимыми? Сколько их?
20. Какие белки называются полноценными?
21. Чем представлена первичная структура белков?
22. Чем представлена вторичная структура белка?
23. Какими связями удерживается третичная структура белков?
24. Сколько энергии выделяется при расщеплении 1 г белков, углеводов, липидов?
25. Перечислите функции белков.
26. Каковы основные свойства ферментов?
27. Из остатков каких веществ состоит нуклеотид ДНК?
28. Запишите структурную формулу нуклеотида ДНК.
29. Какие азотистые основания входят в состав нуклеотидов ДНК?
30. Какие пуриновые азотистые основания входят в состав молекулы ДНК?
31. Как нуклеотиды ДНК соединены в одну цепь?
32. Сколько водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями?
33. Что такое «принцип комплементарности»?
34. Какие функции выполняют ДНК?
35. Запишите структурную формулу нуклеотида РНК.
36. Как нуклеотиды РНК соединяются в полинуклеотидную цепь?
37. Какие азотистые основания входят в состав нуклеотидов РНК?
38. Какие функции выполняют РНК?
39. Запишите структурную формулу АТФ.
40. Сколько энергии в макроэргических связях АТФ?

Теоретические вопросы:

1. Характеристика неорганических веществ клетки.
2. Строение белков.
3. Характеристика углеводов.
4. Характеристика липидов.
5. Строение и функции ДНК.
6. Строение и функции РНК и АТФ.

Зачет по теме «Химический состав клетки»

1. Перечислите уровни организации жизни в пределах одного организма.
2. Какие липиды входят в состав мембран?
3. Запишите общую формулу аминокислоты.
4. Какие белки называются полноценными?
5. Как нуклеотиды ДНК соединены в одну цепь?
6. Перечислите функции, которые выполняет вода в клетке.
7. На какие группы делятся углеводы?
8. Какие вещества относятся к полисахаридам?
9. Какие азотистые основания входят в состав нуклеотидов ДНК?
10. Чем представлена вторичная структура белка?
11. Перечислите уровни организации жизни от организма и выше.
12. Из остатков каких веществ состоит нуклеотид ДНК?
13. Что является мономером гликогена, клетчатки?
14. Какие азотистые основания входят в состав нуклеотидов РНК?
15. Запишите пример буферной системы.
16. Сколько энергии в макроэргических связях АТФ?
17. Что представляют из себя жиры?
18. Запишите структурную формулу дипептида.
19. Какие функции выполняют РНК?
20. Какие аминокислоты называются незаменимыми? Сколько их?
21. Основные методы изучения в биологии.
22. Перечислите элементы первой и второй группы.
23. Сколько водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями?
24. Чем представлена первичная структура белков?
25. Напишите формулы важнейших пентоз.
26. Сколько энергии выделяется при расщеплении 1 г белков, углеводов, липидов?
27. Запишите структурную формулу нуклеотида РНК.
28. Перечислите функции белков.
29. Каковы основные свойства ферментов?
30. Запишите структурную формулу нуклеотида ДНК.
31. Какие пуриновые азотистые основания входят в состав молекулы ДНК?
32. Перечислите 5 важнейших функций жиров.
33. Какими связями удерживается третичная структура белков?
34. Запишите структурную формулу АТФ.

35. Перечислите жирорастворимые витамины.
36. Какие функции выполняют углеводы?
37. Что такое «принцип комплементарности»?
38. Какие функции выполняют ДНК?
39. Как называется связь между двумя аминокислотами?
40. Как нуклеотиды РНК соединяются в полинуклеотидную цепь?

Теоретические вопросы:

1. Характеристика неорганических веществ клетки.
2. Строение белков.
3. Характеристика углеводов.
4. Характеристика липидов.
5. Строение и функции ДНК.
6. Строение и функции РНК и АТФ.

Просмотр фильмов, заслушивание рефератов с целью углубления знаний по этому разделу (10 мин.).

Темы для рефератов: «Классификация ферментов», «Фрагменты Оказаки». «ДНК в хромосоме», «Значение неорганических веществ», «Натрий-калиевый насос и его значение» и др.

Глава 2. СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КЛЕТКИ

Материал главы формирует знания о создании клеточной теории, о строении и функциях клеточной оболочки, важнейших клеточных органоидов, цитоплазмы и ядра. Сравнивается строение эукариотических и прокариотических клеток, рассматриваются строение и жизненные свойства вирусов.

Распределение материала по урокам:

1-й урок. Клеточная теория.

2-й урок. Клеточная оболочка и некоторые органоиды клетки.

3-й урок. Митохондрии, пластиды, клеточные включения.

4-й урок. Ядро. Прокариоты и эукариоты.

5-й урок. Вирусы.

6-й урок. Зачет.

Урок 1. КЛЕТОЧНАЯ ТЕОРИЯ

Задачи. Проанализировать выполненные учащимися на предыдущем уроке зачетные задания, заострить внимание на типичных ошибках, заслушать лучшие работы 1-го и 2-го вариантов.

Сформировать знания об истории создания клеточной теории, ее современных положениях, методах изучения клетки и ее органоидов.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, возможно использование фрагмента фильма «Клетка», диафильма «Клетка и ее органоиды».

Ход урока:

Повторение. Анализ зачета, выставление оценок (5—7 минут).

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагмента кинофильма, фрагмента диафильма, кодограммы.

Создание клеточной теории. Представления о клетке появились в связи с изобретением микроскопа. Рассматри-

вая под микроскопом срез пробки, английский ученый, физик Р. Гук обнаружил, что она состоит из ячеек, разделенных перегородками. Эти ячейки он назвал «клетками». В трудах знаменитого голландского ученого Антони ван Левенгука впервые появилась информация о строении многих микроскопически малых биологических объектов (эритроцитов, водорослей, бактерий, сперматозоидов, разнообразных микроструктур растительных и животных клеток).

Лишь в XIX в. ученые обратили внимание на полужидкое студенистое содержимое, заполняющее клетку. К началу XIX в., после того как появились хорошие микроскопы, были разработаны методы фиксации и окраски клеток, представления о клеточном строении организмов получили общее признание. Англичанин Р. Броун в 1831 году обнаружил в клетках ядро (от лат. *nucleus*, греч. *σαγυον*). В 1838 г. немецкий ботаник М. Шлейден пришел к выводу, что ткани растений состоят из клеток. Немецкий зоолог Т. Шванн показал, что из клеток состоят и ткани животных. Он создал теорию, утверждающую, что клетки, содержащие ядра, представляют собой *структурную и функциональную основу всех живых существ*. Клеточная теория строения была сформулирована и опубликована Г. Шванном в 1839 г. Суть её можно выразить в следующих положениях:

- клетка рассматривается как элементарная структурная *единица строения* всех живых существ;
- клетки растений и животных самостоятельны, гомологичны друг другу по происхождению и структуре.

Существенным дополнением основного положения клеточной теории было открытие еще в 1827 г. академиком Российской АН К. М. Бэрм яйцеклетки млекопитающих. К. М. Бэр установил, что все организмы начинают свое развитие с одной клетки, представляющей собой оплодотворенное яйцо. Это открытие показало, что клетка не только единица строения, но и *единица развития* всех живых организмов.

В 1855 г. немецкий врач Р. Вирхов сделал обобщение: *клетка может возникнуть только из предшествующей клетки*. Это привело к осознанию того факта, что *рост и развитие организмов связаны с делением клеток и их дальнейшей дифференцировкой*, приводящей к образованию тканей и органов.

Таким образом, к началу XX в., благодаря созданию клеточной теории, сформировалось представление об общности происхождения и единстве всего живого.

Основные положения современной клеточной теории:

1. Клетка — элементарная живая система, единица строения, жизнедеятельности, размножения и индивидуального развития организмов.
2. Клетки всех живых организмов гомологичны, то есть едины по строению и происхождению.
3. Новые клетки возникают только путем деления ранее существовавших клеток.

Клетка и организм. Клетка может быть самостоятельным организмом, осуществляющим всю полноту процессов жизнедеятельности (прокариоты и одноклеточные эукариоты). Все многоклеточные организмы состоят из клеток. В результате выполнения клетками различных функций происходит их специализация, клетки приобретают различное строение, формируются ткани.

Функции клеток. В клетках осуществляются: обмен веществ, раздражимость и возбудимость, движение, размножение и дифференцировка.

Основной метод изучения клеток — использование микроскопов: светового, дающего увеличение до 3 тыс. раз, электронного, увеличивающего в 300 тыс. раз и более.

Используют центрифугирование с целью разделения органоидов, имеющих различную массу и скорость осаждения.

Для разделения биологических молекул используют хроматографию и электрофорез.

Эффективно использование радиоактивных изотопов фосфора (^{32}P), углерода (^{14}C), водорода (^3H), место локализации которых в клетке легко обнаруживается.

С помощью аминокислотного анализатора можно определить последовательность аминокислот в белке, секвенирование позволяет определить последовательность нуклеотидов в ДНК.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Клеточная теория.**§ 6****Создание клеточной теории**

Янсен, 1590 г. Изобретение микроскопа.

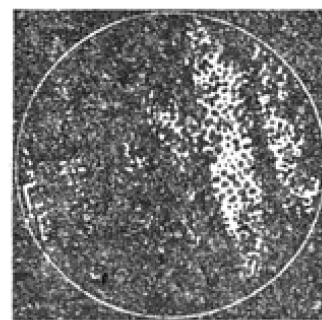
Роберт Гук (1665 г.) — термин «клетка».

Роберт Броун — открытие ядра.

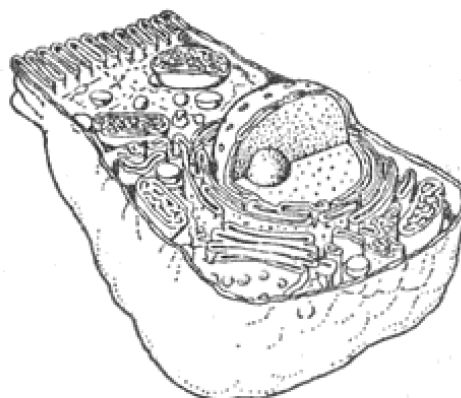
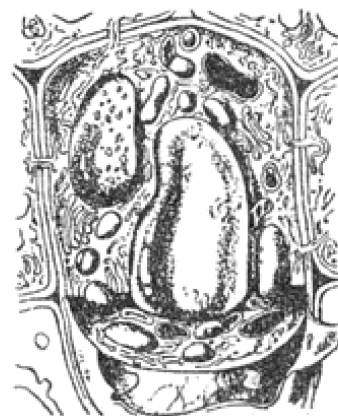
Матиас Шлейден и Теодор Шванн (1838—1839 гг.) сформулировали положения клеточной теории:

1. Клетка — единица строения всех живых организмов.
2. Клетки сходны по строению.
3. Рудольф Вирхов (1858 г.): «Cellula e cellula» («Каждая клетка из клетки»).
4. Карл Бэр: «Клетка — единица развития».

1930 год — создание электронного микроскопа. Центрифугирование?

**Основные положения современной клеточной теории**

1. Клетка — единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого.
2. Новые клетки образуются при делении исходных, материнских.
3. Клетки всех организмов сходны по химическому составу, строению и обмену веществ. (Гомологичны? Аналогичны?)
4. В сложных многоклеточных организмах клетки специализируются и образуют ткани, органы, которые подчинены нервным и гуморальным системам регуляции.



Урок 2. ЦИТОПЛАЗМА. КЛЕТОЧНАЯ ОБОЛОЧКА

Задачи. Приступить к изучению жизни на следующем, органоидно-клеточном уровне. Сформировать знания о цитоплазме, ее составе и функциях, о клеточной оболочке, особенностях ее строения и выполняемых функциях. Провести практическую работу по изучению одного из важнейших свойств плазматической мембраны — полупроницаемости на примере осмотических явлений в растительной клетке. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Клеточная теория».

Оборудование. *Раздаточный материал:* микроскопы, предметные и покровные стекла, склянки с водой и раствором поваренной соли, кусочки фильтровальной бумаги, пинцеты, препаровальные иглы, по две чешуи лука на каждый стол, раствор йода. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, уместно использование фрагмента фильма «Клетка», диафильма «Клетка и ее органоиды».

Ход урока:

Повторение. В связи с выполнением практической работы письменную работу с карточками, работу с карточкой у доски и тестирование целесообразно на данном уроке не проводить.

Устное повторение (10 мин.).

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильма, диафильма, кодограммы.

Цитоплазма. Строение и функции оболочки. Цитоплазма — обязательная часть клетки, заключенная между плазматической мембраной и ядром и представляющая собой *гидроплазму* — основное вещество цитоплазмы, *органоиды* — постоянные компоненты цитоплазмы и *включения* — временные компоненты цитоплазмы. Химический состав цитоплазмы разнообразен. Ее основу составляет вода (60—90% всей массы цитоплазмы). Цитоплазма богата белками, в состав цитоплазмы могут входить жиры и жироподобные вещества, различные органические и неорганические

кие соединения. Цитоплазма имеет щелочную реакцию. Одна из характерных особенностей цитоплазмы — постоянное движение (*циклоз*). Оно обнаруживается прежде всего по перемещению органелл клетки, например хлоропластов. Если движение цитоплазмы прекращается, клетка погибает, так как только находясь в постоянном движении она может выполнять свои функции.

Основное вещество цитоплазмы — *гиалоплазма* (*цитозоль*) — представляет собой бесцветный, слизистый, густой и прозрачный коллоидный раствор. Именно в ней протекают все процессы обмена веществ, она обеспечивает взаимосвязь ядра и всех органоидов. В зависимости от преобладания в гиалоплазме жидкой части или крупных молекул различают две формы гиалоплазмы: *золь* — более жидкая гиалоплазма и *гель* — более густая гиалоплазма. Между ними возможны взаимопереходы: гель легко превращается в золь и наоборот.

Клеточные оболочки эукариотических организмов имеют различное строение, но всегда к цитоплазме прилегает плазматическая мембрана, на ее поверхности образуется наружный слой. У животных он называется *гликокаликсом* (образован гликопротеинами, гликолипидами, липопротеинами), у растений — *клеточной стенкой* из мощного слоя волокон клетчатки.

Все биологические мембраны имеют общие структурные особенности и свойства. В настоящее время общепринята *жидкостно-мозаичная модель* строения мембраны. Основу мембраны составляет липидный бислой, образованный в основном *фосфолипидами*. В бислое хвосты молекул в мембране обращены друг к другу, а полярные головки — наружу, к воде. Помимо липидов в состав мембраны входят белки (в среднем $\approx 60\%$). Они определяют большинство специфических функций мембраны. Молекулы белков не образуют сплошного слоя, различают *периферические белки* — белки, располагающиеся на наружной или внутренней поверхности липидного бислоя, *полуинтегральные белки* — белки, погруженные в липидный бислой на различную глубину, *интегральные*, или *трансмембранные белки* — белки, пронизывающие мембрану насквозь, контактируя при этом и с наружной, и с внутренней средой клетки.

Мембранные белки могут выполнять различные функции: транспорт определенных молекул, катализ реакций, происходящих на мембранах, поддержание структуры мембран, получение и преобразование сигналов из окружающей среды.

В состав мембраны может входить от 2 до 10% углеводов. Углеводный компонент мембран обычно представлен олигосахаридными или полисахаридными цепями, связанными с молекулами белков (гликопротеины) или липидов (гликолипиды). В основном углеводы располагаются на наружной поверхности мембраны. Углеводы обеспечивают рецепторные функции мембраны. В животных клетках гликопротеины образуют надмембранный комплекс — *гликокаликс*, имеющий толщину в несколько десятков нанометров. В нем происходит внеклеточное пищеварение, располагаются многие рецепторы клетки, с его помощью, по-видимому, происходит адгезия клеток.

Молекулы белков и липидов подвижны, способны перемещаться, главным образом в плоскости мембраны. Толщина плазматической мембраны в среднем 7,5 нм.

Функции мембран. Во-первых, они отделяют клеточное содержимое от внешней среды. Во-вторых, регулируют обмен веществ между клеткой и средой. В-третьих, делят клетки на компартменты, предназначенные для протекания различных реакций. В-четвертых, многие химические реакции протекают на ферментативных конвейерах, располагающихся на самих мембранах. В-пятых, обеспечивают связь между клетками в тканях многоклеточных организмов. И, наконец, в-шестых — на мембранах располагаются рецепторные участки для распознавания внешних стимулов.

Одна из основных функций мембраны — транспортная, обеспечивающая обмен веществ между клеткой и внешней средой. Мембраны обладают свойством избирательной проницаемости, то есть хорошо проницаемы для одних вещества или молекул и плохо проницаемы (или совсем непроницаемы) для других. Существуют различные механизмы транспорта веществ через мембрану. В зависимости от необходимости использования энергии для осуществления транспорта веществ различают: *пассивный транспорт* — транспорт веществ, идущий без затрат энер-

гии; *активный транспорт* — транспорт, идущий с затратами энергии.

В основе пассивного транспорта лежит разность концентраций и зарядов. При пассивном транспорте вещества всегда перемещаются из области с более высокой концентрацией в область с более низкой, то есть по градиенту концентрации. Если молекула заряжена, то на ее транспорт влияет и электрический градиент. Поэтому часто говорят об электрохимическом градиенте, объединяя оба градиента вместе. Скорость транспорта зависит от величины градиента.

Различают три основных механизма пассивного транспорта: *простая диффузия* — транспорт веществ непосредственно через липидный бислой. Через него легко проходят газы, неполярные или малые незаряженные полярные молекулы. Чем меньше молекула и чем более она жирорастворима, тем быстрее она проникает через мембрану. Интересно, что вода, несмотря на то, что она относительно нерастворима в жирах, очень быстро проникает через липидный бислой. Это объясняется тем, что ее молекула мала и электрически нейтральна. Диффузию воды через мембраны называют *осмосом*.

Диффузия через мембранные каналы. Заряженные молекулы и ионы (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^-) неспособны проходить через липидный бислой путем простой диффузии, тем не менее, они проникают через мембрану, благодаря наличию в ней особых каналообразующих белков, формирующих поры.

Облегченная диффузия — транспорт веществ с помощью специальных транспортных белков, каждый из которых отвечает за транспорт определенных молекул или групп родственных молекул. Они взаимодействуют с молекулой переносимого вещества и каким-либо способом перемещают ее сквозь мембрану. Так в клетку транспортируются сахара, аминокислоты, нуклеотиды и многие другие полярные молекулы.

Необходимость *активного транспорта* возникает тогда, когда необходимо обеспечить перенос через мембрану молекул против электрохимического градиента. Этот транспорт осуществляется белками-переносчиками, деятельность которых требует затрат энергии. Источником

энергии служат молекулы АТФ. Одной из наиболее изученных систем активного транспорта является натрий-калиевый насос. Концентрация K^+ внутри клетки значительно выше, чем за ее пределами, а Na^+ — наоборот. Поэтому K^+ через водяные поры мембраны пассивно диффундирует из клетки, а Na^+ — в клетку. Вместе с тем для нормального функционирования клетке важно поддерживать определенное соотношение ионов K^+ и Na^+ в цитоплазме и во внешней среде. Это оказывается возможным потому, что мембрана, благодаря наличию натрий-калиевого насоса, активно перекачивает Na^+ из клетки, а K^+ в клетку. На работу натрий-калиевого насоса тратится почти треть всей энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки. За один цикл работы насос выкачивает из клетки 3 иона Na^+ и закачивает 2 иона K^+ . Такая разница в количестве переносимых ионов связана с тем, что проницаемость мембраны для ионов K^+ выше, чем для ионов Na^+ . Соответственно K^+ быстрее пассивно диффундирует из клетки, чем Na^+ в клетку.

Клетка имеет механизмы, благодаря которым может осуществлять транспорт через мембрану крупных частиц и макромолекул. Процесс поглощения макромолекул клеткой называется *эндоцитозом*. При эндоцитозе плазматическая мембрана образует впячивание, края ее сливаются, и происходит отщипывание в цитоплазму структур, отграниченных от цитоплазмы одиночной мембраной, являющейся частью наружной цитоплазматической мембраны. Различают два типа эндоцитоза: *фагоцитоз* — захват и поглощение крупных частиц (например, фагоцитоз лимфоцитов, простейших и др.) и *пиноцитоз* — процесс захвата и поглощения капелек жидкости с растворенными в ней веществами.

Экзоцитоз — процесс выведения различных веществ из клетки. При экзоцитозе мембрана пузырька сливается с наружной цитоплазматической мембраной, содержимое везикулы выводится за пределы клетки, а ее мембрана включается в состав наружной цитоплазматической мембраны.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой. Выполнение практической работы.

Задание к практической работе

1. Приготовьте препарат кожицы лука, рассмотрите под микроскопом и зарисуйте участок из 2—3 клеток.
2. С одной стороны покровного стекла нанесите несколько капель раствора NaCl (0,8 М), а с другой стороны фильтровальной бумагой оттяните воду.
3. Рассмотрите препарат, найдите плазмолизированные клетки и зарисуйте участок из 2—3 клеток.
4. Нанесите несколько капель воды с одной стороны покровного стекла, а с другой стороны фильтровальной бумагой оттяните раствор NaCl.
5. Рассмотрите препарат, обратите внимание на явление деплазмолиза.

На дом. Письменно ответить на следующие вопросы:

6. Какие функции наружной клеточной мембраны установлены при наблюдении плазмолиза и деплазмолиза?
7. Объяснить причины плазмолиза и деплазмолиза.
8. Будет ли наблюдаться явление плазмолиза, если предварительно клетку обработать йодом или спиртом?

Задание на дом. Изучить часть текста параграфа, ответить на вопросы, письменно ответить на вопросы к практической работе.

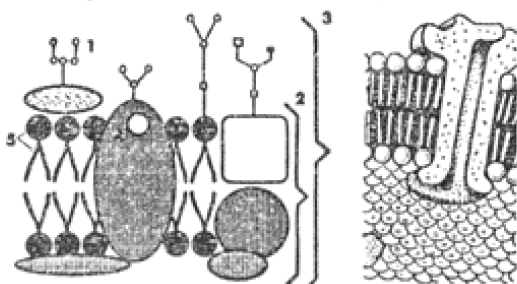
Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Цитоплазма, оболочка.

§ 7, не весь

Цитоплазма. Строение и функции оболочки

Цитоплазма: цитозоль (?) + органоиды.



Оболочка:

плазмалемма + наружный слой:
гликокаликс — у животных,
клеточная стенка — у растений.
Гликокаликс (1): гликопротеины,
липопротеины, гликолипиды.

Плазмалемма: 7—8 нм, бимолекулярный слой фосфолипидов и белковые молекулы, некоторые из них имеют гидрофильные каналы.

Функции: 1) каркас, защита от повреждений; 2) соединение клеток; 3) сигнальная (реакция на медиаторы в синапсах, на гормоны); 4) избирательный транспорт веществ:

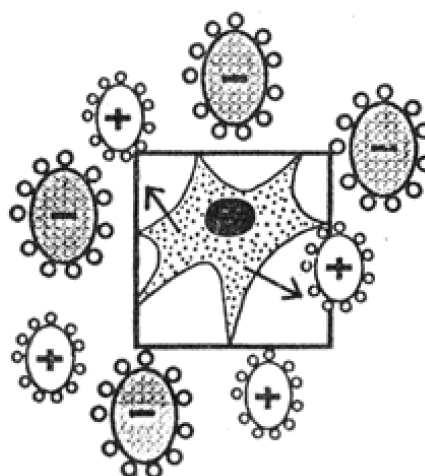
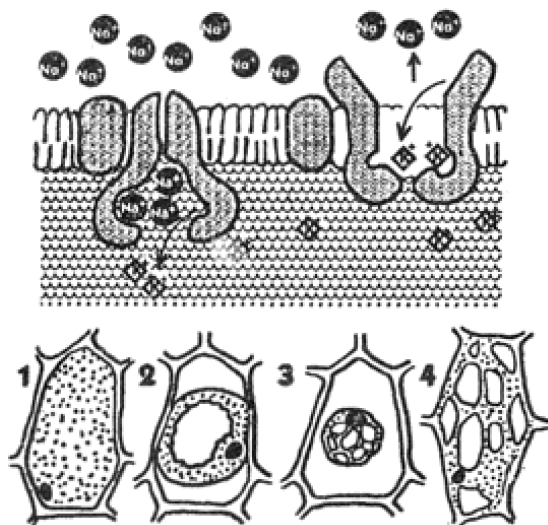
а) диффузия, движение молекул растворенного вещества по градиенту концентрации;

б) осмос — движение молекул растворителя по градиенту концентрации;

в) активный транспорт — с затратой АТФ (натрий — калиевый насос: из — 3 натрия, в — 2 калия);

г) фагоцитоз (?) и пиноцитоз (?).

Примеры: плазмолиз, деплазмолиз.



Плазмолиз — выход воды из цитоплазмы клетки, отставание плазмалеммы от клеточной стенки (при добавлении NaCl). Осмос или диффузия?

Урок 3. ОРГАНОИДЫ КЛЕТКИ

Задачи. Продолжить изучение клеточного уровня организации жизни. Сформировать знания о строении и выполняемых функциях одномембранных, двухмембранных и немембранных органоидов клетки. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Цитоплазма. Клеточная оболочка».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, уместно использование фрагмента фильма «Клетка», диафильма «Клетка и ее органоиды».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Каково строение клеточной оболочки?
2. Каким образом различные вещества попадают в клетку?
3. Какие функции выполняет клеточная оболочка?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильма, диафильма, кодограммы.

Органоиды клетки. *Органоиды (органеллы)* — постоянные клеточные структуры, обеспечивающие выполнение клеткой специфических функций. Каждый органоид имеет определенное строение и выполняет определенные функции.

Различают: мембранные органоиды — имеющие мембранное строение, причем они могут быть одномембранными (эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли растительных клеток) и двухмембранными (митохондрии, пластиды, ядро)

Кроме мембранных могут быть и немембранные органоиды — не имеющие мембранного строения (хромосомы, рибосомы, клеточный центр и центриоли, реснички и жгутики с базальными тельцами, микротрубочки, микрофиламенты).

Одномембранные органоиды:

1 *Эндоплазматический ретикулум (ЭПР).* Органоид, представляющий собой систему мембран, формирующих

цистерны и каналы, соединенных друг с другом и ограничивающих единое внутреннее пространство — *полости ЭПР*. Мембраны с одной стороны связаны с наружной цитоплазматической мембраной, с другой — с наружной оболочкой ядерной мембраны. Различают два вида ЭПР: *шероховатый*, содержащий на своей поверхности рибосомы и представляющий собой совокупность уплощенных мешочков, и *гладкий*, мембраны которого рибосом не несут.

Функции: разделяет цитоплазму клетки на изолированные отсеки, обеспечивая тем самым пространственное отграничение друг от друга множества параллельно идущих различных реакций. Осуществляет синтез и расщепление углеводов и липидов (гладкий ЭПР) и обеспечивает синтез белка (шероховатый ЭПР), накапливает в каналах и полостях, а затем транспортирует к органоидам клетки продукты биосинтеза.

2. *Аппарат Гольджи*. Органоид, обычно расположенный около клеточного ядра (в животных клетках часто вблизи клеточного центра). Представляет собой стопку уплощенных *цистерн* с расширенными краями, с которой связана система мелких одномембранных пузырьков (пузырьки Гольджи). Каждая стопка обычно состоит из 4—6 цистерн. Число стопок Гольджи в клетке колеблется от одной до нескольких сотен.

Важнейшая функция комплекса Гольджи — выведение из клетки различных секретов (ферментов, гормонов), поэтому он хорошо развит в секреторных клетках. Здесь происходит синтез сложных углеводов из простых сахаров, созревание белков, образование лизосом.

3. *Лизосомы*. Самые мелкие одномембранные органоиды клетки, представляющие собой пузырьки диаметром 0,2—0,8 мкм, содержащие до 60 гидролитических ферментов, активных в слабокислой среде. Образование лизосом происходит в аппарате Гольджи, куда из ЭПР поступают синтезированные в нем ферменты. Расщепление веществ с помощью ферментов называют *лизисом*, отсюда и название органоида.

Различают: первичные лизосомы, отшнуровавшиеся от аппарата Гольджи и содержащие ферменты в неактивной форме, и вторичные лизосомы, образовавшиеся в результате слияния первичных лизосом с пиноцитозными или

фагоцитозными вакуолями; в них происходит переваривание и лизис поступивших в клетку веществ, поэтому часто их называют пищеварительными вакуолями.

Продукты переваривания усваиваются цитоплазмой клетки, но часть материала так и остается непереваренной. Вторичная лизосома, содержащая этот непереваренный материал, называется остаточным тельцем. Путем экзоцитоза непереваренные частицы удаляются из клетки.

Иногда с участием лизосом происходит саморазрушение клетки. Этот процесс называют *автолизом*. Обычно это происходит при некоторых процессах дифференцировки (например, замена хрящевой ткани костной, исчезновение хвоста у головастика лягушек).

4. *Реснички и жгутики*. Образованы девятью сдвоенными микротрубочками, образующими стенку цилиндра, покрытого мембраной; в его центре находятся две одиночные микротрубочки. Такая структура типа 9+2 характерна для ресничек и жгутиков почти всех эукариотических организмов, от простейших до человека.

Реснички и жгутики укреплены в цитоплазме базальными тельцами, лежащими в основании этих органоидов. Каждое базальное тельце состоит из девяти троек микротрубочек, в его центре микротрубочек нет.

5. К одномембранным органоидам относятся также и *вакуоли*.

Немембранные органоиды:

1. *Рибосомы*. Немембранные органоиды, встречающиеся в клетках всех организмов. Это мелкие органеллы, представленные частицами диаметром порядка 20 нм. Рибосомы состоят из двух субъединиц неравного размера — большой и малой, на которые они могут диссоциировать. В состав рибосом входят белки и рибосомальные РНК (рРНК). Молекулы рРНК составляют 50—63% массы рибосомы и образуют ее структурный каркас. Большинство белков специфически связано с определенными участками рРНК. Некоторые белки входят в состав рибосом только во время биосинтеза белка.

Различают два основных типа рибосом: эукариотические (с константами седиментации целой рибосомы — 80S, малой субъединицы — 40S, большой — 60S) и прокари-

отические (соответственно 70S, 30S, 50S). В состав рибосом эукариот входит 4 молекулы рРНК и около 100 молекул белка, прокариот — 3 молекулы рРНК и около 55 молекул белка. Во время биосинтеза белка рибосомы могут «работать» поодиночке или объединяться в комплексы — *полирибосомы (полисомы)*. В таких комплексах они связаны друг с другом одной молекулой иРНК.

Субъединицы рибосомы эукариот образуются в ядрышке. Объединение субъединиц в целую рибосому происходит в цитоплазме, как правило, во время биосинтеза белка.

2. *Цитоскелет*. Одной из отличительных особенностей эукариотической клетки является наличие в ее цитоплазме скелетных образований в виде микротрубочек и пучков белковых волокон. Элементы цитоскелета, тесно связанные с наружной цитоплазматической мембраной и ядерной оболочкой, образуют сложные переплетения в цитоплазме. Цитоскелет образован микротрубочками и микрофиламентами, определяет форму клетки, участвует в ее движениях, в делении и перемещениях самой клетки, во внутриклеточном транспорте органоидов и отдельных соединений.

3. *Клеточный центр*. Образован центриолями и уплотненной цитоплазмой — центросферой. Центриоль представляет собой цилиндр, стенка которого образована девятью группами из трех слившихся микротрубочек (9 триплетов), соединенных между собой через определенные интервалы поперечными сшивками. Центриоли объединены в пары, где они расположены под прямым углом друг к другу. Перед делением центриоли расходятся к противоположным полюсам, и возле каждой из них возникает дочерняя центриоль. Они формируют митотическое веретено, способствующее равномерному распределению генетического материала между дочерними клетками, являются центром организации цитоскелета. В клетках высших растений клеточный центр центриолей не имеет.

Центриоли относятся к самовоспроизводящимся органоидам цитоплазмы. Они возникают в результате дупликации уже имеющихся при расхождении центриолей.

4. В мышечных клетках присутствуют *миофибриллы*, состоящие из актина и миозина. Они обеспечивают сокращение мышечных клеток.

Двухмембранные органоиды:

1. *Митохондрии.* Двухмембранные органоиды эукариотической клетки, обеспечивающие организм энергией. Длина митохондрий 1,5—10 мкм, диаметр — 0,25—1,00 мкм. Количество митохондрий в клетке колеблется в широких пределах, от 1 до 100 тыс., и зависит от ее метаболической активности. Число митохондрий может увеличиваться путем деления, так как эти органоиды имеют собственную ДНК.

Наружная мембрана митохондрий гладкая, внутренняя мембрана образует многочисленные впячивания или трубчатые выросты — кристы. Число крист может колебаться от нескольких десятков до нескольких сотен и даже тысяч, в зависимости от функций клетки. Они увеличивают поверхность внутренней мембраны, на которой размещаются мультиферментные системы, участвующие в синтезе молекул АТФ.

Внутреннее пространство митохондрий заполнено *матриksom*. В матриксе содержатся кольцевая молекула митохондриальной ДНК, специфические иРНК, тРНК и рибосомы (прокариотического типа), осуществляющие автономный биосинтез части белков, входящих в состав внутренней мембраны. Но большая часть генов митохондрии перешла в ядро, и синтез многих митохондриальных белков происходит в цитоплазме. Кроме того, содержатся ферменты, образующие молекулы АТФ. Митохондрии способны размножаться путем деления.

Функции митохондрий — кислородное расщепление углеводов, аминокислот, глицерина и жирных кислот с образованием АТФ и синтез митохондриальных белков.

2. *Пластиды.* Различают три основных типа пластид: *лейкопласты* — бесцветные пластиды в клетках неокрашенных частей растений, *хромoplastы* — окрашенные пластиды обычно желтого, красного и оранжевого цвета, *хлоропласты* — зеленые пластиды.

Поскольку пластиды имеют общее происхождение, между ними возможны взаимопревращения. Наиболее часто происходит превращение лейкопластов в хлоропласты (позеленение клубней картофеля на свету), обратный процесс происходит в темноте. При пожелтении листьев и

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Органоиды клетки. Включения.

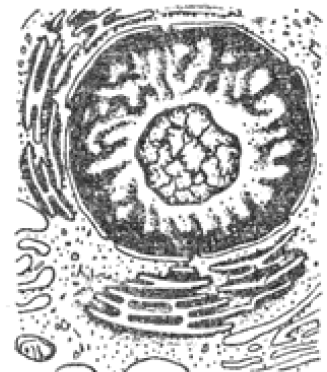
§ 7—8

Одномембранные

Аппарат Гольджи — центр накопления, модификации, секреции белков, углеводов и жиров. Образование первичных лизосом.



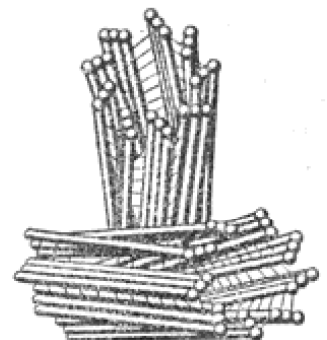
Лизосомы — «мешки с ферментами» (около 60), «пищеварительная система» клетки.



ЭПС: гладкая — синтез липидов и углеводов; шероховатая — синтез белков. Реснички и жгутики эукариот (9 пар+2) — движение.

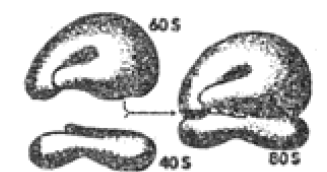
Немембранные

Цитоскелет из микротрубочек, микрофиламентов.



Клеточный центр: 2 центриоли (в каждой по 9 триплетов микротрубочек) и центросфера. У высших растений нет центриолей, клеточный центр есть. Центр организации цитоскелета; образование веретена деления.

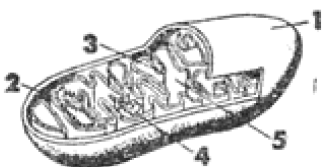
Рибосомы (2 субъединицы, 80S) — синтез белка.



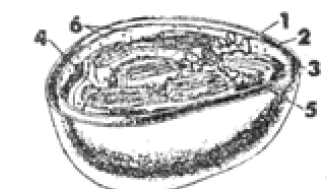
Миофибриллы из актина и миозина.

Двухмембранные

Митохондрии: 1 — наружная мембрана, 2 — внутренняя мембрана, 3 — кристы, 4 — кольцевая ДНК, 5 — матрикс. Рибосомы 70S. Образование? Размножение?



Пластиды: 3 — строма, 4 — граны из тилакоидов, 5 — кольцевая ДНК, 6 — рибосомы 70S. Образование? Размножение? Включения:????



покраснении плодов хлоропласты превращаются в хромопласты. Считают невозможным только превращение хромопластов в лейкопласты или хлоропласты.

Хлоропласты. Основная функция — фотосинтез, т. е. в хлоропластах на свету осуществляется синтез органических веществ из неорганических за счет преобразования солнечной энергии в энергию молекул АТФ. Хлоропласты высших растений имеют размеры 5—10 мкм и по форме напоминают двояковыпуклую линзу. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя имеет складчатую структуру. В результате образования выпячиваний внутренней мембраны возникает система *ламелл и тилакоидов*. Внутренняя среда хлоропластов — *stroma* — содержит ДНК и рибосомы прокариотического типа. Пластиды способны к автономному делению, как и митохондрии.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить часть текста параграфа, ответить на вопросы, письменно ответить на вопросы к практической работе.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Чем представлена оболочка растительной клетки?
2. Каково строение плазматической мембраны?
3. Какие вещества образуют основу клеточной мембраны?
4. Каким образом вода попадает в клетку через клеточную оболочку?
5. Что такое фагоцитоз?
6. Что такое пиноцитоз?
7. Что такое активный транспорт?
8. Что такое плазмолиз?
9. Что такое осмос?
10. Какой вид транспорта наблюдается при поступлении воды в клетку в процессе деплазмолиза?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 6. «Строение и функции оболочки»

Тест 1. Чем представлена оболочка растительной клетки?

1. Плазматической мембраной.
2. Клеточной стенкой.
3. Плазматической мембраной и наружным слоем.
4. Наружным слоем, образованным из целлюлозы.

Тест 2. Каково строение плазматической мембраны?

1. Образована бимолекулярным слоем липидов.
2. Ближе к цитоплазме — бимолекулярный слой липидов, снаружи — белковые молекулы.
3. Ближе к цитоплазме — бимолекулярный слой липидов, снаружи — углеводные молекулы.
4. Бимолекулярный слой липидов, белки пронизывают всю её толщу и располагаются на ее внешней и внутренней поверхности.

Тест 3. Какие вещества образуют основу клеточной мембраны?

1. Гликолипиды.
2. Фосфолипиды.
3. Жиры.
4. Белки.

Тест 4. Каким образом вода попадает в клетку через клеточную оболочку?

1. Через гидрофильные каналы белковых молекул и через бимолекулярный слой липидов клеточной мембраны.
2. За счет активного транспорта.
3. За счет фагоцитоза.
4. За счет пиноцитоза.

Тест 5. Что такое фагоцитоз?

1. Работа калий-натриевого насоса.
2. Уничтожение микроорганизмов.
3. Захват плазматической мембраной капле жидкости и втягивание их внутрь клетки.
4. Захват плазматической мембраной твердых частиц и втягивание их внутрь клетки.

Тест 6. Что такое пиноцитоз?

1. Работа калий-натриевого насоса.
2. Уничтожение микроорганизмов.

3. Захват плазматической мембраной капель жидкости и втягивание их внутрь клетки.
4. Захват плазматической мембраной твердых частиц и втягивание их внутрь клетки.

Тест 7. Что такое активный транспорт?

1. Транспорт веществ через оболочку клетки, который идет с затратой энергии АТФ.
2. Транспорт веществ через оболочку клетки, который идет без использования энергии АТФ.
3. Захват плазматической мембраной капель жидкости и втягивание их внутрь клетки.
4. Захват плазматической мембраной твердых частиц и втягивание их внутрь клетки.

Тест 8. Какой вид транспорта наблюдается при поступлении воды в клетку в процессе деплазмолиза?

1. Активный транспорт.
2. Диффузия.
3. Осмос.
4. Все вышеперечисленные виды транспорта.

Тест 9. Что такое плазмолиз?

1. Отставание клеточной мембраны от клеточной стенки в результате выхода воды из клетки.
2. Тургорное состояние клеточной оболочки в результате поступление воды в клетку.
3. Гибель клетки в результате выхода воды.
4. Гибель клетки в результате избыточного поступления воды.

Тест 10. Что такое осмос?

1. Движение молекул растворенного вещества через полупроницаемую мембрану.
2. Движение молекул растворителя через полупроницаемую мембрану.
3. Транспорт веществ через оболочку клетки, который идет с затратой энергии АТФ.
4. Захват плазматической мембраной капель жидкости и втягивание их внутрь клетки.

Урок 4. ЯДРО КЛЕТКИ. ПРОКАРИОТЫ И ЭУКАРИОТЫ

Задачи. Продолжить изучение клеточного уровня организации жизни. Рассмотреть особенности строения и выполняемые функции ядра клетки. Продолжить формирование эволюционных представлений о развитии органического мира и его делении на прокариотические и эукариотические организмы. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Органоиды клетки».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, фрагменты фильма «Клетка», диафильма «Клетка и ее органоиды».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Оболочка и органоиды растительной клетки, их функции.
2. Оболочка и органоиды животной клетки, их функции.
3. Чем растительная клетка отличается от животной?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильма, диафильма, кодограммы.

Строение и функции ядра клетки. Большинство клеток имеет одно ядро, но встречаются и многоядерные клетки (у ряда простейших). Число ядер может достигать нескольких десятков. Некоторые высокоспециализированные клетки утрачивают ядро (эритроциты млекопитающих и клетки ситовидных трубок у покрытосеменных растений).

Форма и размер ядер клеток разнообразны. Обычно ядро имеет диаметр от 3 до 10 мкм. Главными функциями ядра являются: хранение генетической информации и передача ее дочерним клеткам в процессе деления, а также контроль жизнедеятельности клетки путем регуляции синтеза различных белков.

В состав ядра входят: ядерная оболочка, кариоплазма (нуклеоплазма, ядерный сок), хроматин, ядрышки. Ядро отгра-

ничено от остальной цитоплазмы *ядерной оболочкой*, состоящей из двух мембран типичного строения. Между мембранами имеется узкая щель, заполненная полужидким веществом. В некоторых местах обе мембраны сливаются друг с другом, образуя ядерные поры, через которые происходит обмен веществ между ядром и цитоплазмой. Наружная ядерная мембрана со стороны, обращенной в цитоплазму, покрыта рибосомами, придающими ей шероховатость, внутренняя мембрана гладкая. Ядерная оболочка — часть мембранной системы клетки. Выросты внешней ядерной мембраны соединяются с каналами эндоплазматической сети, образуя единую систему сообщающихся каналов.

Кариоплазма — внутреннее содержимое ядра, в котором располагаются хроматин и одно или несколько ядрышек. В состав ядерного сока входят различные белки (в том числе ферменты ядра), свободные нуклеотиды.

Ядрышко представляет собой округлое плотное тельце, погруженное в ядерный сок. Количество ядрышек зависит от функционального состояния ядра и может колебаться от 1 до 5–7 и более (даже в одной и той же клетке). Ядрышки обнаруживаются только в неделящихся ядрах, во время митоза они исчезают, а после завершения деления возникают вновь. Ядрышко не является самостоятельной структурой ядра. Оно образуется в результате концентрации в определенном участке кариоплазмы участков хромосом, несущих информацию о структуре рРНК. Они содержат многочисленные копии генов, кодирующих рРНК. Поскольку в ядрышке интенсивно идет процесс синтеза рРНК и формирование субъединиц рибосом, можно говорить, что ядрышко — это скопление рРНК и рибосомальных субъединиц на разных этапах формирования.

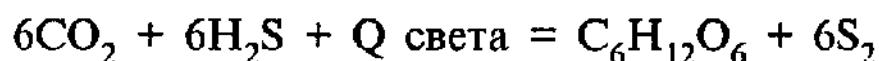
Хроматином называют глыбки, гранулы и сетевидные структуры ядра, интенсивно окрашивающиеся некоторыми красителями и отличающиеся по форме от ядрышка. Хроматин представляет собой молекулы ДНК, связанные с белками — гистонами. В зависимости от степени спирализации различают: *эухроматин* — деспирализованные (раскрученные) участки хроматина, имеющие вид тонких, неразличимых при световой микроскопии нитей, слабо окрашивающихся и генетически активных; *гетерохроматин* — спирализованные и уплотненные участки хрома-

тина, имеющие вид глыбок или гранул, интенсивно окрашивающихся и генетически не активных.

Хроматин представляет собой форму существования генетического материала в неделящихся клетках и обеспечивает возможность удвоения и реализации заключенной в нем информации.

Прокариоты и эукариоты. Первые организмы, появившиеся 3,0—3,5 млрд. лет назад, жили в бескислородных условиях, были анаэробными гетеротрофами. Они использовали органические вещества абиогенного происхождения в качестве питательных веществ, энергию получали за счет бескислородного окисления и брожения.

Замечательным событием стало появление процесса фотосинтеза, когда для синтеза органических веществ стала использоваться энергия солнечного света. Бактериальный фотосинтез на первых этапах не сопровождался выделением кислорода (первые *фотоавтотрофы*, используют углекислый газ как источник углерода и H_2S как источник водорода).



Позже, у *сине-зеленых*, появляется фотосистема, способная расщеплять воду и использовать ее молекулы в качестве доноров водорода. Начинается фотолиз воды, при котором происходит выделение кислорода. Фотосинтез сине-зеленых сопровождается накоплением кислорода в атмосфере и образованием озонового экрана. Кислород в атмосфере остановил процесс абиогенного синтеза органических соединений, но привел к появлению энергетически более выгодного процесса — дыхания. Появляются *аэробные бактерии*, у которых продукты гликолиза подвергаются дальнейшему окислению с помощью кислорода до углекислого газа и воды.

Симбиоз большой анаэробной клетки (вероятно, относящейся к архебактериям и сохранившей ферменты гликолитического окисления) с аэробными бактериями оказался взаимовыгодным, причем аэробные бактерии со временем утратили самостоятельность и превратились в митохондрии.

Потеря самостоятельности связана с утратой части генов, которые перешли в хромосомный аппарат клетки-хо-

зяина. Но все же митохондрии сохранили собственный белоксинтезирующий аппарат и способность к размножению.

Важным этапом в эволюции клетки стало появление эукариот, при котором произошло обособление ядра, отделение генетического аппарата клетки от реакций обмена веществ.

Различные способы гетеротрофного питания привели к формированию царства Грибов и царства Животных. У грибов в клеточной стенке присутствует хитин, запасные питательные вещества откладываются в форме гликогена, продуктом метаболизма белков является мочеви́на.

Симбиоз с цианобактериями привел к появлению хлоропластов. Хлоропласты также утратили часть генов и являются полуавтономными органоидами, способными к самовоспроизведению. Их появление привело к развитию по пути с автотрофным типом обмена веществ и обособлению части организмов в царство Растений. Для растений характерным веществом клеточной стенки является клетчатка, запасное вещество откладывается в форме крахмала, характерно наличие крупных вакуолей, и у высших растений в клеточном центре отсутствуют центриоли.

В пользу симбиотического происхождения митохондрий и хлоропластов говорят многие факты. Во-первых, их генетический материал представлен одной кольцевой молекулой ДНК (как и у прокариот), во-вторых, их рибосомы по массе, по строению рРНК и рибосомальных белков близки к таковым у аэробных бактерий и сине-зеленых. В-третьих, они размножаются, как прокариоты, и, наконец, механизмы белкового синтеза в митохондриях и бактериях чувствительны к одним антибиотикам (стрептомицину), а циклогексимид блокирует синтез белка в цитоплазме. Кроме того, известен один вид амёб, которые не имеют митохондрий и живут в симбиозе с аэробными бактериями, а в клетках некоторых растений обнаружены цианобактерии (сине-зеленые), сходные по строению с хлоропластами.

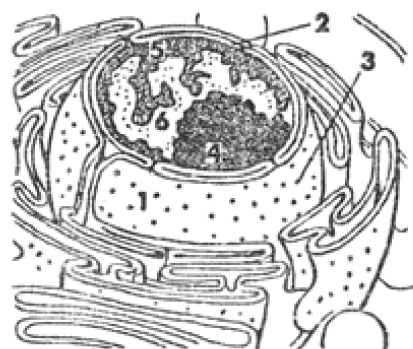
Дальнейшая эволюция привела к обособлению и сохранению двух империй — Доклеточные и Клеточные. Доклеточные объединены в царство Вирусы, Клеточные в два надцарства: Прокариоты (доядерные) и Эукариоты (ядерные). Прокариоты входят в царство Дробянок и

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Ядро. Эукариоты и прокариоты.

§ 9

Строение и функции ядра (от 3 до 10 мкм)



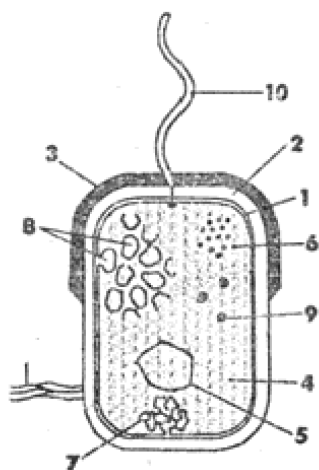
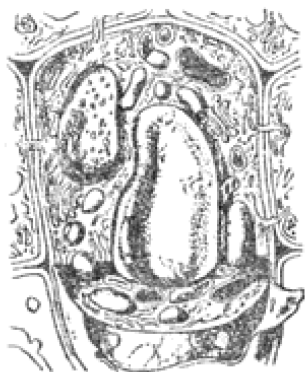
- 1 — наружная мембрана;
- 2 — внутренняя мембрана;
- 3 — ядерные поры.
- В ядерном соке:
- 4 — ядрышко (до 10);
- 5 — гетерохроматин;
- 6 — эухроматин (экспрессируемый).

Хроматин — раскрученные хромосомы. Хромосома — ДНК + белки (до 65%).

Функции:

1. Хранение наследственной информации.
2. Регуляция обмена веществ в клетке.
3. Синтез субъединиц рибосом из РНК и белков.

Эукариоты, прокариоты



Империя Клеточные:

Надцарство Эукариоты:

Царство Растения: целлюлоза в клеточной стенке, пластиды, вакуоль, у высших нет центриолей, крахмал.

Царство Животные.

Царство Грибы: хитин в клеточной стенке, вакуоль, гликоген, нет пластид.

Надцарство Прокариоты (1—10 мкм):

Царство Дробянки: подцарства — Архебактерии, Эубактерии, Сине-зеленые. У некоторых фотосинтез.

Клеточная стенка (муреин), жгутики без мембран, хромосома одна (кольцевая), мезосомы. Рибосомы 70S. Нет ядра, митохондрий, хлоропластов, ЭПС, комплекса Гольджи.

разделены на три подцарства: самые древние относятся к подцарству Архебактерий, другая группа бактерий относится к подцарству Эубактерий, и в подцарство Сине-зеленых объединяются прокариоты, способные при фотосинтезе выделять кислород.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какие органоиды имеют снаружи одну мембрану?
2. Какие органоиды имеют снаружи две мембраны?
3. Какие немембранные органоиды вам известны?
4. Какой органоид получил название «экспортная система клетки»? Здесь происходит накопление, модификация и осуществляется вывод веществ из клетки. Здесь же образуются лизосомы.
5. Какие органоиды обеспечивают биосинтез белков цитоплазмы клетки?
6. Какие органоиды отвечают за обеспечение клетки энергией, получили название «органойды дыхания»?
7. Какие органоиды отвечают за расщепление сложных органических молекул до мономеров, даже пищевых частиц, попавших в клетку путем фагоцитоза?
8. Какие органоиды отсутствуют в клетках высших растений?
9. Какой органоид отвечает за образование цитоскелета?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 7. «Органоиды клетки»

****Тест 1.** Укажите одномембранные органоиды клетки:

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1. Рибосомы. | 6. Лизосомы. |
| 2. Комплекс Гольджи. | 7. ЭПС. |
| 3. Митохондрии. | 8. Миофибриллы из актина и миозина. |
| 4. Хлоропласты. | 9. Реснички и жгутики эукариот. |
| 5. Цитоскелет. | 10. Клеточный центр. |

****Тест 2.** Укажите двухмембранные органоиды клетки:

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1. Рибосомы. | 6. Лизосомы. |
| 2. Комплекс Гольджи. | 7. ЭПС. |
| 3. Митохондрии. | 8. Миофибриллы из актина и миозина. |
| 4. Хлоропласты. | 9. Реснички и жгутики эукариот. |
| 5. Цитоскелет. | 10. Клеточный центр. |

****Тест 3.** Укажите немембранные органоиды клетки:

- | | |
|----------------------|-------------------------------------|
| 1. Рибосомы. | 6. Лизосомы. |
| 2. Комплекс Гольджи. | 7. ЭПС. |
| 3. Митохондрии. | 8. Миофибриллы из актина и миозина. |
| 4. Хлоропласты. | 9. Реснички и жгутики эукариот. |
| 5. Цитоскелет. | 10. Клеточный центр. |

Тест 4. Какой органоид получил название «экспортная система клетки»? Здесь происходит накопление, модификация и осуществляется вывод веществ из клетки. Здесь же образуются лизосомы.

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. ЭПС. | 3. Клеточный центр. |
| 2. Комплекс Гольджи. | 4. Митохондрии. |

Тест 5. Какие органоиды обеспечивают биосинтез белков цитоплазмы клетки?

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Митохондрии. | 3. Комплекс Гольджи. |
| 2. Хлоропласты. | 4. Рибосомы. |

Тест 6. Какие органоиды отвечают за обеспечение клетки энергией, получили название «органомиды дыхания»?

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Митохондрии. | 3. Комплекс Гольджи. |
| 2. Хлоропласты. | 4. Рибосомы. |

Тест 7. Какие органоиды отвечают за расщепление сложных органических молекул до мономеров, даже пищевых частиц, попавших в клетку путем фагоцитоза?

- | | |
|--------------|----------------------|
| 1. Лизосомы. | 3. ЭПС. |
| 2. Рибосомы. | 4. Комплекс Гольджи. |

Тест 8. Какие органоиды отсутствуют в клетках высших растений?

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Митохондрии. | 3. Комплекс Гольджи. |
| 2. Хлоропласты. | 4. Центриоли. |

Тест 9. Какой органоид отвечает за образование цитоскелета?

- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1. Комплекс Гольджи. | 3. ЭПС. |
| 2. Клеточный центр. | 4. Миофибриллы. |

Тест 10. Какие органоиды способны преобразовывать энергию солнечного света в энергию химических связей образованного органического вещества?

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Митохондрии. | 3. Лизосомы. |
| 2. Хлоропласты. | 4. Комплекс Гольджи. |

Урок 5. ВИРУСЫ

Задачи. Рассмотреть особенности строения, жизнедеятельности вирусов и их значение в природе и для человека. Дать характеристику ВИЧ-инфекции. Продолжить формирование эволюционных представлений о развитии органического мира и появлении неклеточных форм жизни. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Ядро клетки. Прокариоты и эукариоты». Сообщить о проведении зачета на следующем уроке.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, фрагменты фильма «Иммунитет», слайды «Клетка».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин

1. Каким образом строение ядра связано с выполняемыми функциями?
2. В чем отличия прокариот от эукариот?
3. В чем сходство прокариот и эукариот?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильма, диафильма, кодограммы.

Характеристика вирусов. Вирусы были открыты в 1892 г. русским ученым-ботаником Д. И. Ивановским при изучении мозаичной болезни табака (пятнистость листьев). Вирусы представляют собой неклеточные формы жизни. Они занимают промежуточное положение между живой и неживой материей, так как совмещают в себе признаки живых организмов и тел неживой природы.

Вирусы проявляют признаки жизни только в клетке. Это внутриклеточные паразиты. Причем в отличие от других паразитов они являются ультрапаразитами, так как паразитируют на генетическом уровне. Наиболее вероятно, что вирусы возникли в результате деградации клеточных организмов. Вероятно, вирусы можно рассматривать как группу генов, вышедших из-под контроля генома клетки.

Вирусы представляют собой нуклеопротеины, т. е. состоят из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белков, образующих оболочку вокруг нуклеиновой кислоты. У некоторых вирусов можно обнаружить липиды и углеводы.

Размеры вирусов колеблются от 10 до 300 нм. Форма вирусов разнообразна: шаровидная, палочковидная, нитевидная, цилиндрическая и др. Вирусы могут существовать в двух формах: в форме нуклеиновой кислоты, когда находятся в клетке-хозяине, в свободной форме, когда находятся вне клетки-хозяина. Эту форму существования называют *вирионом*.

Вирусы содержат всегда один тип нуклеиновой кислоты — либо ДНК, либо РНК, причем обе нуклеиновые кислоты могут быть как одноцепочечными, так и двухцепочечными, как линейными, так и кольцевыми.

Капсид представляет собой оболочку вируса, образованную белковыми субъединицами, уложенными строго определенным образом. Капсид выполняет прежде всего защитную функцию. Он защищает нуклеиновую кислоту вируса от различных воздействий, в первую очередь от действия многочисленных нуклеаз. Кроме того, капсид обеспечивает осаждение вируса на поверхности клеточных мембран, так как содержит рецепторы, комплементарные рецепторам мембран клеток. Рецепторный механизм проникновения вируса в клетку обеспечивает специфичность вирусов: они поражают строго определенный круг хозяев.

Суперкапсид характерен для сложноорганизованных вирусов (вирусы ВИЧ, гриппа, герпеса). Возникает во время выхода вируса из клетки-хозяина. Он представляет собой модифицированный участок ядерной или наружной цитоплазматической мембраны клетки-хозяина.

Только внедряясь в клетку-хозяина, вирус может воспроизводить себе подобных, он подавляет процессы транскрипции и трансляции веществ, необходимых самой клетке, и «заставляет» ее ферментные системы осуществлять репликацию своей нуклеиновой кислоты и биосинтез белков вирусных оболочек. После сборки вирусных частиц клетка либо погибает, либо продолжает существовать и производить новые поколения вирусных частиц.

Цикл репродукции вируса складывается из нескольких стадий. *Осаждение вируса* на поверхность мембраны клет-

ки. Возможно в том случае, если рецепторы клеточных мембран и капсида вируса комплементарны. *Проникновение вируса в клетку.* Многие вирусы проникают в клетку путем эндоцитоза. Образуется впячивание наружной цитоплазматической мембраны, и вирус оказывается в цитоплазме клетки. Ферменты лизосом разрушают капсид вируса, и его нуклеиновая кислота освобождается. Некоторые вирусы проникают в клетку путем слияния мембран клеток и вирусов. Проникновение фагов происходит за счет частичного разрушения оболочки клетки фаговым лизоцимом. ДНК вируса проникает в клетку после сократительной реакции отростка фага.

Синтез компонентов вируса осуществляется в несколько этапов. *Подготовительный.* На этом этапе происходит подавление функционирования генетического аппарата клетки, прекращается синтез белков и нуклеиновых кислот клетки, белоксинтезирующий аппарат клетки переводится под контроль генома вируса.

Репликация нуклеиновой кислоты вируса. Поскольку генетический аппарат вирусов разнообразен, механизмы репликации различны. У двухцепочечных ДНК-геномных вирусов репликация происходит так же, как у всех живых организмов. У одноцепочечных ДНК-геномных вирусов сначала синтезируется вторая комплементарная цепь ДНК, а затем репликация идет, как у двухцепочечных ДНК-геномных вирусов.

У одноцепочечных РНК-геномных вирусов обнаружен фермент РНК-зависимая-ДНК-полимераза, с помощью которой осуществляется обратная транскрипция, то есть на матрице РНК синтезируется молекула ДНК. Затем происходит репликация синтезированной одноцепочечной ДНК (образуется двухцепочечная ДНК), и на матрице этой ДНК-копии реплицируются молекулы РНК вируса. У двухцепочечных РНК-геномных вирусов после образования РНК полимеразы репликация двухцепочечной РНК происходит обычным способом.

Синтез белков капсида. Биосинтез белков капсида вируса начинается позже репликации, причем используется белоксинтезирующий аппарат клетки-хозяина. Затем происходит *самосборка* вирусных частиц и *выход вирусов из клетки*. Чаще всего происходит в результате разрушения

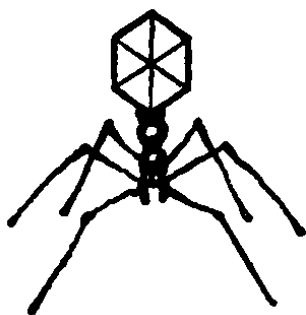
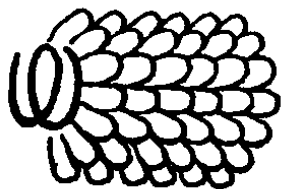
клетки вирусным лизоцимом. Сложноорганизованные вирусы выходят из клетки путем почкования. при этом они приобретают суперкапсид.

Некоторые вирусы (бактериофаги) являются паразитами бактерий. Они способны проникать в бактериальную клетку и разрушать ее. Бактериофаг состоит из головки, хвостика и хвостовых отростков, с помощью которых он осаждается на оболочке бактерий. В головке содержится ДНК. Фаг частично растворяет клеточную стенку и мембрану бактерии и за счет сократительной реакции хвостика впрыскивает свою ДНК в ее клетку.

Вирусы способны поражать большинство существующих живых организмов, вызывая различные заболевания. К числу вирусных заболеваний человека относятся, например, СПИД, оспа, бешенство. Вирус иммунодефицита человека внедряется в чувствительные клетки. Основные клетки-мишени — CD₄-лимфоциты (хелперы), так как на их поверхности есть рецепторы, способные связываться с поверхностным белком ВИЧ. Кроме того, ВИЧ проникает в ЦНС, поражая нервные клетки и клетки нейроглии, в клетки кишечника. Иммунная система организма человека утрачивает свои защитные свойства и оказывается не в состоянии противостоять возбудителям различных инфекций. Средняя продолжительность жизни инфицированного человека составляет 7—10 лет.

Возбудитель СПИДа — вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) — относится к ретровирусам. Вирион имеет сферическую форму, диаметром 100—150 нм. Наружная оболочка вируса состоит из мембраны, образованной из клеточной мембраны клетки-хозяина, закрепленной на каркасе из белковых молекул. В мембрану встроены рецепторные образования, по виду напоминающие грибы. Под наружной оболочкой располагается сердцевина вируса, которая имеет форму усеченного конуса и образована особыми белками. Внутри сердцевины располагаются две молекулы вирусной РНК, связанные с низкомолекулярными белками основного характера. Каждая молекула РНК содержит 9 генов ВИЧ и фермент-обратную транскриптазу, осуществляющую синтез вирусной ДНК с молекулы вирусной РНК. Гены содержат информацию, необходимую для продукции белков, которые управляют способностью вируса инфици-

Приложение 1. Кодограмма к уроку

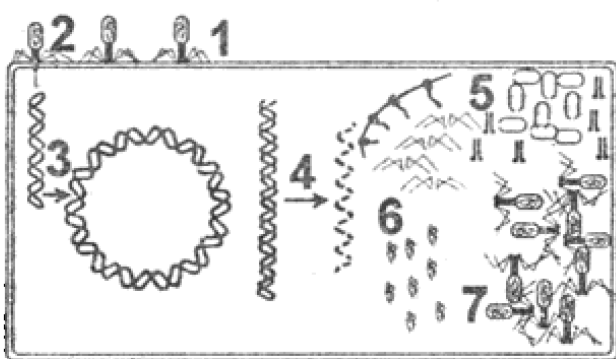
Тема: Вирусы.**§ 59, 6—9****Характеристика вирусов**

Империя Доклеточные, царство Вирусы. Впервые в 1892 г. Д. И. Ивановский обратил внимание на возбудителя, проходящего через бактериальные фильтры (ВТМ).

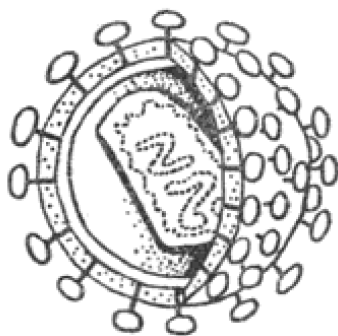
У человека вызывают заболевания: СПИД, грипп, бешенство, оспу, энцефалит, гепатит, корь, краснуху и др.

Строение. 20—2000 нм; из НК — всегда только или ДНК, или РНК, которые могут быть как двунитчатыми, так и одонитчатыми. Бактериофаг: головка (содержит ДНК), хвостик, хвостовые отростки.

У простых вирусов — оболочка из белков — капсид. У сложных — может быть еще и мембрана клетки хозяина. Органоиды отсутствуют.



Отсутствует собственная белоксинтезирующая система; вводят в клетку НК, которая способна встраиваться в ДНК клетки хозяина; реплицироваться; служить матрицей для синтеза иРНК, с которой образуются вирусные белки. Затем самосборка и выход.



ВИЧ поражает Т-лимфоциты — хелперы. Заражение: половые контакты, переливание крови, пересадка органов, загрязненные инструменты.

ровать клетку, реплицироваться и вызывать заболевание. Источником заражения служит человек — носитель вируса иммунодефицита. Это может быть больной с различными проявлениями болезни или человек, не имеющий признаков заболевания (бессимптомный вирусоноситель). СПИД передается только от человека к человеку: половым путем, через кровь и ткани, содержащие вирус иммунодефицита, от матери к плоду.

Зарепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Подготовиться к зачету.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какие организмы относятся к прокариотам?
2. Какие организмы относятся к эукариотам?
3. Как называется активная форма хроматина?
4. Каковы основные функции ядра?
5. Какова функция ядрышек?
6. У каких растений отсутствуют центриоли в клеточном центре?
7. Какие вещества характерны для клеточной стенки грибов?
8. Какие вещества характерны для клеточной стенки бактерий?
9. Какие органоиды отсутствуют у прокариот?
10. Какие органоиды считаются симбионтами клетки?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 8. «Ядро. Эукариоты, прокариоты»

Тест 1. Какие организмы относятся к прокариотам?

- | | |
|--------------|------------------|
| 1. Вирусы. | 4. Сине-зеленые. |
| 2. Грибы. | 5. Животные. |
| 3. Растения. | |

****Тест 2.** Какие организмы относятся к эукариотам?

- | | |
|----------------|------------------|
| 1. Грибы. | 4. Сине-зеленые. |
| 2. Эубактерии. | 5. Животные. |
| 3. Растения. | |

****Тест 3. Какие суждения верны?**

1. Гетерохроматин — активная форма хроматина.
2. В ядрышках синтезируются субъединицы рибосом.
3. Ядро — двумембранный органоид.
4. В ядре происходит синтез белков.

****Тест 4. Какие суждения верны?**

1. Высшие растения не имеют центриолей.
2. Основное запасное вещество у растений крахмал.
3. Для клеток растений характерны хлоропласты.
4. У растений нет митохондрий.

****Тест 5. Какие суждения верны?**

1. Для клеточной стенки растений характерна целлюлоза.
2. Для клеток растений характерны крупные вакуоли.
3. Царство Растения входит в надцарство Клеточные.
4. У водорослей в клеточном центре есть центриоли.

****Тест 6. Какие суждения верны?**

1. Грибы относятся к эукариотам.
2. Грибы относятся к царству Растения.
3. В состав клеточной стенки грибов входит хитин.
4. Основное запасное вещество грибов — крахмал.

****Тест 7. Какие суждения верны?**

1. В клетках грибов хлоропласты отсутствуют.
2. Для клеток грибов характерны вакуоли.
3. В состав клеточной стенки грибов входит целлюлоза.
4. Грибы относятся к эукариотам.

****Тест 8. Какие органоиды считаются симбионтами эукариотической клетки?**

1. Рибосомы.
2. Комплекс Гольджи.
3. Митохондрии.
4. Пластиды.

****Тест 9. Какие органоиды отсутствуют у прокариот?**

- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. Митохондрии. | 3. Ядро. |
| 2. Пластиды. | 4. Рибосомы. |

****Тест 10. Какие суждения верны?**

1. Прокариоты имеют кольцевую ДНК.
2. Прокариоты имеют одну линейную хромосому.
3. Бактерии имеют 70S рибосомы.
4. Бактерии имеют 80S рибосомы.

Урок 6. ЗАЧЕТ ПО МАТЕРИАЛАМ ГЛАВЫ «СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ КЛЕТКИ»

Задачи. Обобщить фактический и теоретический материал по строению и функциям органоидов эукариотических клеток, классификации клеточных и неклеточных форм жизни. Проверить усвоение конкретного фактического материала, углубить и расширить знания учащихся.

Оборудование. Демонстрационное оборудование, фильмы, подготовленные рефераты учащихся, газеты, бюллетени.

Ход урока:

Письменная проверочная работа (30 мин.).

Тесты и вопросы к зачету вывешиваются за неделю. Предлагаются темы рефератов, газет.

На зачете будут эти же тесты, но в другом порядке и похожие вопросы. Учитель раздает листочки с вопросами на каждый стол, класс делится на два варианта, каждому варианту предлагается 10 тестов (1—10, 11—20, 21—30) и один из теоретических вопросов. У следующего класса будут другие тесты и другие теоретические вопросы.

Тесты и вопросы к зачету по теме «Структура и функции клетки»

1. Когда и кем были созданы первые два положения клеточной теории?
2. Кто доказал, что новые клетки образуются путем деления материнской клетки?
3. Кто показал, что клетка является единицей развития?
4. Чем образована плазмалемма?
5. Из каких слоев состоит оболочка животной клетки? Растительной клетки?
6. Перечислите функции клеточной оболочки.
7. Виды транспорта через клеточную мембрану.
8. Что такое фагоцитоз? Пиноцитоз?
9. В каком участке клетки образуются рибосомы?
10. Каковы функции рибосом?
11. Каков коэффициент осаждения прокариотических рибосом? Эукариотических?

12. Какие виды эндоплазматической сети вам известны? Их функции?
13. Какие функции выполняет комплекс Гольджи?
14. Какие функции выполняют лизосомы?
15. Какие органоиды клетки называют органоидами дыхания?
16. Как происходят взаимопревращения пластид?
17. Как называется внутренняя среда митохондрий? Пластид?
18. Чем образованы центриоли клеточного центра?
19. Какие эукариоты не имеют центриолей?
20. Функции клеточного центра.
21. Перечислите органоиды движения клетки.
22. Перечислите одномембранные органоиды клетки.
23. Перечислите двухмембранные органоиды клетки.
24. Перечислите немембранные органоиды клетки.
25. В каких клеточных органоидах имеется ДНК?
26. Каковы функции ядра?
27. Какие органоиды отсутствуют в растительной клетке?
28. Какое вещество характерно для стенок растительных клеток?
29. Какие органоиды отсутствуют в животной клетке?
30. Какие органоиды считаются симбионтами эукариотической клетки?
31. Какие клеточные органоиды способны к самоудвоению?
32. Классификация эукариот.
33. Какое вещество характерно для стенок клеток грибов?
34. Какое запасное вещество характерно для клеток грибов?
35. Классификация прокариот.
36. Какие органоиды отсутствуют у прокариот?
37. Какое вещество характерно для стенок бактериальных клеток?
38. Как происходит размножение прокариот?
39. В какой форме находится генетический материал у эукариотической клетки?
40. В какой форме находится генетический материал у прокариотической клетки?

Теоретические вопросы:

1. История создания клеточной теории.
2. Строение и функции клеточной оболочки.
3. Характеристика двухмембранных органоидов.
4. Одномембранные органоиды, строение и функции.
5. Прокариоты, особенности строения.
6. Вирусы, строение и жизнедеятельность. ВИЧ.

Зачет по теме «Структура и функции клетки»

1. Перечислите немембранные органоиды клетки.
2. Какие эукариоты не имеют центриолей?
3. Чем образована плазмалемма?
4. Из каких слоев состоит оболочка животной клетки? Растительной клетки?
5. Какие органоиды отсутствуют у прокариот?
6. Какое вещество характерно для стенок растительных клеток?
7. Функции клеточного центра.
8. Виды транспорта через клеточную мембрану.
9. Какое запасное вещество характерно для клеток грибов?
10. Каковы функции рибосом?
11. Когда и кем были созданы первые два положения клеточной теории?
12. Перечислите двухмембранные органоиды клетки.
13. Перечислите функции клеточной оболочки.
14. Каков коэффициент осаждения прокариотических рибосом? Эукариотических?
15. Какие функции выполняют лизосомы?
16. В какой форме находится генетический материал у прокариотической клетки?
17. Какие органоиды отсутствуют в животной клетке?
18. Как называется внутренняя среда митохондрий? Пластид?
19. Какое вещество характерно для стенок бактериальных клеток?
20. Чем образованы центриоли клеточного центра?
21. Кто показал, что клетка является единицей развития?
22. Перечислите органоиды движения клетки.
23. Перечислите одномембранные органоиды клетки.
24. В каких клеточных органоидах имеется ДНК?
25. Каковы функции ядра?
26. Что такое фагоцитоз? Пиноцитоз?
27. Какие органоиды отсутствуют в растительной клетке?
28. Как происходит размножение прокариот?
29. Какие виды эндоплазматической сети вам известны? Их функции?
30. Какие органоиды считаются симбионтами эукариотической клетки?
31. Кто доказал, что новые клетки образуются путем деления материнской клетки?
32. Какие клеточные органоиды способны к самоудвоению?

33. Классификация эукариот.
34. Какое вещество характерно для стенок клеток грибов?
35. В каком участке клетки образуются рибосомы?
36. Какие функции выполняет комплекс Гольджи?
37. Как происходят взаимопревращения пластид?
38. Классификация прокариот.
39. Какие органоиды клетки называют органоидами дыхания?
40. В какой форме находится генетический материал у эукариотической клетки?

Теоретические вопросы:

1. История создания клеточной теории.
2. Строение и функции клеточной оболочки.
3. Характеристика двухмембранных органоидов.
4. Одномембранные органоиды, строение и функции.
5. Прокариоты, особенности строения.
6. Вирусы, строение и жизнедеятельность. ВИЧ.

Просмотр фильмов, заслушивание рефератов с целью углубления знаний по этому разделу (10 мин.).

Темы для рефератов: «Происхождение эукариотической клетки», «ВИЧ», «Клетка и вирус», «Как устроены вирусы», «Транспорт веществ в клетку», «Бактерии и их значение» и др.

Главы 3, 4. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Материалы глав формируют знания о важнейших реакциях *пластического* обмена: о фотосинтезе, о генетическом коде и биосинтезе белка, о реакциях *энергетического* обмена, обеспечивающих организмы энергией.

Распределение материала по урокам:

1-й урок. Фотосинтез.

2-й урок. Бескислородное окисление.

3-й урок. Кислородное окисление.

4-й урок. Генетическая информация. Репликация ДНК.

5-й урок. Генетический код. Транскрипция.

6-й урок. Трансляция.

7-й урок. Регуляция биосинтеза. Генная и клеточная инженерия.

8-й урок. Зачет.

Урок 1. ФОТОСИНТЕЗ

Задачи. Сформировать знания о реакциях пластического и энергетического обменов и их взаимосвязи; вспомнить особенности строения хлоропластов.

Дать характеристику реакциям световой фазы фотосинтеза, протекающих в тилакоидах гран, во время которых происходит использование энергии солнечного света, фотолиз воды с образованием O_2 , АТФ, НАДФ· H_2 .

Дать характеристику реакциям цикла Кальвина, протекающим в строме хлоропластов.

Показать значение фотосинтеза как процесса, обеспечивающего синтез органических веществ, поглощение CO_2 и выделение O_2 в атмосферу.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма.

Ход урока:

Повторение. Анализ зачета, выставление оценок (5—7 минут).

Изучение нового материала. Объяснение с помощью кодограмм.

Обмен веществ. Световая фаза фотосинтеза. Важнейшее свойство живых организмов — *обмен веществ*. Любой живой организм — *открытая система*, которая потребляет из окружающей среды различные вещества и использует их в качестве строительного материала или как источник энергии, выделяя в окружающую среду продукты жизнедеятельности и энергию.

Совокупность реакций обмена веществ, протекающих в организме, называется *метаболизмом*, состоящим из взаимосвязанных реакций *ассимиляции* (пластического обмена, анаболизма) и реакций *диссимиляции* (энергетического обмена, катаболизма). Ассимиляция — совокупность реакций *биосинтеза*, протекающих в клетке, диссимиляция — совокупность реакций *распада и окисления* высокомолекулярных веществ, идущих с выделением энергии. Эти две группы реакций *взаимосвязаны*, реакции биосинтеза невозможны без энергии, которая выделяется в реакциях энергетического обмена, реакции диссимиляции не идут без ферментов, образующихся в реакциях пластического обмена.

Для поддержания различных процессов жизнедеятельности (например, для движения, для биосинтеза различных органических соединений), для поглощения веществ организму необходима энергия. Одна группа организмов (фотоавтотрофы) использует *солнечную энергию*, вторая группа (*хемоавтотрофы*) использует энергию, выделяющуюся при окислении *неорганических веществ*, третья группа организмов (*хемогетеротрофы*) окисляет *органические вещества* и использует выделяющуюся при этом энергию. Если организмы в зависимости от условий ведут себя как авто- либо как гетеротрофы, то их называют *миксотрофами*.

Метаболизм авто- и гетеротрофов различается. В качестве источника углерода автотрофы используют неорганические вещества (CO_2), а гетеротрофы — органические. Различны и источники энергии: у автотрофов — энергия солнечного света или энергия, выделяющаяся при окислении неорганических соединений, у гетеротрофов — энергия окисления органических веществ.

Фотосинтез — процесс образования органических веществ из углекислого газа и воды за счет энергии света, при этом выделяется кислород.



Главным органом фотосинтеза является лист, в клетках которого имеются специализированные органоиды, ответственные за фотосинтез, — хлоропласты.

В процессе фотосинтеза различают две фазы: *световую* и *темновую*. *Световая фаза* происходит только на свету в *мембранах тилакоидов*. Тилакоид представляет собой уплощенный мешочек, образованный мембранами, содержащими молекулы хлорофилла, белки цепи переноса электронов и особые ферменты — АТФ-синтетазы.

Молекулы хлорофилла в мембранах тилакоидов организованы в *фотосистемы*, содержащие около 300 молекул. Более древняя фотосистема появилась у фотосинтезирующих бактерий — *фотосистема-1*, она способна отбирать электроны и протоны у сероводорода, при этом не происходит выделения O_2 :



У сине-зеленых водорослей, а затем у всех настоящих растений, кроме фотосистемы-1, появляется *фотосистема-2*, способная разлагать воду с выделением O_2 , способная отбирать электроны у водорода воды:

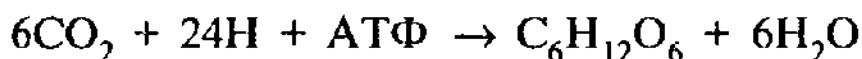


Под действием энергии кванта света электроны хлорофилла возбуждаются, покидают молекулу и попадают на внешнюю сторону мембраны тилакоида, которая в итоге заряжается отрицательно. Окисленные молекулы хлорофилла восстанавливаются, разлагая воду, отбирая электроны у водорода воды с помощью особого фермента, связанного с фотосистемой-2. Кислород при этом удаляется во внешнюю среду, а протоны накапливаются в «протонном резервуаре». Когда разность потенциалов между наружной и внутренней сторонами мембраны тилакоида достигает 200 мВ, срабатывает фермент АТФ-синтетаза, протоны проталкиваются через его канал, и происходит фосфорилирование АДФ до АТФ, а атомарный водород идет на восстановление специфического переносчика НАДФ⁺ до НАДФ·H₂.

Таким образом, в световую фазу происходит фотолиз воды, который сопровождается тремя важнейшими процессами: 1 — образованием кислорода; 2 — образованием АТФ; 3 — образованием НАДФ·H₂.

Темновая фаза фотосинтеза. Темновая фаза протекает в другое время и в другом месте — в строме хлоропласта. Для ее реакций не нужна энергия света. Происходит фиксация углекислого газа, содержащегося в воздухе, причем акцептором углекислого газа является пятиуглеродный сахар рибулозобисфосфат.

Мелвин Кальвин, лауреат Нобелевской премии, показал, как происходит образование углеводов в темновую фазу фотосинтеза. Фермент РиБФ-карбоксилаза (самый распространенный в мире фермент) катализирует реакцию карбоксилирования рибулозобисфосфата с образованием 6-углеродного соединения. Затем происходит цикл реакций, в которых через ряд промежуточных продуктов происходит образование глюкозы. В этих реакциях используется энергия АТФ и НАДФ·Н₂, образованных в световую фазу, цикл этих реакций получил название «цикл Кальвина».



Кроме глюкозы в процессе фотосинтеза образуются другие мономеры сложных органических соединений — аминокислоты, глицерин и жирные кислоты, нуклеотиды.

Благодаря фотосинтезу ежегодно из атмосферы поглощаются миллиарды тонн углекислого газа, выделяются миллиарды тонн кислорода, фотосинтез является основным источником образования органических веществ. Из кислорода образуется озоновый слой, защищающий живые организмы от коротковолновой ультрафиолетовой радиации.

При фотосинтезе зеленый лист использует лишь около 1% падающей на него солнечной энергии, продуктивность составляет около 1 г органического вещества на 1 м² поверхности в час.

Кроме процесса фотосинтеза в листьях протекает и противоположный процесс — дыхание, при котором поглощается кислород и выделяется углекислый газ. Но при фотосинтезе выделяется кислорода в 20—30 раз больше, чем поглощается при дыхании.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

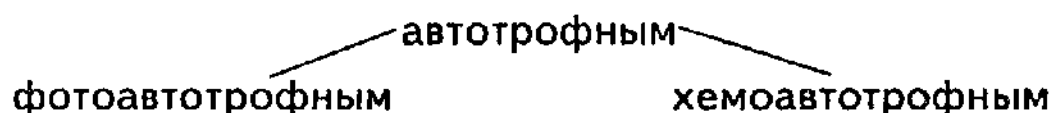
Тема: Обмен веществ.

§ 10

Характеристика метаболизма

Живые организмы — открытые системы, использующие для синтеза органических веществ два вида энергии: солнечную — фототрофы и химическую — хемотрофы.

Если для синтеза используется неорганический источник углерода (CO_2), а в качестве источника энергии либо солнечный свет, либо энергия окисления неорганических соединений, то организмы относят к:



Гетеротрофы используют органические источники углерода и энергию окисления *органических* веществ.

Если организмы в зависимости от условий ведут себя как авто- либо как гетеротрофы, то их называют миксотрофами (эвглена зеленая).

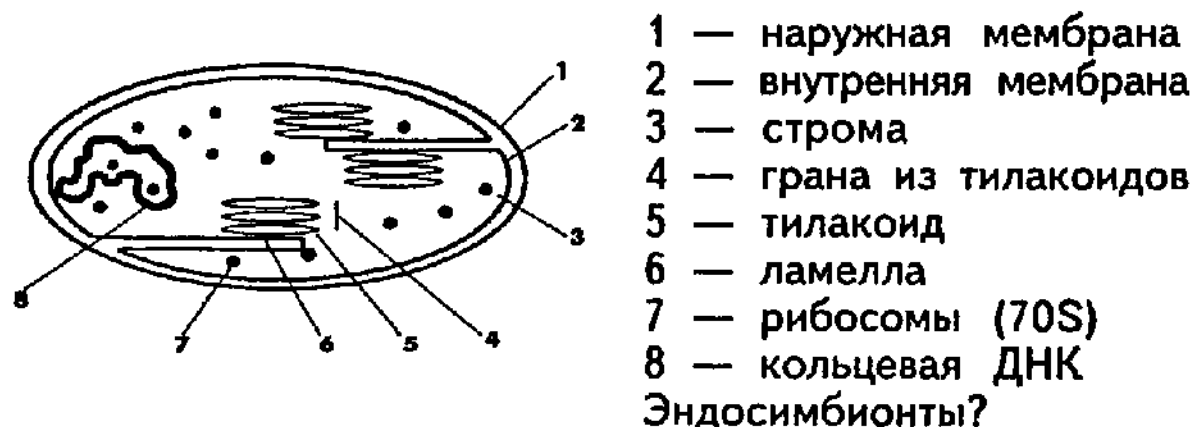
Совокупность реакций обмена веществ — метаболизм, состоит из взаимосвязанных (?) реакций пластического и реакций энергетического обмена.

Фазы фотосинтеза

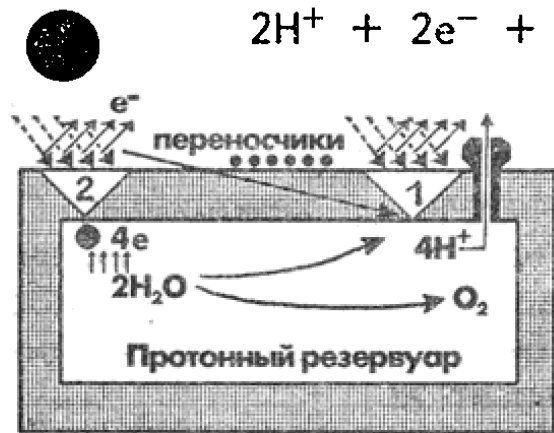
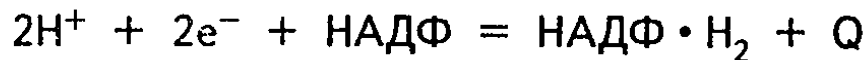
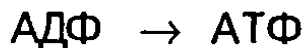
Определение по формуле:



Не рисовать! Строение хлоропласта? Тилакоид? Строма?



Размеры около 5 мкм

Световая фаза:

2 и 1 — фотосистемы.
Только 2 способна отбирать e^- у воды.

Световая фаза, фотолиз воды:

1. Выделение O_2 .
2. Образование $\text{НАДФ} \cdot \text{H}_2$.
3. Образование АТФ.

Фотофосфорилирование АДФ до АТФ АТФ синтетазой.

Темновая фаза:

Протекает в строме хлоропласта, в другое время. Не нужна Q света.

Происходит карбоксилирование пятиуглеродного сахара рибулезобисфосфата, который является акцептором CO_2 . Реакции последовательного образования глюкозы, протекающие за счет энергии АТФ и НАДФH_2 в строме хлоропласта, получили название «цикл Кальвина».

**Хемоавтотрофы (Виноградский С. Н.)**

Образуют органические вещества из неорганических, используя Q, получаемую при окислении.

Нитрифицирующие бактерии: $\text{NH}_3 \rightarrow \text{HNO}_2 \rightarrow \text{HNO}_3$
Железобактерии: $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ (закисное в окисное)

Серобактерии: $\text{H}_2\text{S} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$;
 $\text{H}_2\text{S} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

Урок 2. ГЛИКОЛИЗ

Задачи. Сформировать знания о трех этапах энергетического обмена на примере углеводного обмена, дать характеристику реакциям подготовительного обмена и гликолиза, показать различные пути метаболизма ПВК при недостатке O_2 у растений и животных.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма.

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Какие способы получения энергии вам известны?

2. Световая фаза фотосинтеза.

3. Темновая фаза фотосинтеза.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

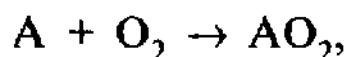
Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью кодограммы.

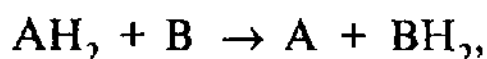
Этапы энергообмена (катаболизма) углеводов. Органические вещества пищи являются основным источником не только *материи*, но и *энергии* для жизнедеятельности клеток организма. При образовании сложных органических молекул была затрачена энергия, потенциально она находится в форме образованных химических связей. В результате реакций энергетического обмена происходит окисление сложных молекул до более простых и разрушение химических связей, при этом происходит высвобождение энергии.

Потеря электронов называется окислением, приобретение — восстановлением, при этом донор электронов окисляется, акцептор восстанавливается.

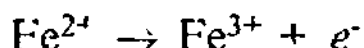
Биологическое окисление в клетках происходит с участием O_2 :



и без его участия, за счет переноса атомов водорода от одного вещества к другому, например, вещество А окисляется за счет вещества В:



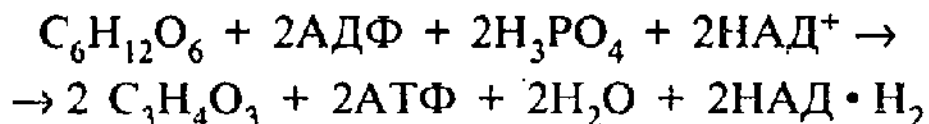
или за счет переноса электронов, например, двухвалентное железо окисляется до трехвалентного:



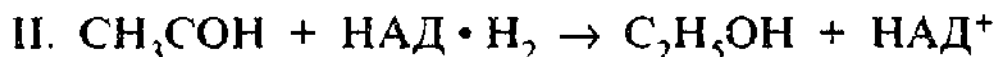
Процесс энергетического обмена можно разделить на три этапа: на первом этапе происходит пищеварение, то есть сложные органические молекулы расщепляются до мономеров, на втором происходит бескислородное окисление этих мономеров — гликолиз, и на последнем этапе происходит окисление с участием кислорода в митохондриях.

Подготовительный этап. Под действием ферментов пищеварительного тракта или ферментов лизосом белковые молекулы расщепляются до аминокислот, жиры — до глицерина и карбоновых кислот, углеводы — до глюкозы, нуклеиновые кислоты — до нуклеотидов. Вся энергия при этом рассеивается в виде тепла.

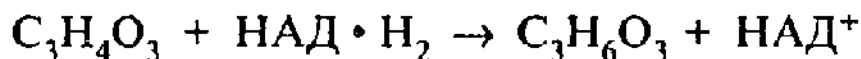
Гликолиз, или бескислородное окисление. Окисление глюкозы в клетках без участия кислорода происходит путем дегидрирования, акцептором H служит кофермент НАД⁺. Реакции протекают в *цитоплазме*, глюкоза с помощью 10 ферментативных реакций превращается в 2 молекулы ПВК — пировиноградной кислоты, при этом суммарно образуется 2 моль АТФ и восстановленная форма переносчика водорода НАД·Н₂ (никотинамидадениндинуклеотид):



Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия O₂ в клетке, если O₂ нет, происходит *анаэробное дыхание*, причем у дрожжей и растений происходит *спиртовое брожение*, при котором сначала происходит образование уксусного альдегида, а затем этилового спирта:



У животных и некоторых бактерий при недостатке O₂ происходит *молочнокислое брожение* с образованием молочной кислоты:



Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

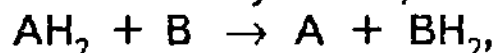
Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Гликолиз.**§ 11****Этапы энергообмена (катаболизма) углеводов**

Биологическое окисление (потеря электронов) в клетках происходит с участием O_2 : $A + O_2 \rightarrow AO_2$,

и без его участия, за счет дегидрирования:



или потери электронов: $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$.

Подготовительный этап

Ферменты пищеварительного тракта и лизосом:

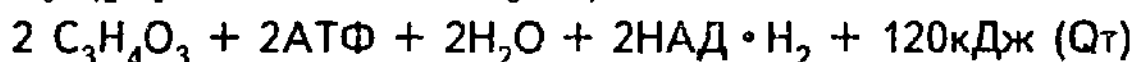
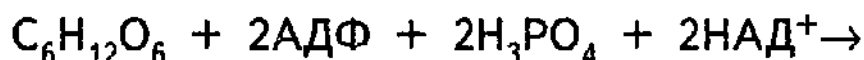
Белки $\rightarrow$? Жиры $\rightarrow$? Углеводы $\rightarrow$? НК $\rightarrow$?

Вся Q в форме тепла.

Гликолиз (?), бескислородное окисление

Окисление глюкозы происходит путем дегидрирования, акцептором H служит $НАД^+$.

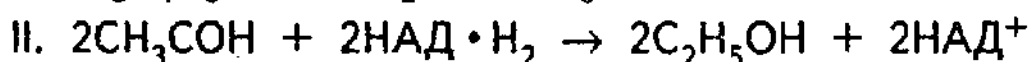
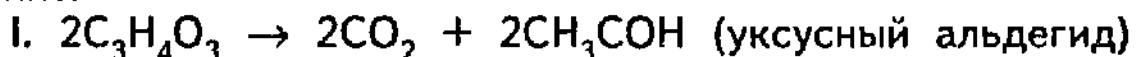
Реакции протекают в цитоплазме, $C_6H_{12}O_6$ с помощью 10 ферментативных реакций превращается в 2 молекулы ПВК — пировиноградной кислоты:



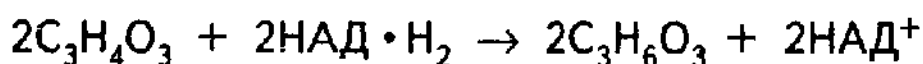
$$Q_{\text{общая}} = Q_{\text{АТФ}} + Q_T = ?$$

Дальнейшая судьба ПВК зависит от присутствия O_2 в клетке. Если O_2 нет, происходит анаэробное дыхание, причем:

а) У дрожжей и растений происходит спиртовое брожение:



б) У животных, некоторых бактерий при недостатке O_2 — молочнокислое брожение:



Если O_2 есть, то происходит аэробное дыхание в митохондриях.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называются организмы, использующие энергию солнечного света и неорганический источник углерода?
2. Как называются организмы, использующие энергию окисления неорганических соединений?
3. Как называются организмы, использующие энергию окисления органических соединений?
4. Запишите общую формулу фотосинтеза.
5. Какими тремя процессами сопровождается фотолиз воды в световую фазу фотосинтеза?
6. Где находятся протонные резервуары в хлоропласте?
7. Где происходят реакции темновой фазы?
8. Что происходит в темновую фазу фотосинтеза?
9. Какое вещество является акцептором CO_2 ?
10. За счет какой энергии происходит образование органических веществ в темновой фазе?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 9. «Фотосинтез»

Тест 1. Какая фотосистема имеется у фотосинтезирующих серобактерий?

1. Только первая.
2. Только вторая.
3. И первая и вторая.
4. Фотосистемы еще отсутствуют.

Тест 2. У каких организмов впервые появляется фотосистема 2?

1. У зеленых серобактерий.
2. У пурпурных серобактерий.
3. У цианобактерий (сине-зеленых).
4. У одноклеточных водорослей.

Тест 3. Где располагаются фотосистемы?

1. В мембранах тилакоидов.
2. Внутри тилакоидов.

3. В строме.
4. В межмембранном пространстве.

Тест 4. Где накапливаются протоны в световую фазу фотосинтеза?

1. В мембранах тилакоидов.
2. Внутри тилакоидов.
3. В строме.
4. В межмембранном пространстве.

Тест 5. Где происходят реакции темновой фазы фотосинтеза?

1. В мембранах тилакоидов.
2. Внутри тилакоидов.
3. В строме.
4. В межмембранном пространстве.

****Тест 6.** Что происходит в световую фазу фотосинтеза?

1. Образование АТФ.
2. Образование НАДФ·Н₂.
3. Выделение О₂.
4. Образование углеводов.

Тест 7. Что происходит в темновую фазу фотосинтеза?

1. Образование АТФ.
2. Образование НАДФ·Н₂.
3. Выделение О₂.
4. Образование углеводов.

Тест 8. При фотосинтезе происходит выделение О₂, откуда он?

1. Из СО₂.
2. Из Н₂О.
3. Из СО₂ и Н₂О.
4. Из С₆Н₁₂О₆.

****Тест 9.** Какие организмы способны синтезировать органические вещества, используя неорганический источник углерода?

1. Хемоавтотрофы.
2. Хемогетеротрофы.
3. Фотоавтотрофы.
4. Любые гетеротрофы.

****Тест 10.** Какие организмы способны синтезировать органические вещества, используя органический источник углерода?

1. Хемоавтотрофы.
2. Хемогетеротрофы.
3. Фотоавтотрофы.
4. Любые гетеротрофы.

Урок 3. КИСЛОРОДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ

Задачи. Повторить особенности строения митохондрий, сформировать знания о метаболизме ПВК в цикле Кребса и на дыхательной цепи митохондриальных мембран, сравнить энергетический выход во время гликолиза, в цикле Кребса.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма.

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. На какие группы делятся живые организмы по способам получения энергии?
2. Гликолиз и превращение ПВК у растений при недостатке кислорода.
3. Гликолиз и превращение ПВК у животных при недостатке кислорода.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью кодограммы.

Митохондрии. Цикл Кребса. Третий этап энергетического обмена — *кислородное окисление*, или *дыхание*, происходит в митохондриях. Беседа по вопросам: строение митохондрий? Присутствуют ли митохондрии в растительных клетках? Функции митохондрий? Пировиноградная кислота проникает в митохондрии, происходит ее *дегидрирование* (отщепление водорода) и *декарбоксилирование* (отщепление углекислого газа) с образованием двухуглеродной ацетильной группы, которая вступает в цикл реакций, получивших название реакций цикла Кребса. Здесь происходит дальнейшее окисление, связанное с дегидрированием и декарбоксилированием. В результате на каждую разрушенную моль ПВК из митохондрии удаляется 3 моль CO_2 , образуется 5 пар атомов водорода, связанных с переносчиками ($4 \text{ НАД} \cdot \text{H}_2$, $\text{ФАД} \cdot \text{H}_2$), а также моль АТФ.

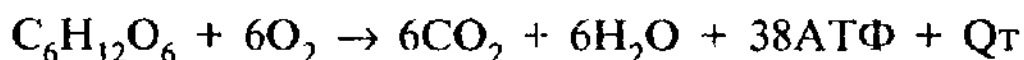
Суммарная реакция гликолиза и разрушения ПВК в митохондриях до водорода и углекислого газа выглядит следующим образом:



2 АТФ образуются при гликолизе, 2 — в цикле Кребса; 2 пары атомов (2НАД • H₂) образовались при гликолизе, 10 пар — в цикле Кребса.

Дыхательная цепь. Последним этапом является окисление пар атомов водорода с участием O₂ до H₂O с одновременным фосфорилированием АДФ до АТФ. Этот процесс происходит на внутренней мембране митохондрий. Водород передается по трем большим ферментным комплексам дыхательной цепи, расположенным во внутренней мембране митохондрий. У водорода отбираются электроны, а протоны закачиваются в межмембранное пространство митохондрий, в «протонный резервуар». Внутренняя мембрана непроницаема для ионов водорода. Когда разность потенциалов на внешней и внутренней стороне внутренней мембраны достигает 200 мВ, протоны проходят через канал фермента АТФ-синтетазы и с восстановлением кислорода до воды с выделением энергии, часть которой (55%) запасается в форме 34 АТФ. При окислении 12 пар атомов водорода образуется 34 АТФ.

Суммарная реакция энергетического обмена выглядит так:



Если внутренняя мембрана повреждена, то окисление НАДН₂ продолжается, но не работает АТФ-синтетаза и образования АТФ не происходит, вся энергия выделяется в форме тепла.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

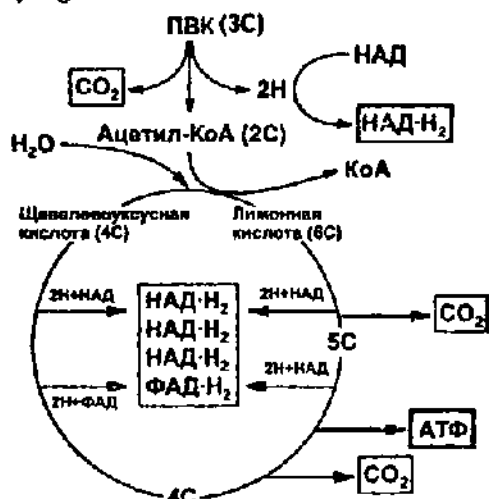
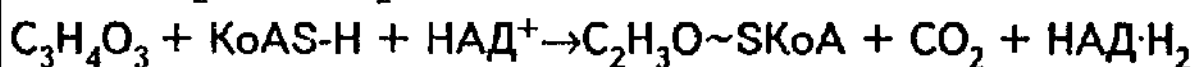
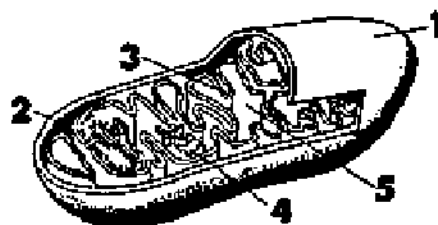
Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Кислородное окисление.

§ 12

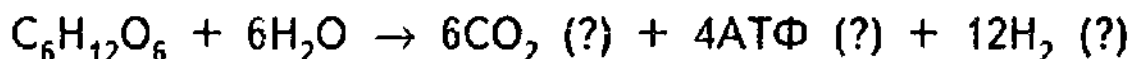
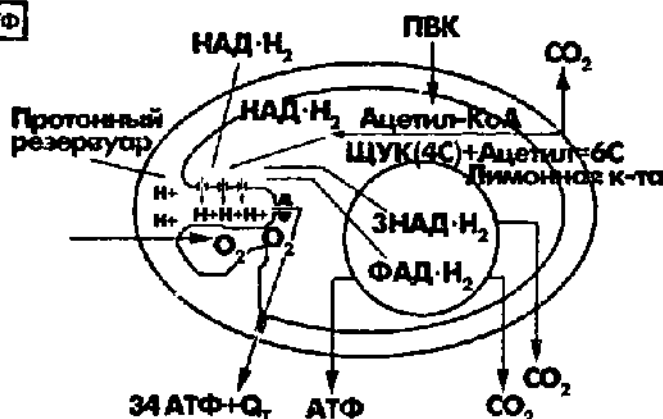
Митохондрии. Цикл Кребса. Дыхательная цепь

В митохондриях (строение?) происходит дегидрирование и декарбоксилирование ПВК и образуются ацетилкофермента (2C), CO_2 , $\text{НАД}\cdot\text{H}_2$:



Ацетил~КоА образуется и при окислении жирных кислот и глицерола, при окислении аминокислот. Ацетильная группа (2C) включается в цикл Кребса.

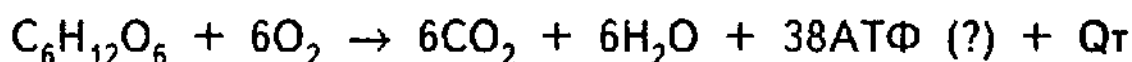
На каждую окисленную молекулу ацетил-КоА приходится 1 молекула АТФ, четыре пары атомов водорода и две молекулы CO_2 :



На внутренней мембране 24H^+ передаются на дыхательную цепь, закачиваются в межмембранное пространство, $\text{e}^- \rightarrow$ на O_2 . При разности потенциалов 200 мВ 24H^+ проходят через канал АТФ-синтетазы, образуется 34 АТФ:



Суммарная реакция:



Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Что происходит на подготовительном этапе энергетического обмена с белками, жирами, углеводами, нуклеиновыми кислотами?
2. Где происходят реакции подготовительного этапа?
3. Что происходит с энергией, которая выделяется в реакциях подготовительного этапа?
4. Что образуется в результате бескислородного окисления в клетках у животных при недостатке O_2 ?
5. Что образуется в результате бескислородного окисления в клетках у растений при недостатке O_2 ?
6. Сколько энергии образуется при гликолизе моль глюкозы? Что с ней происходит?
7. Три моль глюкозы подверглось гликолизу в животных клетках при недостатке кислорода. Сколько CO_2 при этом выделилось?
8. Какие реакции можно отнести к биологическому окислению?
9. Запишите формулу гликолиза.

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 10. «Гликолиз»

****Тест 1.** Что происходит на подготовительном этапе энергетического обмена?

1. Гидролиз белков до аминокислот.
2. Гидролиз жиров до глицерина и карбоновых кислот.
3. Гидролиз углеводов до моносахаридов.
4. Гидролиз нуклеиновых кислот до нуклеотидов.

Тест 2. Какие ферменты обеспечивают гликолиз?

1. Ферменты пищеварительного тракта и лизосом.
2. Ферменты цитоплазмы.
3. Ферменты цикла Кребса.
4. Ферменты дыхательной цепи.

Тест 3. Что образуется в результате бескислородного окисления в клетках у животных при недостатке O_2 ?

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. ПВК. | 3. Этиловый спирт. |
| 2. Молочная кислота. | 4. Ацетил-КоА. |

Тест 4. Что образуется в результате бескислородного окисления в клетках у растений при недостатке O_2 ?

1. ПВК.
2. Молочная кислота.
3. Этиловый спирт.
4. Ацетил-КоА.

Тест 5. Сколько всего энергии образуется при гликолизе моль глюкозы?

1. 200 кДж.
2. 400 кДж.
3. 600 кДж.
4. 800 кДж.

Тест 6. Три моль глюкозы подверглось гликолизу в животных клетках при недостатке кислорода. Сколько CO_2 при этом выделилось?

1. 3 моль CO_2 .
2. 6 моль CO_2 .
3. 12 моль CO_2 .
4. Углекислый газ при этом не выделяется.

****Тест 7.** Какие реакции можно отнести к биологическому окислению?

1. Окисление вещества А в реакции: $A + O_2 \rightarrow AO_2$.
2. Дегидрирование вещества А в реакции: $AN_2 + B \rightarrow A + BN_2$.
3. Потеря электронов Fe^{2+} в реакции $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$.
4. Приобретение электронов Fe^{3+} в реакции $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$.

****Тест 8.** Где происходят реакции подготовительного этапа?

1. В пищеварительном тракте.
2. В митохондриях.
3. В цитоплазме.
4. В лизосомах.

Тест 9. Что происходит с энергией, которая выделяется в реакциях подготовительного этапа?

1. Рассеивается в форме тепла.
2. Запасается в форме АТФ.
3. Большая часть рассеивается в форме тепла, меньшая — запасается в форме АТФ.
4. Меньшая часть рассеивается в форме тепла, большая — запасается в форме АТФ.

Тест 10. Что происходит с энергией, которая выделяется в реакциях гликолиза?

1. Рассеивается в форме тепла.
2. Запасается в форме АТФ.
3. 120 кДж рассеивается в форме тепла, 80 кДж — запасается в форме АТФ.
4. 80 кДж рассеивается в форме тепла, 120 кДж — запасается в форме АТФ.

Урок 4. **ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ. РЕПЛИКАЦИЯ ДНК**

Задачи. Сформировать знания о внутри- и межвидовых сходствах и отличиях белкового состава, о хранении информации о белках в ДНК, о передаче информации о белках при делении клеток путем репликации ДНК.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, модель молекулы ДНК, кодограмма.

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Строение и функции митохондрий.
2. Дегидрирование и декарбоксилирование ПВК в митохондриях.
3. Окисление водорода и на дыхательной цепи, образование АТФ.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью кодограммы.

Белки и ДНК. Один из важнейших видовых критериев — *биохимический критерий* — основан на сравнении органических макромолекул у различных видов, в первую очередь сравнение ДНК и белков. По сходству в строении ДНК и белков можно с достаточной вероятностью показать, насколько близкими родственниками являются те или иные виды. Например, гемоглобин шимпанзе по последовательности аминокислот не отличается от гемоглобина человека.

С другой стороны, большинство белков изменчивы даже внутри вида. Происходят мутации, образуются новые аллели гена, изменяется последовательность аминокислот в белковой молекуле, изменяются и свойства белка. Например, существует несколько аллелей генов, определяющих различные группы крови человека. Замена глутаминовой кислоты, которая находится на шестом месте, на валин в двух бета-цепях гемоглобина (замена

всего 2 аминокислот из 574) привела к тому, что эритроциты вместо дисковидной двояковогнутой формы стали иметь серповидную форму. А это сказалось на их функциях, такие эритроциты неспособны транспортировать кислород в достаточном количестве.

В каждой клетке синтезируется несколько тысяч различных белковых молекул. Белки недолговечны, время их существования ограничено, после чего они разрушаются. Способность клетки синтезировать определенные белки закреплена наследственно, информация о последовательности аминокислот в белковой молекуле закодирована в виде последовательности нуклеотидов в ДНК.

В *геноме* человека около 50 000 генов, которые находятся в 23 хромосомах. Одна хромосома содержит несколько тысяч генов, которые располагаются в линейном порядке в определенных участках хромосомы — *локусах*. Гены хранят информацию о последовательности аминокислот в полипептидной цепочке, кроме того, они кодируют и некоторые виды РНК — входящие в состав рибосом, рРНК и тРНК, отвечающие за транспорт аминокислот. *Ген* — участок молекулы ДНК, кодирующий первичную последовательность аминокислот в полипептиде или последовательность нуклеотидов в молекулах транспортных и рибосомальных РНК.

Репликация ДНК. Одним из уникальных свойств молекулы ДНК является ее способность к самоудвоению — воспроизведению точных копий исходной молекулы. Благодаря этой способности молекулы ДНК осуществляется передача наследственной информации от материнской клетки дочерним во время деления. Процесс самоудвоения молекулы ДНК называют *репликацией*.

Репликация — сложный процесс, идущий с участием ферментов (ДНК-полимераз). Репликация осуществляется *полуконсервативным способом*, то есть под действием ферментов молекула ДНК раскручивается и около каждой цепи, выступающей в роли матрицы, по принципу комплементарности достраивается новая цепь. Таким образом, в каждой дочерней ДНК одна цепь является материнской, а вторая — вновь синтезированной.

Во время репликации энергия молекул АТФ не расхо-

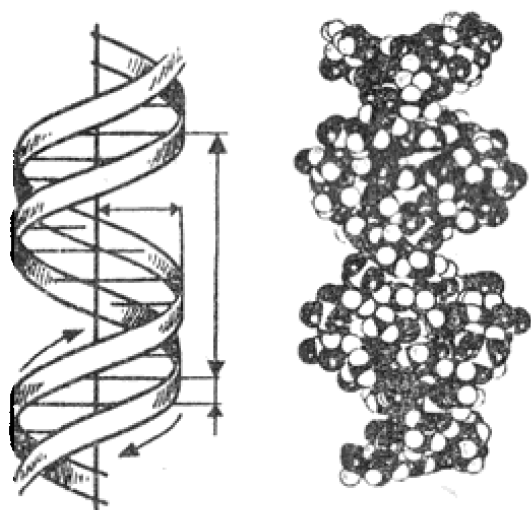
Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Генетическая информация. Репликация ДНК. § 13.

Генетическая информация

Для каждого вида характерны свои белки. У родственных групп белки похожи (гемоглобин человека и шимпанзе).

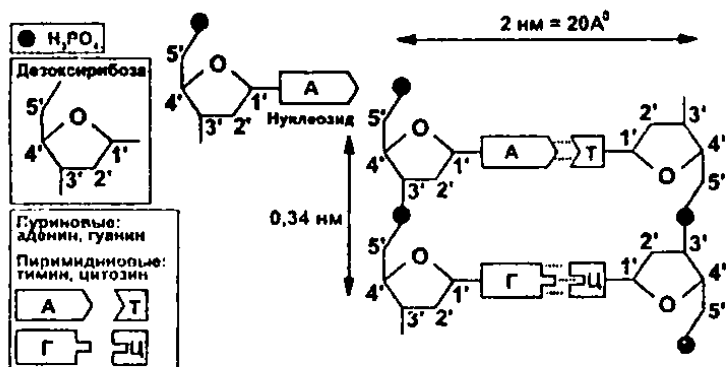
В каждой клетке несколько тысяч видов белков. Недолговечны, должны быть синтезированы вновь. Где хранится информация о них?



В геноме человека около 50 тысяч генов в 23 хромосомах. Одна хромосома — несколько тысяч генов, которые находятся в определенных участках хромосомы — локусах.

Ген — участок молекулы ДНК, кодирующий первичную последовательность аминокислот в полипептиде или последовательность нуклеотидов в РНК.

Репликация ДНК



Что необходимо: ферменты (ДНК-полимераза); ДНК — матрица; дезоксирибонуклеозидтрифосфаты.

Скорость синтеза — около 100 нуклеотидов/сек.

Полуконсервативный способ: одна цепь без изменения, вторая образуется комплементарно(?) и антипараллельно(?).

У эукариот несколько репликонов, репликон — фрагмент ДНК от одной точки репликации до другой.

дуются, так как для синтеза дочерних цепей при репликации используются не дезоксирибонуклеотиды (содержат один остаток фосфорной кислоты), а дезоксирибонуклеозидтрифосфаты (содержат три остатка фосфорной кислоты). При включении дезоксирибонуклеозидтрифосфатов в полинуклеотидную цепь два концевых остатка отщепляются, и освободившаяся энергия используется на образование сложноэфирной связи между нуклеотидами.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Что происходит на подготовительном этапе энергетического обмена с белками, жирами, углеводами, нуклеиновыми кислотами?
2. Где происходят реакции подготовительного этапа?
3. Что происходит с энергией, которая выделяется в реакциях подготовительного этапа?
4. Что образуется в результате бескислородного окисления в клетках у животных при недостатке O_2 ?
5. Что образуется в результате бескислородного окисления в клетках у растений при недостатке O_2 ?
6. Сколько энергии образуется при гликолизе моля глюкозы? Что с ней происходит?
7. Три моля глюкозы подверглось гликолизу в животных клетках при недостатке кислорода. Сколько CO_2 при этом выделилось?
8. Какие реакции можно отнести к биологическому окислению?
9. Запишите формулу гликолиза.

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3 Компьютерное тестирование

Задание 11. «Кислородное окисление»

Тест 1. Где в клетке происходят реакции кислородного окисления?

1. В цитоплазме клетки.
2. В ядре клетки.

3. Во всех органоидах и цитоплазме.

4. В митохондриях.

Тест 2. Какой продукт образуется в результате гликолиза и поступает в митохондрию?

1. Глюкоза.

3. Пировиноградная кислота.

2. Молочная кислота.

4. Ацетил-КоА.

Тест 3. Какое вещество вступает в цикл Кребса?

1. ПВК.

3. Этиловый спирт.

2. Молочная кислота.

4. Ацетил-КоА.

****Тест 4.** Что происходит в реакциях цикла Кребса?

1. Дегидрирование Ацетил-КоА.

2. Декарбоксилирование Ацетил-КоА.

3. Образуется моль АТФ на каждую моль Ацетил-КоА.

4. В результате работы АТФ-синтетазы образуется 34 моль АТФ.

Тест 5. Где происходят реакции цикла Кребса?

1. В матриксе митохондрий.

2. В цитоплазме клеток.

2. На внутренней мембране митохондрий, на ферментах дыхательной цепи.

4. В межмембранном пространстве митохондрий.

Тест 6. Произошло разрушение моль ПВК в митохондрии. Сколько пар атомов водорода при этом образовалось?

1. 12 пар.

3. 6 пар.

2. 10 пар.

4. 5 пар.

Тест 7. Сколько пар атомов водорода образуется при полном разрушении моль глюкозы?

1. 12 пар.

3. 6 пар.

2. 10 пар.

4. 5 пар.

Тест 8. Где находится протонный резервуар митохондрий?

1. В межмембранном пространстве.

2. В матриксе.

3. На внутренней стороне внутренней мембраны.

4. В матриксе и на внутренней стороне внутренней мембраны.

Тест 9. Сколько моль АТФ образуется АТФ-синтетазой при восстановлении 12 пар атомов водорода?

1. 38 моль.

3. 34 моль.

2. 36 моль.

4. 42 моль.

Тест 10. Сколько моль АТФ образуется при полном окислении моль глюкозы?

1. 38 моль.

3. 34 моль.

2. 36 моль.

4. 42 моль.

Урок 5. **ТРАНСКРИПЦИЯ. ГЕНЕТИЧЕСКИЙ КОД**

Задачи. Сформировать знания о значении биосинтеза белков для живых организмов, о двух этапах биосинтеза белков в клетке — транскрипции и трансляции, показать, как последовательность нуклеотидов в ДНК кодирует последовательность аминокислот в полипептиде. Дать характеристику генетическому коду и основным его свойствам с позиций единства происхождения всех живых организмов Земли, рассмотреть особенности транскрипции у эукариот. Проверить знания о хранении информации о белках в ДНК, репликации ДНК.

Оборудование. *Демонстрационное оборудование:* таблицы по общей биологии, модель молекулы ДНК, кодограмма, возможно использование фрагмента кинофильма «Биосинтез белков».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин

1. Какие вещества обуславливают индивидуальные различия и видовую принадлежность организмов?
2. Как вы понимаете фразу: «Молекулы ДНК — матрицы для синтеза белков»?
3. Как происходит репликация ДНК?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью кодограммы (приложение 1).

Транскрипция. В начале 50-х годов Ф. Крик сформулировал центральную догму молекулярной биологии: ДНК→РНК→белок.

Информация о белке находится на ДНК, на матрице ДНК синтезируется иРНК, которая является матрицей для синтеза белковой молекулы. Матричный синтез позволяет очень точно и быстро синтезировать макромолекулы полимеров, состоящие из огромного количества мономеров. С реакциями матричного синтеза мы встречались при *репликации* молекулы ДНК, синтез иРНК (*транскрипция*) и синтез молекулы белка на иРНК (*трансляция*) — также реакции матричного синтеза.

Транскрипция. В соответствии с принятыми соглашениями начало гена на схемах изображают слева. У некодирующей цепи молекулы ДНК левый конец 5', правый 3'; у кодирующей, матричной, с которой идет транскрипция, — противоположное направление. Фермент, отвечающий за синтез иРНК, *РНК-полимераза*, присоединяется к *промотору*, который находится на 3'-конце матричной цепи ДНК и движется всегда от 3' к 5'-концу. Промотор — определенная последовательность нуклеотидов, к которой может присоединиться фермент РНК-полимераза. Необходимо для того, чтобы синтез иРНК был начат строго в начале гена. Из свободных *рибонуклеозидтрифосфатов* (АТФ, УТФ, ГТФ, ЦТФ), комплементарных нуклеотидам ДНК, РНК-полимераза образует иРНК.

Энергия для синтеза иРНК содержится в макроэргических связях рибонуклеозидтрифосфатов. Период полураспада мРНК исчисляется часами и даже сутками, т.е. они стабильны.

Транскрипция и трансляция разобщены в пространстве и во времени, транскрипция протекает в ядре и в одно время, трансляция происходит в цитоплазме и совсем в другое время. Для транскрипции необходимы: 1 — кодирующая цепь ДНК, матрица; 2 — ферменты, один из них РНК-полимераза; 3 — рибонуклеозидтрифосфаты.

Код ДНК и его свойства. Последовательность нуклеотидов каким-то образом кодирует последовательность аминокислот. Все многообразие белков образовано из 20 различных аминокислот, а нуклеотидов в составе ДНК — 4 вида. Если предположить, что один нуклеотид кодирует одну аминокислоту, то 4 нуклеотидами можно закодировать 4 аминокислоты, если 2 нуклеотида кодируют одну аминокислоту, то количество кодируемых кислот возрастает до 4^2 — 16. Значит, код ДНК должен быть триплетным. Было доказано, что именно три нуклеотида кодируют одну аминокислоту, в этом случае можно будет закодировать 4^3 — 64 аминокислоты. А так как аминокислот всего 20, то некоторые аминокислоты должны кодироваться несколькими триплетами.

В настоящее время известны следующие свойства генетического кода:

1. **Триплетность:** каждая аминокислота кодируется триплетом нуклеотидов.

2. *Однозначность*: кодовый триплет, кодон, соответствует только одной аминокислоте.
3. *Вырожденность* (избыточность): одну аминокислоту могут кодировать несколько (до шести) кодонов.
4. *Универсальность*: генетический код одинаков, одинаковые аминокислоты кодируются одними и теми же триплетами нуклеотидов у всех организмов Земли.
5. *Неперекрываемость*: последовательность нуклеотидов имеет рамку считывания по 3 нуклеотида, один и тот же нуклеотид не может быть в составе двух триплетов (жил был кот тих был сер мил мне тот кот).
6. Из 64 кодовых триплетов 61 кодон — *кодирующие*, кодируют аминокислоты, а 3 — бессмысленные, не кодируют аминокислоты, *терминирующие* синтез полипептида при работе рибосомы (УАА, УГА, УАГ). Кроме того, есть кодон — *инициатор* (метиониновый), с которого начинается синтез любого полипептида.

Таблица генетического кода

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У(А)	Ц(Г)	А(Т)	Г(Ц)	
У(А)	Фен	Сер	Тир	Цис	У(А)
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц(Г)
	Лей	Сер	—	—	А(Т)
	Лей	Сер	—	Три	Г(Ц)
Ц(Г)	Лей	Про	Гис	Арг	У(А)
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц(Г)
	Лей	Про	Глн	Арг	А(Т)
	Лей	Про	Глн	Арг	Г(Ц)
А(Т)	Иле	Тре	Асн	Сер	У(А)
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц(Г)
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А(Т)
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г(Ц)
Г(Ц)	Вал	Ала	Асп	Гли	У(А)
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц(Г)
	Вал	Ала	Глу	Гли	А(Т)
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г(Ц)

Первый нуклеотид в триплете — один из четырех левого вертикального ряда, второй — один из верхнего горизонтального ряда, третий — из правого вертикального.

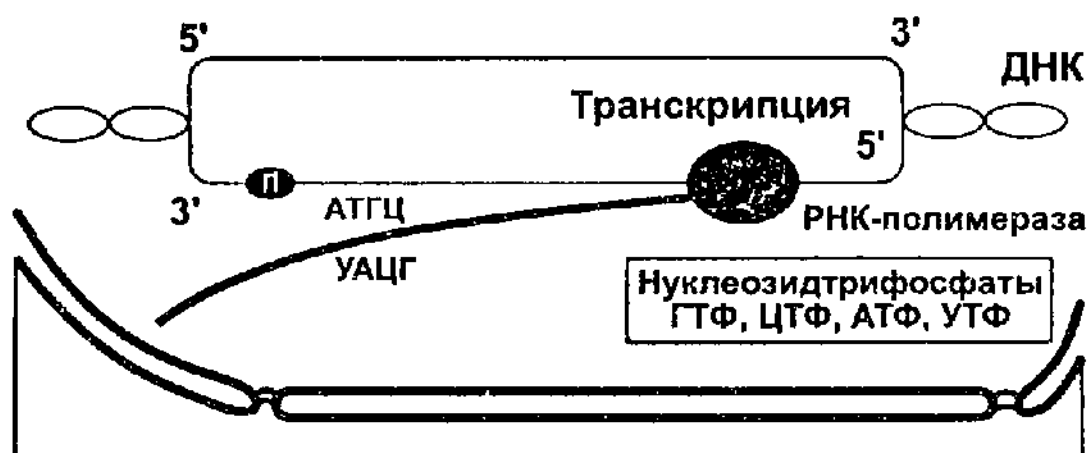
Приложение 1 Кодограмма к уроку

Тема: Транскрипция, код ДНК.**§ 14****Транскрипция**

В начале 50-х годов Ф. Крик сформулировал центральную догму молекулярной биологии:

ДНК → РНК → белок.

Синтез мРНК — транскрипция, синтез белка на мРНК — трансляция.



РНК полимераза присоединяется к промотору, который находится на 3'-конце матричной цепи ДНК и из свободных рибонуклеозидтрифосфатов (АТФ, УТФ, ГТФ, ЦТФ), комплементарных нуклеотидам ДНК, антипараллельно образует иРНК. Что необходимо(3)?

Код ДНК

Свойства кода:

1. Триплетность: Г. Гамов, начало 50-х годов. $4^3 = 64$.
2. Однозначность: 1 кодон — 1 аминокислота.
3. Вырожденность: 1 аминокислота — до 6 кодонов.
4. Универсальность: одинаков у всех.
5. Неперекрываемость, рамка считывания по 3 нуклеотида, нуклеотид может быть в составе одного кодона (жил был кот тих был сер мил мне тот кот).
6. 61 кодон — кодирующие и 3 бессмысленные, терминирующие (УАА, УАГ, УГА), знаки прегинания между генами. Есть кодон — инициатор (метионин~~овый~~), с которого начинается синтез любого полипептида.

Как пользоваться таблицей генетического кода?

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Можно ли утверждать, что белки у одного вида одинаковы?
2. Сколько полипептидных цепей входит в состав молекулы гемоглобина?
3. Что может быть закодировано в гене кроме последовательности аминокислот?
4. Укажите пары комплементарных нуклеотидов в ДНК.
5. Что необходимо для репликации?
6. Где хранится информация о белках у эукариот (кроме ядра)?
7. Фрагмент ДНК содержит 30000 нуклеотидов. Сколько нуклеозидтрифосфатов потребуется при репликации?
8. В молекуле ДНК 30000 адениловых нуклеотидов. Происходит репликация, сколько потребуется адениловых и тимидиловых нуклеозидтрифосфатов?
9. Произошла репликация. Что можно сказать о нуклеотидных цепях в образовавшейся молекуле ДНК?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

**Задание 12. «Хранение генетической информации.
Репликация ДНК»**

Тест 1. Сходство и отличие организмов определяются, в конечном счете, набором:

1. Белков.
2. Жиров.
3. Углеводов.
4. И белков, и жиров, и углеводов.

Тест 2. Какое суждение верно?

1. Белки у представителей одного вида одинаковы.
2. Гемоглобин человека и шимпанзе одинаков.
3. Мутация в белке инсулине приводит к серповидно-клеточной анемии.
4. Белки устойчивы и сохраняются на протяжении всей жизни человека.

Тест 3. Молекула гемоглобина состоит из:

1. Одной полипептидной цепи.

2. Двух полипептидных цепей.
3. Трех полипептидных цепей.
4. Четырех полипептидных цепей.

****Тест 4.** Что может быть закодировано в гене?

1. Последовательность аминокислот в полипептиде.
2. Последовательность моносахаридов в полисахариде.
3. Набор карбоновых кислот в молекуле жира.
4. Последовательность нуклеотидов в тРНК, рРНК.

****Тест 5.** Укажите пары комплементарных нуклеотидов в ДНК.

1. Адениловый — гуаниловый.
2. Адениловый — тимидиловый.
3. Гуаниловый — цитидиловый.
4. Цитидиловый — тимидиловый.

****Тест 6.** Что необходимо для репликации?

1. АТФ.
2. УТФ.
3. ГТФ.
4. ЦТФ.
5. ТТФ.
6. РНК-полимераза.
7. ДНК-полимераза.
8. Матричные цепи ДНК.

Тест 7. Укажите верное суждение.

1. При репликации одна молекула ДНК остается неизменной, вторая синтезируется заново.
2. При репликации в образованных молекулах ДНК одна цепь нуклеотидов неизменна, вторая синтезируется заново.
3. При репликации происходит разрушение старых цепей нуклеотидов и образование новых.
4. При репликации только одна цепь нуклеотидов разрушается, вторая остается неизменной и служит в качестве матрицы.

****Тест 8.** Где находится информация о белках у эукариот?

1. В ядре.
2. В митохондриях.
3. В пластидах.
4. В лизосомах.
5. В комплексе Гольджи.
6. В рибосомах.
7. В ЭПС.
8. Во включениях.

Тест 9. Фрагмент ДНК содержит 30 000 нуклеотидов. Сколько нуклеозидтрифосфатов потребуется при репликации?

1. 15 000.
2. 30 000.
3. 60 000.
4. 90 000.

Тест 10. В молекуле ДНК 30000 адениловых нуклеотидов. Происходит репликация, сколько потребуется адениловых и тимидиловых нуклеозидтрифосфатов?

1. А — 60 000, Т — 60 000.
2. А — 30 000, Т — 30 000.
3. А — 15 000, Т — 15 000.
4. Данных для ответа недостаточно.

Урок 6. ТРАНСЛЯЦИЯ

Задачи. Сформировать знания о строении и функциях тРНК; о работе рибосомы во время синтеза полипептидной цепочки, о структурах и компонентах, необходимых для трансляции.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, возможно использование фрагмента кинофильма «Биосинтез белков».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 минут

1. Код триплетен и однозначен. Как вы понимаете эти свойства?
2. Код вырожден, универсален и неперекрывается. Как вы понимаете эти свойства?
3. Как происходит транскрипция у эукариот?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью кодограммы.

Транспортные РНК. Для транспорта аминокислот к рибосомам используются *транспортные РНК*, тРНК. В клетке их более 30 видов, длина тРНК от 76 до 85 нуклеотидных остатков, они имеют *третичную* структуру за счет спаривания комплементарных нуклеотидов и по форме напоминают лист клевера. В тРНК различают *антикодонную петлю* и *акцепторный участок*. На верхушке антикодонной петли каждая тРНК имеет *антикодон*, комплементарный кодовому триплету определенной аминокислоты, а акцепторный участок на 3'-конце способен с помощью фермента *аминоацил-тРНК-синтетазы* присоединить именно эту аминокислоту (с затратой АТФ). Таким образом, у каждой аминокислоты есть *свои тРНК* и *свои ферменты*, присоединяющие аминокислоту к тРНК.

Двадцать видов аминокислот кодируются 61 кодоном, теоретически может иметься 61 вид тРНК с соответствующими

щими антикодонами. Но кодируемых аминокислот всего 20 видов, значит, у одной аминокислоты может быть несколько тРНК. Установлено существование нескольких тРНК, способных связываться с одним и тем же кодоном (последний нуклеотид в антикодоне тРНК не всегда важен), поэтому обнаружено всего более 30 различных тРНК.

Трансляция. *Трансляция* — процесс образования полипептидной цепи на матрице иРНК, или преобразование информации, закодированной в виде последовательности нуклеотидов иРНК, в последовательность аминокислот в полипептиде. Синтез белковых молекул происходит в цитоплазме или на шероховатой эндоплазматической сети. В цитоплазме синтезируются белки для собственных нужд клетки, белки, синтезируемые на ЭПС, транспортируются по ее каналам в комплекс Гольджи и выводятся из клетки.

Органоиды, отвечающие за синтез белков в клетке, — *рибосомы*. У эукариот рибосомы находятся в некоторых органоидах — митохондриях и пластидах (70S рибосомы) и в цитоплазме: в свободном виде и на мембранах эндоплазматической сети (80S рибосомы). Малая субчастица рибосомы отвечает за *генетические, декодирующие функции*; большая — за *биохимические, ферментативные*.

В малой субъединице рибосомы различают функциональный центр (ФЦР) с двумя участками — *пептидилным* (Р-участок) и *аминоацильным* (А-участок). В ФЦР может находиться шесть нуклеотидов иРНК, три в пептидилном и три в аминоацильном участках.

Синтез белка начинается с того момента, когда к 5'-концу иРНК присоединяется малая субъединица рибосомы, в Р-участок которой заходит *метиониновая* тРНК с аминокислотой метионин. Любая полипептидная цепь на N-конце сначала имеет *метионин*, который в дальнейшем чаще всего отщепляется. Синтез полипептида идет от N-конца к С-концу, то есть пептидная связь образуется между карбоксильной группой первой и аминогруппой второй аминокислоты.

Затем происходит присоединение большой субчастицы рибосомы, и в А-участок поступает вторая тРНК, чей антикодон комплементарно спаривается с кодоном иРНК, находящимся в А-участке.

Пептидилтрансферазный центр большой субчастицы катализирует образование пептидной связи между метионином и второй аминокислотой. Отдельного фермента, катализирующего образование пептидных связей, не существует. Энергия для образования пептидной связи поставляется за счет гидролиза ГТФ.

Как только образовалась пептидная связь, метиониновая тРНК отсоединяется от метионина, а рибосома передвигается на следующий кодовый триплет иРНК, который оказывается в А-участке рибосомы, а метиониновая тРНК выталкивается в цитоплазму. На один цикл расходуется 2 молекулы ГТФ. Затем все повторяется, образуется пептидная связь между второй и третьей аминокислотами.

Трансляция идет до тех пор, пока в А-участок не попадет *стоп-кодон* (УАА, УАГ или УГА), с которым связывается особый белковый фактор освобождения, белковая цепь отделяется от тРНК и покидает рибосому. Происходит диссоциация, разъединение субчастиц рибосомы.

Многие белки синтезируются в виде предшественников, содержащих ЛП — *лидерную последовательность* (15—25 аминокислотных остатков на N-конце, «паспорт белка»). ЛП определяют места назначения белков, «направление» белка (в ядро, в митохондрию, в пластиды, в комплекс Гольджи). Затем протеолитические ферменты отщепляют ЛП.

Скорость передвижения рибосомы по иРНК — 5—6 триплетов в секунду, на синтез белковой молекулы, состоящей из сотен аминокислотных остатков, клетке требуется несколько минут. Первым белком, синтезированным искусственно, был инсулин, состоящий из 51 аминокислотного остатка. Потребовалось провести 5000 операций, в работе принимали участие 10 человек в течение трех лет.

Таким образом, для трансляции необходимы: 1 — иРНК, кодирующая последовательность аминокислот в полипептиде; 2 — рибосомы, декодирующие иРНК и образующие полипептид; 3 — тРНК транспортирующие аминокислоты в рибосомы; 4 — энергия в форме АТФ и ГТФ для присоединения аминокислот к рибосоме и для работы рибосомы; 5 — аминокислоты, строительный материал; 6 — ферменты (аминоацил-гРНК-синтетазы и др.).

Приложение 1. Кодограмма к уроку

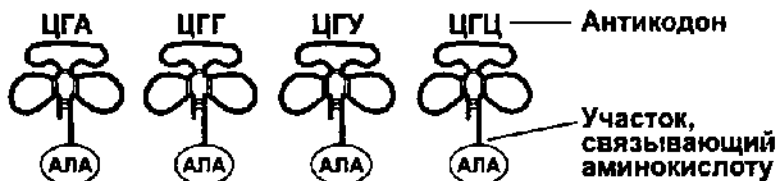
Тема: Трансляция.

§ 10—15, рефераты

Что необходимо?

Трансляция?

1. иРНК, кодирует последовательность аминокислот.
2. Рибосомы, образуют полипептид.
3. Свободные аминокислоты (20 видов).
4. Ферменты.
5. Источник Q (АТФ, ГТФ).
6. тРНК. Строение тРНК?

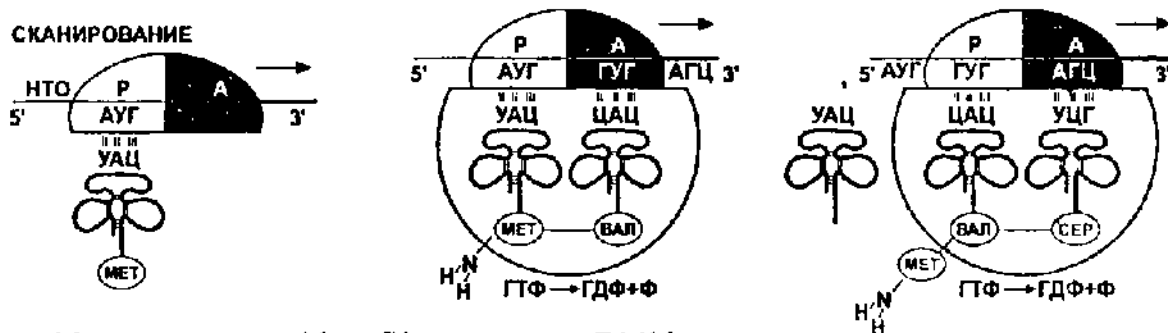


Кодону иРНК соответствует антикодон тРНК, ферменты аминоацил-тРНК-синтетазы за счет АТФ присоединяют к акцепторному участку на 3'-конце соответствующую аминокислоту.

Аминокислот 20, их кодируют 61 кодон, теоретически может быть 61 тРНК, известно более 30.

Как происходит?

Три стадии — инициация, элонгация и терминация.



Инициация. На 5'-конец иРНК присоединяется малая субчастица, в Р-участок которой заходит инициаторная тРНК, всегда метиониновая.

Элонгация. Происходит присоединение большой субчастицы рибосомы. В А-участок поступает тРНК, чей антикодон комплементарен кодону иРНК. Образуется дипептид, рибосома переходит на следующий кодон, который оказывается в А-участке, а метиониновая тРНК выталкивается в цитоплазму. Энергия для элонгации поставляется за счет гидролиза ГТФ. На один цикл расходуется 2 молекулы ГТФ.

Терминация. Когда стоп-кодон попадает в А-участок, белковая цепь отделяется от тРНК и покидает рибосому. Происходит диссоциация субчастиц рибосомы.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Что такое транскрипция?
2. Что может быть закодировано на ДНК?
3. Сколько различных аминокислот закодировано на ДНК эукариот кодовыми триплетами?
4. Сколько кодовых триплетов кодируют все многообразие аминокислот, входящих в состав белков?
5. Что является матрицей при транскрипции?
6. Что необходимо для транскрипции?
7. Участок молекулы ДНК, с которого происходит транскрипция, содержит 30 000 нуклеотидов. Сколько нуклеотидов потребуется для транскрипции?
8. В каком направлении движется РНК-полимераза при транскрипции?
9. В каком направлении присоединяются новые нуклеотиды иРНК при удлинении иРНК?
10. Запишите основные свойства генетического кода.

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 13. «Код ДНК. Транскрипция»

Тест 1. Что такое транскрипция?

1. Удвоение ДНК.
2. Синтез иРНК на ДНК.
3. Синтез полипептидной цепочки на иРНК.
4. Синтез иРНК, затем синтез на ней полипептидной цепочки.

****Тест 2.** В каких органоидах клетки происходит транскрипция?

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1. В ядре. | 5. В комплексе Гольджи. |
| 2. В митохондриях. | 6. В рибосомах. |
| 3. В пластидах. | 7. В ЭПС. |
| 4. В лизосомах. | 8. Во включениях. |

****Тест 3.** Что может быть закодировано на ДНК?

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. Полипептиды. | 5. рРНК. |
| 2. Полисахариды. | 6. Олигосахариды. |
| 3. Жиры. | 7. Моносахариды. |
| 4. тРНК. | 8. Жирные кислоты. |

Тест 4. Сколько различных аминокислот закодировано на ДНК эукариот кодовыми триплетами?

- | | | | |
|--------|--------|--------|---------|
| 1. 10. | 2. 20. | 3. 26. | 4. 170. |
|--------|--------|--------|---------|

Тест 5. Сколько кодовых триплетов кодируют все многообразие аминокислот, входящих в состав белков?

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 1. 20. | 2. 64. | 3. 61. | 4. 26. |
|--------|--------|--------|--------|

Тест 6. Что является матрицей при транскрипции?

1. Кодирующая цепь ДНК.
2. Ген состоит из двух цепей, обе цепи ДНК гена могут быть матрицами.
3. иРНК.
4. Некодирующая цепь ДНК.

***Тест 7.** Что необходимо для транскрипции?

- | | |
|---------|-------------------------|
| 1. АТФ. | 5. ТТФ. |
| 2. УТФ. | 6. Кодирующая цепь ДНК. |
| 3. ГТФ. | 7. Рибосомы. |
| 4. ЦТФ. | 8. РНК-полимераза. |

Тест 8. Участок молекулы ДНК, с которого происходит транскрипция, содержит 30 000 нуклеотидов (обе цепи). Сколько нуклеотидов потребуется для транскрипции?

- | | | | |
|------------|------------|------------|------------|
| 1. 30 000. | 2. 15 000. | 3. 60 000. | 4. 10 000. |
|------------|------------|------------|------------|

Тест 9. В каком направлении двигается РНК-полимераза при транскрипции?

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. От 5'-конца к 3'-концу. | 3. Не имеет значения. |
| 2. От 3'-конца к 5'-концу | 4. Зависит от фермента. |

Тест 10. В каком направлении присоединяются новые нуклеотиды иРНК при удлинении иРНК?

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1. От 5'-конца к 3'-концу. | 3. Не имеет значения. |
| 2. От 3'-конца к 5'-концу. | 4. Зависит от фермента. |

Тест 11. Какое свойство генетического кода называется триплетностью?

1. Одну аминокислоту кодируют не один, не два, а три нуклеотида.
2. Один кодон всегда кодирует одну аминокислоту.
3. Одну аминокислоту могут кодировать до 6 кодонов.

4. Рамка считывания всегда равна трем нуклеотидам, один нуклеотид не может входить в состав двух кодонов.
5. У всех организмов Земли одинаков генетический код.

Тест 12. Какое свойство генетического кода называется вырожденностью?

1. Одну аминокислоту кодируют не одну, не две, а три нуклеотида.
2. Один кодон всегда кодирует одну аминокислоту.
3. Одну аминокислоту могут кодировать до 6 кодонов.
4. Рамка считывания всегда равна трем нуклеотидам, один нуклеотид не может входить в состав двух кодонов.
5. У всех организмов Земли одинаков генетический код.

Тест 13. Какое свойство генетического кода называется однозначностью?

1. Одну аминокислоту кодируют не одну, не две, а три нуклеотида.
2. Один кодон всегда кодирует одну аминокислоту.
3. Одну аминокислоту могут кодировать до 6 кодонов.
4. Рамка считывания всегда равна трем нуклеотидам, один нуклеотид не может входить в состав двух кодонов.
5. У всех организмов Земли одинаков генетический код.

Тест 14. Какое свойство генетического кода называется универсальностью?

1. Одну аминокислоту кодируют не одну, не две, а три нуклеотида.
2. Один кодон всегда кодирует одну аминокислоту.
3. Одну аминокислоту могут кодировать до 6 кодонов.
4. Рамка считывания всегда равна трем нуклеотидам, один нуклеотид не может входить в состав двух кодонов.
5. У всех организмов Земли одинаков генетический код.

Тест 15. Какое свойство генетического кода называется перекрываемостью?

1. Одну аминокислоту кодируют не одну, не две, а три нуклеотида.
2. Один кодон всегда кодирует одну аминокислоту.
3. Одну аминокислоту могут кодировать до 6 кодонов.
4. Рамка считывания всегда равна трем нуклеотидам, один нуклеотид не может входить в состав двух кодонов.
5. У всех организмов Земли одинаков генетический код.

Урок 7. ЗАЧЕТ ПО РАЗДЕЛУ «ОБМЕН ВЕЩЕСТВ»

Задачи. Обобщить фактический материал с общебиологических и эволюционных позиций, проверить и оценить усвоение конкретного фактического материала, с помощью видеоматериалов, докладов, рефератов и газет расширить знания учащихся по этому разделу.

Оборудование. Фильмы, рефераты учащихся, газеты, бюллетени.

Ход урока:

Повторение. Письменная проверочная работа (30 мин.).

Тесты и вопросы к зачету вывешиваются за неделю. Предлагаются темы рефератов, газет.

На зачете будут эти же тесты и вопросы, но в другом порядке. Учитель раздает листочки с вопросами на каждый стол, класс делится на два варианта, каждому варианту предлагается 10 тестов (1—10, 11—20, 21—30, 31—40) и один теоретический вопрос. У следующего класса будут другие тесты и другие теоретические вопросы.

Тесты и вопросы к зачету по теме «Обмен веществ»

1. Что такое ассимиляция (определение)?
2. Что такое диссимиляция (определение)?
3. Какие организмы называются автотрофами (определение)?
4. На какие группы делятся автотрофы?
5. Какие организмы называются гетеротрофами?
6. Какие три этапа энергетического обмена вам известны?
7. Продукты гидролиза белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот на подготовительном этапе.
8. Что происходит с энергией, выделяющейся на подготовительном этапе энергообмена?
9. Где расположены ферменты бескислородного этапа энергообмена?
10. Какие продукты и сколько энергии образуется при гликолизе?
11. Как называется цикл реакций, связанных с дегидрированием и декарбоксилированием и протекающих в матриксе митохондрий?

12. Сколько моль АТФ образуется при дегидрировании и декарбоксилировании моль ПВК в цикле Кребса?
13. Сколько атомов водорода транспортируется на дыхательную цепь при дегидрировании 2 моль ПВК?
14. Какие ферменты перекачивают протоны в протонный резервуар митохондрий?
15. *Напишите общую формулу энергетического обмена.
16. Что может быть закодировано на ДНК?
17. Триплетность генетического кода, что это значит?
18. Однозначность генетического кода, что это значит?
19. Сколько триплетов кодируют 20 видов аминокислот?
20. Вырожденность генетического кода, что это значит?
21. Универсальность генетического кода, что это значит?
22. Неперекрываемость генетического кода, что это значит?
23. Что такое транскрипция?
24. Что необходимо для транскрипции?
25. Участок ДНК 300 000 нуклеотидов. Сколько нуклеотидов нужно для репликации? Транскрипции?
26. В каком направлении движется РНК-полимераза по кодогенной цепи?
27. иРНК вместе с терминальным триплетом состоит из 156 нуклеотидов. Сколько аминокислот закодировано на этой иРНК?
28. Что такое трансляция?
29. Что необходимо для трансляции?
30. Сколько нуклеотидов в ФЦР рибосомы?
31. В какой участок ФЦР поступает тРНК с новой аминокислотой?
32. Напишите общую формулу фотосинтеза.
33. Где происходят световые реакции фотосинтеза?
34. Что происходит в световую фазу фотосинтеза?
35. Где находятся протонные резервуары в хлоропласте?
36. Где происходят темновые реакции фотосинтеза?
37. Что происходит в темновую фазу фотосинтеза?
38. Какая (какие) фотосистема (фотосистемы) у фотосинтезирующих серобактерий?
39. Какая (какие) фотосистема (фотосистемы) у цианобактерий (сине-зеленых)?
40. Кто открыл процесс хемосинтеза?

Теоретические вопросы:

1. Общая характеристика обмена веществ.
2. Генетический код и его свойства.
3. Биосинтез белка.

4. Подготовительный этап энергообмена и гликолиз.
5. Аэробное окисление.
6. Фотосинтез.

Зачет по теме «Обмен веществ»

1. Напишите общую формулу энергетического обмена.
2. Где происходят темновые реакции фотосинтеза?
3. Что такое ассимиляция (определение)?
4. Какие организмы называются автотрофами? (Определение.)
5. Какие три этапа энергетического обмена вам известны?
6. Продукты гидролиза белков, жиров, углеводов, нуклеиновых кислот на подготовительном этапе?
7. Какая (какие) фотосистема (фотосистемы) у фотосинтезирующих серобактерий?
8. Что происходит с энергией, выделяющейся на подготовительном этапе энергообмена?
9. Что происходит в световую фазу фотосинтеза?
10. Какие продукты и сколько энергии образуется при гликолизе?
11. Как называется цикл реакций, связанных с дегидрированием и декарбоксилированием и протекающих в матриксе митохондрий?
12. Что происходит в темновую фазу фотосинтеза?
13. Что необходимо для транскрипции?
14. Что может быть закодировано на ДНК?
15. Триплетность генетического кода, что это значит?
16. В какой участок ФЦР поступает тРНК с новой аминокислотой?
17. На какие группы делятся автотрофы?
18. Сколько триплетов кодируют 20 видов аминокислот?
19. Что такое трансляция?
20. Вырожденность генетического кода, что это значит?
21. Какие ферменты перекачивают протоны в протонный резервуар митохондрий?
22. Неперекрываемость генетического кода, что это значит?
23. Где находятся протонные резервуары в хлоропласте?
24. Что такое транскрипция?
25. Сколько моль АТФ образуется при дегидрировании и декарбоксилировании моль ПВК в цикле Кребса?
26. Участок ДНК 300 000 нуклеотидов. Сколько нуклеотидов нужно для репликации? Транскрипции?
27. В каком направлении движется РНК-полимераза по кодогенной цепи?

28. Сколько атомов водорода транспортируется на дыхательную цепь при дегидрировании 2 моль ПВК?
29. иРНК вместе с терминальным триплетом состоит из 156 нуклеотидов. Сколько аминокислот закодировано на этой иРНК?
30. Какая (какие) фотосистема (фотосистемы) у цианобактерий (сине-зеленых)?
31. Что необходимо для трансляции?
32. Универсальность генетического кода, что это значит?
33. Сколько нуклеотидов в ФЦР рибосомы?
34. *Напишите общую формулу фотосинтеза.
35. Какие организмы называются гетеротрофами?
36. Где происходят световые реакции фотосинтеза?
37. Однозначность генетического кода, что это значит?
38. Где расположены ферменты бескислородного этапа энергообмена?
39. Что такое диссимиляция?
40. Кто открыл процесс хемосинтеза?

Теоретические вопросы:

1. Общая характеристика обмена веществ.
2. Генетический код и его свойства.
3. Биосинтез белка.
4. Подготовительный этап энергообмена и гликолиз.
5. Аэробное окисление.
6. Фотосинтез.

Просмотр фильмов, заслушивание рефератов с целью углубления знаний по этому разделу (10 мин.).

Темы для рефератов: «Регуляция транскрипции и трансляции у прокариот», «Генная инженерия», «Хромосомная инженерия», «Клеточная инженерия», «Вирусы и обмен веществ в клетке».

Раздел 2. РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ

Главы 5, 6. РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

Материалы глав формируют знания о важнейшем свойстве живых организмов — способности к размножению, формах размножения в органическом мире, закономерностях развития живых организмов.

Распределение материала по урокам:

1-й урок. Митоз.

2-й урок. Мейоз.

3-й урок. Формы бесполого размножения.

4-й урок. Половое размножение.

5-й урок. Двойное оплодотворение цветковых растений.

6-й урок. Онтогенез.

7-й урок. Зачет по теме.

Урок 1. МИТОЗ

Задачи. Сформировать знания о трех видах деления клеток, о значении деления клеток для одноклеточных и многоклеточных организмов, о морфологии хромосом, жизненном и митотическом циклах, о процессах, происходящих в различные периоды митотического цикла. Рассмотреть механизмы, обеспечивающие генетическую идентичность дочерних клеток по сравнению с материнскими; показать необходимость охраны природной среды от загрязнения мутагенами.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, диафильм «Деление клетки», кодограмма.

Ход урока:

Повторение. Анализ зачета, выставление оценок.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма.

Размножение. Размножение клеток. Размножение — важнейшее свойство живых организмов. Размножение на уровне молекул — репликация ДНК, размножение на уровне органоидов — деление митохондрий, хлоропластов, размножение на уровне клеток — деление клеток. Лежит в основе передачи наследственной информации, размножения, роста, развития, регенерации.

Носителями наследственной информации являются хромосомы. Хромосомный набор, характерный для вида, — *кариотип*; хромосомный набор, полученный от родителей, — *генотип*; хромосомный набор гамет — *геном*. *Диплоидный* набор хромосом — двойной, *гаплоидный* набор — одинарный.

Морфология хромосом: хроматиды, центромера, плечи хромосом и теломеры, вторичная перетяжка. Биохимический состав — 60% белки, 40% — ДНК.

Способы деления клеток: *амитоз* — прямое деление; *митоз* — не прямое деление; *мейоз* — деление, характерное для фазы созревания половых клеток.

Амитоз, или *прямое деление*, — способ деления ядра соматических клеток пополам путем перетяжки без образования хромосом. Если при амитозе не происходит деления цитоплазмы, то происходит возникновение дву- и многоядерных клеток. Данный способ деления характерен для некоторых простейших, специализированных клеток или для патологически измененных клеток. Распределение ядерного материала оказывается случайным и неравномерным. Возникшие дочерние клетки наследственно неполноценны.

Митотический и жизненный циклы. Период существования клетки от момента ее образования путем деления материнской клетки (включая само деление) до собственного деления или смерти называют *жизненным (клеточным) циклом*.

Продолжительность жизненного цикла у различных клеток многоклеточного организма различны. Так, клетки нервной ткани после завершения эмбрионального периода перестают делиться и функционируют на протяжении всей жизни организма, а затем погибают. Клетки же зародыша на стадии дробления, завершив одно деление,

сразу приступают к следующему, минуя все остальные фазы.

Митоз — не прямое деление соматических клеток, в результате которого сначала происходит удвоение, а затем равномерное распределение наследственного материала между дочерними клетками.

Биологическое значение митоза: в результате митоза образуются две клетки, каждая из которых содержит столько же хромосом, сколько их было в материнской. Дочерние клетки генетически идентичны родительской. Число клеток в организме увеличивается, что представляет собой один из главных механизмов роста. Многие виды растений и животных размножаются бесполом путем при помощи одного лишь митотического деления клеток, таким образом, митоз лежит в основе размножения. Митоз обеспечивает регенерацию утраченных частей и замещение клеток, происходящее в той или иной степени у всех многоклеточных организмов.

Митотический цикл состоит из интерфазы и митоза. Длительность митотического цикла у разных организмов сильно варьируется. Непосредственно на деление клетки уходит обычно 1—3 часа, то есть основную часть жизни клетка находится в интерфазе.

Интерфазой называют промежуток между двумя клеточными делениями. Продолжительность интерфазы, как правило, составляет до 90% всего клеточного цикла. Состоит из трех периодов: пресинтетического, или G_1 ; синтетического, или S ; постсинтетического, или G_2 .

Начальный отрезок интерфазы — *пресинтетический период* ($2n2c$, где n — количество хромосом, c — количество ДНК), *период роста*, начинающийся непосредственно после митоза. *Синтетический период* по продолжительности очень различен: от нескольких минут у бактерий до 6—12 часов в клетках млекопитающих. Во время синтетического периода происходит самое главное событие интерфазы — удвоение молекул ДНК. Каждая хромосома становится двуххроматидной, а число хромосом не изменяется ($2n4c$).

Постсинтетический период. Обеспечивает подготовку клетки к делению и также характеризуется интенсивными процессами синтеза белков, входящих в состав хромо-

сом; синтезируются ферменты и энергетические вещества, необходимые для обеспечения процесса деления клетки.

Митоз. Для удобства изучения происходящих во время деления событий митоз искусственно разделяют на четыре стадии: профазу, метафазу, анафазу, телофазу.

Профаза ($2n4c$). В результате спирализации хромосомы уплотняются, укорачиваются. В поздней профазе хорошо видно, что каждая хромосома состоит из двух хроматид, соединенных центромерой. Хромосомы начинают передвигаться к клеточному экватору. Формируется веретено деления, ядерная оболочка исчезает, и хромосомы свободно располагаются в цитоплазме. Ядрышко обычно исчезает чуть раньше.

Метафаза ($2n4c$). Хромосомы выстраиваются в плоскости экватора, образуя так называемую *метафазную пластинку*. Центромеры хромосом лежат строго в плоскости экватора. Нити веретена прикрепляются к центромерам хромосом, некоторые нити проходят от полюса к полюсу клетки, не прикрепляясь к хромосомам.

Анафаза ($4n4c$). Начинается с деления центромер всех хромосом, в результате чего хроматиды превращаются в две совершенно обособленные, самостоятельные дочерние хромосомы. Затем дочерние хромосомы начинают расходиться к полюсам клетки.

Телофаза ($2n2c$). Хромосомы концентрируются на полюсах клетки и деспирализуются. Веретено деления разрушается. Вокруг хромосом формируется оболочка ядер дочерних клеток, затем происходит деление цитоплазмы клетки (или цитокинез).

При делении животных клеток на их поверхности в плоскости экватора появляется борозда, которая, постепенно углубляясь, разделяет материнскую клетку на две дочерние. У растений деление происходит путем образования так называемой клеточной пластинки, разделяющей цитоплазму. Она возникает в экваториальной области веретена, а затем растет во все стороны, достигая клеточной стенки.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Деление клетки. Митоз.

§ 17

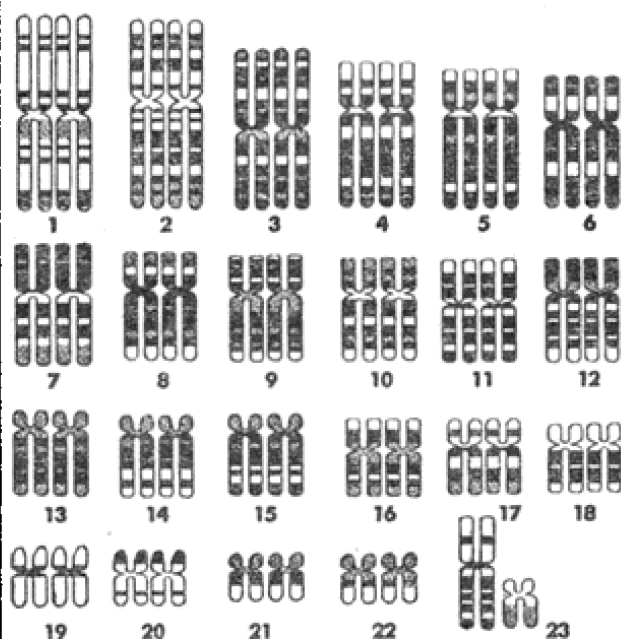
Размножение. Размножение клеток

На уровне молекул? Органоидов?

На уровне клеток: *митоз, мейоз.*

Хромосомный набор вида — *кариотип*, особи — *генотип*, гаметы — *геном*. У человека геном = 23, одинарный, *гаплоидный* (n) — 100 000 генов; в соматических клетках — двойной, *диплоидный* ($2n$) — 100 000 пар генов (n — количество хромосом).

Гомологичные хромосомы?



Первичная перетяжка — центромера. Равноплечие, неравноплечие, одноплечие хромосомы. У некоторых — есть вторичная перетяжка.

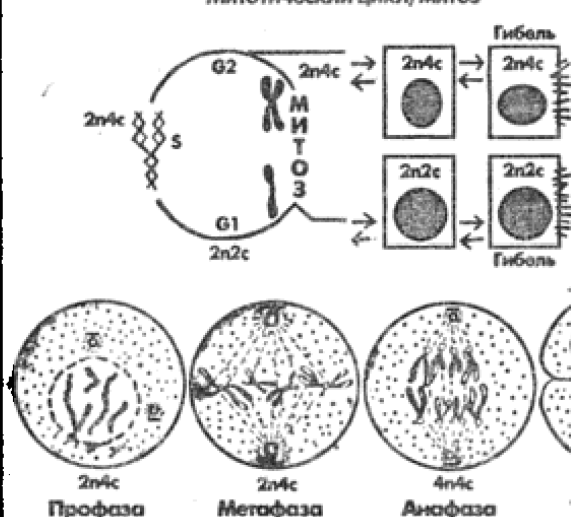
Перед делением в хромосоме — две молекулы ДНК, 2 хроматиды, после — 1.

Плечи хромосомы заканчиваются теломерами.

ДНК в ядре около 2 м! В 1-й хромосоме — до 8 см.

Митотический и жизненный циклы клеток

Митотический цикл, митоз



Интерфаза: G_1 — пресинтетический — рост, S — синтетический — удвоение ДНК, G_2 — постсинтетический — подготовка к делению. n ? c — количество ДНК.

Профаза (?) $2n4c$

Метафаза (?) $2n4c$

Анафаза (?) $4n4c$

Телофаза (?) $2n2c$

Биологический смысл, значение митоза?

Урок 2. МЕЙОЗ

Задачи. Сформировать знания об особенностях образования половых клеток с гаплоидным набором хромосом, об уникальности гамет и механизмах перекомбинации генетического материала во время мейоза, о сходстве и отличиях мейоза и митоза, о необходимости охраны природной среды от загрязнения мутагенами.

Оборудование. Демонстрационный материал: таблицы по общей биологии, диафильм «Деление клетки», кодограмма.

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Характеристика интерфазы.
2. Характеристика митоза.
3. Морфология хромосом.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма.

Первое деление мейоза. Мейоз — основной этап образования половых клеток. Во время мейоза происходит не одно, как при митозе, а два следующих друг за другом клеточных деления. Первому мейотическому делению предшествует интерфаза 1 — фаза подготовки клетки к делению, в это время происходят те же процессы, что и в интерфазе митоза.

Первое мейотическое деление называют *редукционным*, так как именно во время этого деления происходит уменьшение числа хромосом, образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом, однако хромосомы остаются двуххроматидными. Сразу же после первого деления мейоза совершается второе — по типу обычного митоза. Это деление называют *эквационным*, так как во время этого деления хромосомы становятся однохроматидными.

Биологическое значение мейоза: благодаря мейозу происходит редукция числа хромосом. Из одной диплоидной клетки образуется 4 гаплоидных. Благодаря мейозу образуются генетически различные гаметы, т.к. в процессе мейоза трижды происходит перекомбинация генетического ма-

териала: за счет кроссинговера; случайного и независимо-го расхождения гомологичных хромосом, а затем и хроматид. Благодаря мейозу поддерживается постоянство диплоидного набора хромосом в соматических клетках.

Первое и второе деление мейоза складываются из тех же фаз, что и митоз, но сущность изменений в наследственном аппарате другая.

Профаза 1. Самая продолжительная и сложная фаза мейоза. Состоит из ряда последовательных стадий. Гомологичные хромосомы начинают притягиваться друг к другу сходными участками и конъюгируют. *Конъюгацией* называют процесс тесного сближения гомологичных хромосом. Пару конъюгирующих хромосом называют *бивалентом*. Биваленты продолжают укорачиваться и утолщаться. Хромосомный набор можно обозначить как $2n4c$. Каждый бивалент образован четырьмя хроматидами. Поэтому его называют *тетрадой*. Важнейшим событием является *кроссинговер* — обмен участками хромосом. Кроссинговер приводит к первой во время мейоза рекомбинации генов. В конце профазы 1 исчезают ядерная оболочка и ядрышко. Биваленты перемещаются в экваториальную плоскость. Центриоли, если они есть, перемещаются к полюсам клетки, и формируется веретено деления.

Метафаза 1 ($2n; 4c$). Заканчивается формирование веретена деления. Спирализация хромосом максимальна. Биваленты располагаются в плоскости экватора. Причем центромеры гомологичных хромосом обращены к разным полюсам клетки. Расположение бивалентов в экваториальной плоскости равновероятное и случайное, то есть каждая из отцовских и материнских хромосом может быть повернута в сторону того или другого полюса. Это создает предпосылки для второй за время мейоза рекомбинации генов. Нити веретена прикрепляются к центромерам хромосом.

Анафаза 1 ($2n; 4c$). К полюсам расходятся целые хромосомы, а не хроматиды, как при митозе. У каждого полюса оказывается половина хромосомного набора. Причем пары хромосом расходятся так, как они располагались в плоскости экватора во время метафазы. В результате возникают самые разнообразные сочетания отцовских и материнских хромосом, происходит вторая рекомбинация генетического материала.

Телофаза 1 ($1n$; $2c$). У животных и некоторых растений хроматиды деспирализуются, вокруг них формируется ядерная оболочка. Затем происходит деление цитоплазмы (у животных) или образуется разделяющая клеточная стенка (у растений). У многих растений клетка из анафазы 1 сразу же переходит в профазу 2.

Второе деление мейоза. Интерфаза 2 ($1n$; $2c$). Характерна только для животных клеток. Репликация ДНК не происходит.

Вторая стадия мейоза включает также профазу, метафазу, анафазу и телофазу. Она протекает так же, как обычный митоз.

Профаза 2 ($1n$; $2c$). Хромосомы спирализуются, ядерная мембрана и ядрышки разрушаются, центриоли, если они есть, перемещаются к полюсам клетки, формируется веретено деления.

Метафаза 2 ($1n$; $2c$). Формируются метафазная пластинка и веретено деления, нити веретена деления прикрепляются к центромерам.

Анафаза 2 ($2n$; $2c$). Центромеры хромосом делятся, хроматиды становятся самостоятельными хромосомами, и нити веретена деления растягивают их к полюсам клетки. Число хромосом в клетке становится диплоидным, но на каждом полюсе формируется гаплоидный набор. Поскольку в метафазе 2 хроматиды хромосом располагаются в плоскости экватора случайно, в анафазе происходит третья рекомбинация генетического материала клетки.

Телофаза 2 ($1n$; $1c$). Нити веретена деления исчезают, хромосомы деспирализуются, вокруг них восстанавливается ядерная оболочка, делится цитоплазма.

Таким образом, в результате двух последовательных делений мейоза диплоидная клетка дает начало четырём дочерним, генетически различным клеткам с гаплоидным набором хромосом.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

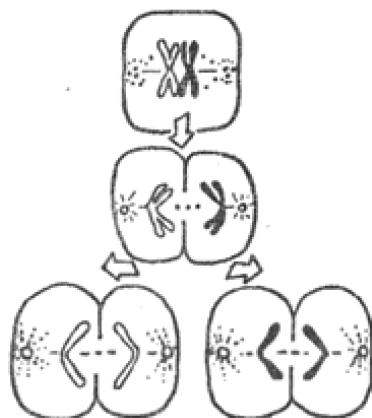
Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Деление клетки. Мейоз.

§ 19

Значение и стадии мейоза



Мейоз?

1-е деление — *редукционное*,

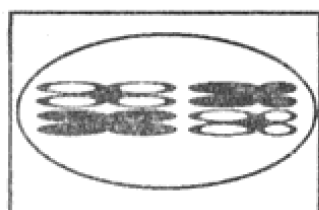
2-е деление — *эквационное*.

Значение мейоза?

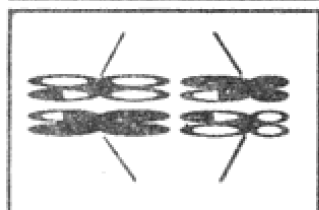
Первое деление мейоза:

Профаза 1. Кроме обычных процессов, происходит *конъюгация* (?) с образованием бивалентов (тетрад) и *кроссинговер* (обмен участками гомологичных хромосом, *перекombинация*). $2n4c$.

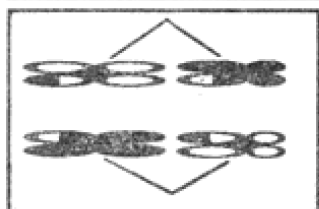
Биологам. В профазе 1: лептотена, зиготена, пахитена, диплотена, диакинез.



Метафаза 1. Образуется метафазная пластинка из бивалентов. $2n4c$.



Анафаза 1. Гомологичные хромосомы расходятся к разным полюсам клетки, разделяются на 2 гаплоидных набора. Происходит *перекombинация* хромосом. $2n4c$.



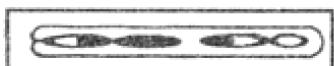
Телофаза 1. Происходит, как при митозе. $n2c$.



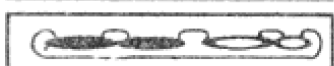
Интерфаза 2. Короткая, нет S-периода, $n2c$.



Второе, эквационное деление мейоза происходит идентично митозу:



Профаза 2 — $n2c$; метафаза 2 — $n2c$; анафаза 2 — $2n2c$ (*перекombинация*); телофаза 2 — nc .



Когда происходит перекombинация генетического материала (3)? Отличия от митоза — дома!

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называется набор хромосом, характерный для вида?
2. Как называется хромосомный набор, полученный от родителей?
3. Как называется набор хромосом гаметы?
4. Как называются структуры на концах хромосом?
5. Сколько хроматид в хромосоме перед митозом? После митоза?
6. Сколько хромосом и ДНК в различные периоды интерфазы?
7. Сколько хромосом и ДНК в профазу митоза?
8. Сколько хромосом и ДНК в метафазу митоза?
9. Сколько хромосом и ДНК в анафазу митоза?
10. Сколько хромосом и ДНК в телофазу митоза?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 14. «Митоз»

Тест 1. В какой период митотического цикла удваивается количество ДНК?

1. В пресинтетический период.
2. В синтетический период.
3. В постсинтетический период.
4. В метафазу.

Тест 2. В какой период происходит активный рост клетки?

1. В пресинтетический период.
2. В синтетический период.
3. В постсинтетический период.
4. В метафазу.

Тест 3. В какой период жизненного цикла клетка имеет набор хромосом и ДНК $2n4c$ и готовится к делению?

1. В пресинтетический период.
2. В синтетический период.

3. В постсинтетический период.

4. В метафазу.

Тест 4. В какой период митоза начинается спирализация хромосом, растворяется ядерная оболочка?

1. В анафазу.

3. В телофазу.

2. В профазу.

4. В метафазу.

Тест 5. В какой период митоза хромосомы выстраиваются по экватору клетки?

1. В профазу.

3. В анафазу.

2. В метафазу.

4. В телофазу.

Тест 6. В какой период митоза хроматиды отходят друг от друга и становятся самостоятельными хромосомами?

1. В профазу.

3. В анафазу.

2. В метафазу.

4. В телофазу.

****Тест 7.** В какие периоды митоза количество хромосом и ДНК равно $2n4c$?

1. В профазу.

3. В анафазу.

2. В метафазу.

4. В телофазу.

Тест 8. В какой период митоза количество хромосом и ДНК равно $4n4c$?

1. В профазу.

3. В анафазу.

2. В метафазу.

4. В телофазу.

Тест 9. Как называется неактивная часть ДНК в клетке?

1. Хроматин.

2. Эухроматин.

3. Гетерохроматин.

4. Вся ДНК в клетке активна.

****Тест 10.** В какие периоды клеточного цикла количество хромосом и ДНК в клетке равно $2n4c$?

1. В пресинтетический период.

2. В конце синтетического периода.

3. В постсинтетический период.

4. В профазу.

5. В метафазу.

6. В анафазу.

7. В телофазу.

Урок 3. **БЕСПОЛОЕ И ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ**

Задачи. Изучить особенности, формы и значение бесполого и полового размножения.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма. Возможно использование фильма «Размножение многоклеточных организмов».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Характеристика 1-го деления мейоза.

2. Характеристика 2-го деления мейоза.

3. Отличия мейоза от митоза.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц.

Формы бесполого размножения. Широко распространено в природе. Наиболее распространено оно у одноклеточных, но часто встречается и у многоклеточных. Характерны следующие особенности: в размножении принимает участие только одна особь; осуществляется без участия половых клеток; в основе размножения лежит митоз; потомки идентичны и являются точными генетическими копиями материнской особи. Преимущество — быстрое увеличение численности.

1. *Бинарное деление* — деление, при котором образуются две равноценные дочерние клетки (амеба).

2. *Множественное деление, или митозгония.* Материнская клетка распадается на большое количество более или менее одинаковых дочерних клеток (малярийный плазмодий).

3. *Споруляция.* Размножение посредством спор — специализированных клеток грибов и растений. Если споры имеют жгутик и подвижны, то их называют *зооспорами* (хламидомонада).

4. *Почкование.* На материнской особи происходит образование выроста — почки, из которого развивается новая особь (дрожжи, гидра).

5. *Фрагментация* — разделение особи на две или несколько частей, каждая из которых развивается в новую особь. У растений (спирогира) и у животных (кольчатые черви). В основе фрагментации лежит свойство *регенерации*.
6. *Вегетативное размножение*. Характерно для многих групп растений. При вегетативном размножении новая особь развивается либо из части материнской, либо из особых структур (луковица, клубень и т. д.), специально предназначенных для вегетативного размножения.
7. *Полиэмбриония*. Размножение во время эмбрионального развития, при котором из одной зиготы развивается несколько зародышей — близнецов (однойцевые близнецы у человека). Потомство всегда одного пола.
8. *Клонирование*. Искусственный способ бесполого размножения. В естественных условиях не встречается. *Клон* — генетически идентичное потомство, полученное от одной особи в результате того или иного способа бесполого размножения.

Половое размножение. Новый организм образуется в результате слияния половых клеток-гамет (n). Образуется зигота ($2n$) с уникальным набором хромосом. Половое размножение характерно для большинства живых организмов. Преимущества: каждая особь обладает уникальным генотипом, что позволяет в результате естественного отбора приспособиться к различным условиям среды.

Характерны следующие особенности: в размножении обычно принимают участие две особи — мужская и женская; чаще осуществляется с помощью специализированных клеток — гамет; редукция количества хромосом и рекомбинация генетического материала в гаметах происходит в результате мейоза; потомки (за исключением однойцевых близнецов) генетически отличны друг от друга и от родительских особей.

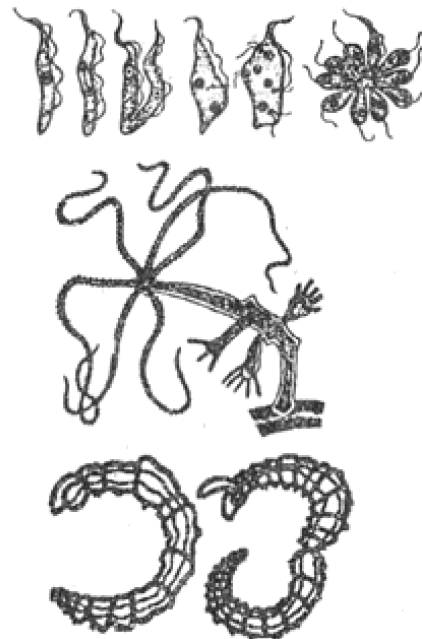
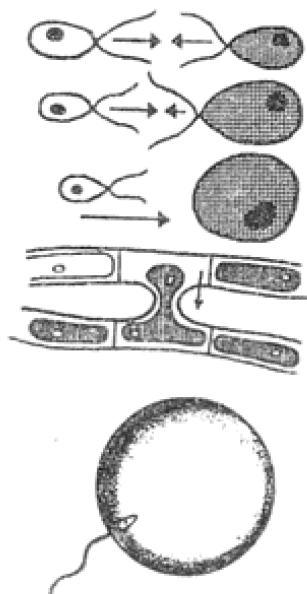
Как правило, яйцеклетки и сперматозоиды вырабатываются у разных организмов в половых железах (гонадах) — яичниках и семенниках. Такие организмы называют *раздельнополыми*. Если же один и тот же организм способен продуцировать и женские, и мужские гаметы, то его называют *гермафродитом* (ленточные черви, сосальщики).

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Бесполое и половое размножение.**§ 18****Формы бесполого размножения**

1. Деление прокариот (не митоз!).
2. Митоз у одноклеточных эукариот.
3. Шизогония — множественное деление (трипаномы).
4. Размножение спорами (мхи, папоротники).
5. Почкование (дрожжи, гидра).
6. Фрагментация (планария, морские звезды).
7. Вегетативное размножение.
8. Полиэмбриония (человек и др.).
9. Клонирование.

Значение?

**Половое размножение**

Происходит соединение гамет (n) и образуется зигота ($2n$), содержащая комбинацию генов от двух родительских особей (как правило, но есть гермафродиты, например, плоские черви).

- 1 — изогамия;
- 2 — гетерогамия;
- 3 — оогамия;
- 4 — слияние протопластов при конъюгации.

Значение: материал для отбора!

Партеногенез — развитие из неплодотворенного яйца.

У дафний — за лето до 180 поколений, все — ♀, осенью появляются ♂.

В норме у тлей, пчел, кавказских ящериц, одуванчиков, ястребинок.

Известны ли случаи партеногенеза у человека?



Разновидностью полового размножения является *парте-ногенез*, девственное развитие, когда новый организм развивается из неоплодотворенной яйцеклетки (дафнии, тли, трутни, тутовый шелкопряд, скальные ящерицы).

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называются первое и второе деления мейоза?
2. В какие стадии мейоза происходит перекомбинация генетического материала?
3. В какие стадии мейоза количество хромосом и ДНК равно $2n4c$?
4. В какие стадии мейоза количество хромосом и ДНК равно $n2c$?
5. В какие стадии мейоза количество хромосом и ДНК равно $n4c$?
6. Какой набор хромосом и ДНК в конце 1-го деления мейоза?
7. Когда во время мейоза происходит конъюгация и кроссинговер?
8. Какой набор хромосом и ДНК в конце 2-го деления мейоза?
9. Сколько клеток образуется в результате двух делений мейоза?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 15. «Мейоз»

Тест 1. Когда при мейозе происходит конъюгация гомологичных хромосом?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

Тест 2. Какой набор хромосом и ДНК в конце 1-го деления мейоза?

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 1. $1n1c$. | 3. $1n4c$. | 5. $2n4c$. |
| 2. $1n2c$. | 4. $2n2c$. | 6. $4n4c$. |

Тест 3. Какой набор хромосом и ДНК в конце 2-го деления мейоза?

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| 1. $1n1c$. | 3. $1n4c$. | 5. $2n4c$. |
| 2. $1n2c$. | 4. $2n2c$. | 6. $4n4c$. |

****Тест 4.** В какие стадии мейоза набор хромосом и ДНК $2n4c$?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

Тест 5. В какую стадию мейоза набор хромосом и ДНК $2n2c$?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

****Тест 6.** В какие стадии мейоза набор хромосом и ДНК $1n2c$?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

Тест 7. В какую стадию мейоза набор хромосом и ДНК $4n4c$?

- | | |
|----------------|--|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Такого набора хромосом и ДНК в норме не может быть. |

Тест 8. В какую стадию мейоза набор хромосом и ДНК $1n1c$?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

****Тест 9.** В какие стадии мейоза происходит рекомбинация генетического материала?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

Тест 10. В какую стадию мейоза происходит кроссинговер?

- | | |
|----------------|----------------|
| 1. Профаза 1. | 5. Профаза 2. |
| 2. Метафаза 1. | 6. Метафаза 2. |
| 3. Анафаза 1. | 7. Анафаза 2. |
| 4. Телофаза 1. | 8. Телофаза 2. |

Урок 4. ГАМЕТОГЕНЕЗ. ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Задачи. Сформировать знания об особенностях сперматогенеза, овогенеза, строении половых клеток и оплодотворении у животных.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма. Возможно использование фильма «Размножение многоклеточных организмов».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Принципиальные различия между бесполом и половым размножением.
2. Укажите преимущества бесполого и полового размножения организмов.
3. Характеристика партеногенеза.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц.

Сперматогенез, овогенез. Гаметогенез — это процесс развития половых клеток — гамет. Предшественники гамет (*гаметоциты*) диплоидны. Процесс образования сперматозоидов называется *сперматогенезом*, а образование яйцеклеток — *овогенезом (оогенезом)*. В половых железах различают три разных участка или зоны: зона размножения, зона роста, зона созревания. Сперматогенез и овогенез включают 3 одинаковые фазы: фаза размножения, фаза роста, фаза созревания (деления). В сперматогенезе имеется еще одна фаза — фаза формирования.

Фаза размножения: диплоидные клетки многократно делятся митозом. Количество клеток в гонадах растет, их называют овогонии и сперматогонии. Набор хромосом $2n$. В фазе роста происходит их рост, образовавшиеся клетки называются *овоциты 1-го порядка* и *сперматоциты 1-го порядка*. В фазе созревания происходит мейоз, в результате первого мейотического деления образуются га-

метоциты 2-го порядка (набор хромосом $2n$), которые вступают во второе мейотическое деление, и образуются клетки с гаплоидным набором хромосом (n). Овогенез на этом этапе практически заканчивается, а сперматогенез включает еще фазу формирования, во время которой формируются сперматозоиды.

В отличие от образования сперматозоидов, которое происходит только после достижения половой зрелости (в частности, у позвоночных животных), процесс образования яйцеклеток начинается еще у зародыша. Период размножения полностью осуществляется на зародышевой стадии развития и заканчивается к моменту рождения (у млекопитающих и человека). В период роста овоциты увеличиваются в размерах за счет накопления питательных веществ (белков, жиров, углеводов) и пигментов — образуется желток. Затем овоциты 1-го порядка вступают в период созревания. В результате первого мейотического деления возникают две дочерние клетки. Одна из них, относительно мелкая, называемая *первым полярным тельцем*, не является функциональной, а другая, более крупная (*овоцит 2-го порядка*), подвергается дальнейшим преобразованиям.

Второе деление мейоза осуществляется до стадии метафазы 2 и продолжится только после того, как овоцит 2-го порядка вступит во взаимодействие со сперматозоидом и произойдет оплодотворение. Таким образом, из яичника выходит, строго говоря, не яйцеклетка, а овоцит 2-го порядка. Лишь после оплодотворения он делится, в результате чего возникает *яйцеклетка* (или *яйцо*) и *второе полярное тельце*. Однако традиционно для удобства яйцеклеткой называют овоцит 2-го порядка, готовый к взаимодействию со сперматозоидом. Таким образом, в результате овогенеза образуется одна нормальная яйцеклетка и три полярных тельца.

Гаметы. Это половые клетки, при слиянии которых образуется зигота, дающая начало новому организму. Они представляют собой высокоспециализированные клетки, участвующие в осуществлении процессов, связанных с половым размножением. Гаметы имеют ряд особенностей, отличающих их от соматических клеток: хромосомный набор соматических клеток — диплоидный ($2n$ $2c$), а

гамет — гаплоидный (n с); гаметы не делятся; гаметы, особенно яйцеклетки, более крупные, чем соматические клетки; яйцеклетка содержит много питательных веществ, сперматозоид — мало (практически отсутствуют); гаметы имеют измененное ядерно-цитоплазматическое соотношение по сравнению с соматическими клетками (в яйцеклетке ядро занимает значительно больший объем, чем цитоплазма, в сперматозоиде — наоборот, причем ядро имеет такие же размеры, что и яйцеклетка). Активная роль в оплодотворении принадлежит сперматозоиду. Поэтому он имеет малые размеры и подвижен (у животных). Яйцеклетка не только приносит в зиготу свой набор хромосом, но и обеспечивает ранние стадии развития зародыша. Поэтому она имеет крупные размеры и, как правило, содержит большой запас питательных веществ.

Организация яйцеклеток животных. Размер яйцеклеток колеблется в широких пределах — от нескольких десятков микрометров до нескольких сантиметров (яйцеклетка человека — около 100 мкм, яйцо страуса, имеющее длину со скорлупой порядка 155 мм — тоже яйцеклетка). Яйцеклетка имеет ряд оболочек, располагающихся поверх плазматической мембраны, и запасные питательные вещества. У млекопитающих яйцеклетки имеют блестящую оболочку, поверх которой располагается лучистый венец — слой фолликулярных клеток.

Количество питательных веществ, накапливаемых в яйцеклетке, зависит от условий, в которых происходит развитие зародыша. Так, если развитие яйцеклетки происходит вне организма матери и приводит к формированию крупных животных, то желток может составлять более 95% объема яйцеклетки. Яйцеклетки млекопитающих — менее 5% желтка. В связи с накоплением питательных веществ у яйцеклеток появляется полярность. Противоположные полюсы называются *вегетативным* и *анимальным*. Поляризация проявляется в том, что происходит изменение местоположения ядра в клетке (оно смещается в сторону анимального полюса), а также в особенностях распределения цитоплазматических включений (во многих яйцах количества желтка возрастает от анимального к вегетативному полюсу).

Организация сперматозоидов. Длина сперматозоида человека 50—60 мкм. Функции сперматозоида определяют

и его строение. *Головка*. Самая крупная часть сперматозоида, образованная ядром, которое окружено тонким слоем цитоплазмы. На переднем конце головки расположена *акросома* — часть цитоплазмы с видоизмененным аппаратом Гольджи. Она вырабатывает фермент, который способствует растворению оболочек яйцеклетки. В месте перехода головки в среднюю часть образуется перехват — *шейка* сперматозоида, в которой расположены две центриоли. За шейкой располагается *средняя часть* сперматозоида, содержащая митохондрии, и *хвост*, который имеет типичное для всех жгутиков эукариот строение и является органоидом движения сперматозоида. Энергию для движения предоставляет гидролиз АТФ, происходящий в митохондриях средней части сперматозоида.

Оплодотворение. Совокупность процессов, приводящих к слиянию мужских и женских гамет, объединению их ядер и образованию зиготы, которая даст начало новому организму.

Различают *наружное оплодотворение*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит во внешней среде, и *внутреннее оплодотворение*, при котором встреча сперматозоидов и яйцеклеток происходит в половых путях самки.

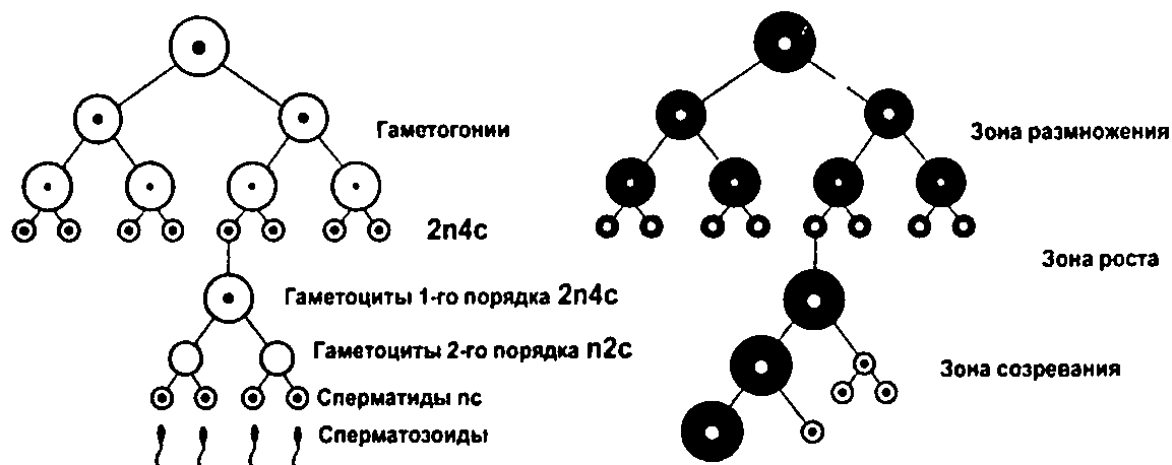
Чаще всего сперматозоид полностью втягивается в яйцо, иногда жгутик остается снаружи и отбрасывается. С момента проникновения сперматозоида в яйцо гаметы перестают существовать, так как образуют единую клетку — *зиготу*. В зависимости от количества сперматозоидов, проникающих в яйцеклетку при оплодотворении, различают: *моноспермию* — оплодотворение, при котором в яйцо проникает только один сперматозоид (наиболее обычное оплодотворение), и *полиспермию* — оплодотворение, при котором в яйцеклетку проникает несколько сперматозоидов. Но даже в этом случае с ядром яйцеклетки сливается ядро только одного из сперматозоидов, а остальные ядра разрушаются.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

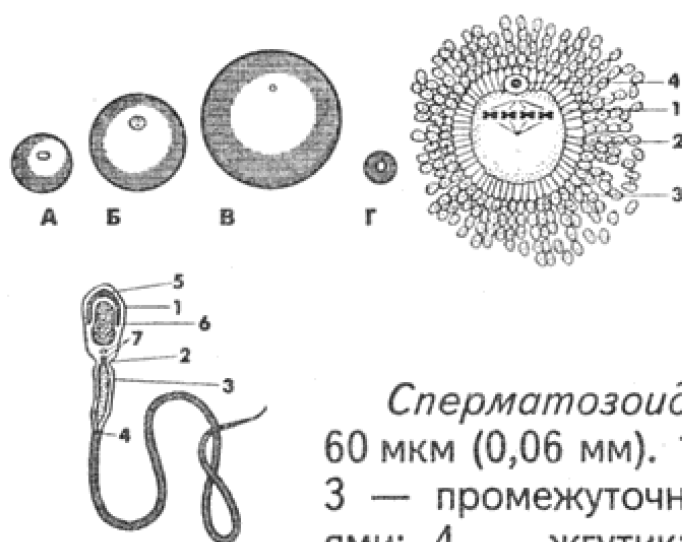
Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Гаметогенез. Оплодотворение. § 20, без растений Сперматогенез, овогенез. Гаметы



У человека *овогонии* ($2n$) образуются на *эмбриональной стадии*, растут и превращаются в *овоциты 1-го порядка*, у которых начинается профаза 1 мейоза. После первого деления образуется *овоцит 2-го порядка* ($1n2c$). Мейоз остановится на стадии метафазы 2 и продолжится только в том случае, если произойдет проникновение сперматозоида.



Яйцеклетка. У человека — около 0,1 мм. 1 — хромосомы на стадии метафазы 2; 2 — блестящая оболочка; 3 — лучистая оболочка; 4 — первое направительное тельце.

Сперматозоид. Длина у человека 60 мкм (0,06 мм). 1 — головка; 2 — шейка; 3 — промежуточный отдел с митохондриями; 4 — жгутик; 5 — акросома с ферментами; 6 — ядро; 7 — центриоли.

Оплодотворение

Оплодотворение? Наружное? Внутреннее — в половых путях организма.

Различают моноспермию и полиспермию (некоторые птицы и рептилии) — в зависимости от числа проникших сперматозоидов.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называется бесполое размножение амебы?
2. Как называется деление, при котором происходит множественное деление ядра и образуется несколько особей (у трипаносом, малярийного плазмодия)?
3. Как осуществляется бесполое размножение папоротников и мхов?
4. Как осуществляется бесполое размножение гидры, дрожжей?
5. Как осуществляется бесполое размножение человека?
6. Что характерно для генотипов дочерних особей, по сравнению с материнской, при бесполом размножении?
7. Что характерно для генотипов дочерних особей, по сравнению с родительскими, при половом размножении?
8. Какое размножение дает преимущество при изменении среды обитания?
9. Как называется размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 16. «Бесполое и половое размножение»

Тест 1. Какая форма бесполого размножения наиболее характерна для мхов, папоротников?

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Бинарное деление. | 5. Клонирование. |
| 2. Шизогония. | 6. Вегетативное размножение. |
| 3. Фрагментация. | 7. Полиэмбриония. |
| 4. Почкование. | 8. Спорообразование. |

Тест 2. Какая форма бесполого размножения наиболее характерна для гидры, дрожжей?

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Бинарное деление. | 5. Клонирование. |
| 2. Шизогония. | 6. Вегетативное размножение. |
| 3. Фрагментация. | 7. Полиэмбриония. |
| 4. Почкование. | 8. Спорообразование. |

Тест 3. Какая форма бесполого размножения используется для размножения плодово-ягодных культур?

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Бинарное деление. | 5. Клонирование. |
| 2. Шизогония. | 6. Вегетативное размножение. |
| 3. Фрагментация. | 7. Полиэмбриония. |
| 4. Почкование. | 8. Спорообразование. |

Тест 4. Какая естественная форма бесполого размножения известна у человека?

- | | |
|----------------------|---|
| 1. Бинарное деление. | 5. Клонирование. |
| 2. Шизогония. | 6. Вегетативное размножение. |
| 3. Фрагментация. | 7. Полиэмбриония. |
| 4. Почкование. | 8. Бесполого размножения у человека не существует |

Тест 5. Какая форма бесполого размножения характерна для планарии, некоторых кольчатых червей?

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Бинарное деление. | 5. Клонирование. |
| 2. Шизогония. | 6. Вегетативное размножение. |
| 3. Фрагментация. | 7. Полиэмбриония. |
| 4. Почкование. | 8. Спорообразование. |

****Тест 6.** Что характерно для бесполого размножения?

1. Потомство имеет гены только одного материнского организма.
2. Потомство генетически отличается от родительских организмов.
3. В образовании потомства участвует одна особь.
4. В образовании потомства обычно участвуют две особи

Тест 7. Какая форма размножения позволяет приспособиться к изменяющимся условиям среды?

1. Бесполое размножение.
2. Половое размножение.
3. И бесполое и половое размножение в равной степени.
4. Форма размножения не имеет никакого значения.

****Тест 8.** Укажите верные суждения.

1. Парthenогенез — особая форма бесполого размножения.
2. Парthenогенез — особая форма полового размножения.
3. Парthenогенетическое развитие известно у тлей, пчел, дафний.
4. Парthenогенетическое развитие известно у одуванчиков.

****Тест 9.** Укажите верные суждения.

1. Гермафродиты — организмы, у которых могут образовываться и мужские и женские гаметы.
2. Гаметы имеют гаплоидный набор хромосом. зигота — диплоидный.
3. Б. Л. Астауров разработал способы направленного получения 100% особей одного пола.
4. Бактерии делятся путем митоза.

Тест 10. Укажите верное суждение.

1. Бесполое размножение увеличивает наследственную изменчивость организмов.
2. Гаметы и зигота имеют гаплоидный набор хромосом.
3. В половом размножении всегда принимают участие две особи.
4. Половое размножение увеличивает наследственную изменчивость потомков.

Урок 5. ДВОЙНОЕ ОПЛОДОТВОРЕНИЕ У ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ

Задачи. Вспомнить строение цветка, сформировать знания об особенностях спермогенеза и гаметогенеза, двойном оплодотворении и образовании плодов и семян у покрытосеменных растений.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма. Возможно использование фильма «Двойное оплодотворение цветковых растений».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Характеристика сперматогенеза.
2. Характеристика овогенеза.
3. Особенности оплодотворения у животных.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц и фильма «Двойное оплодотворение цветковых растений».

Образование гаметофитов. Важнейшими преимуществами цветковых являются появление цветка и плода. Цветок способствует опылению, а плод защищает семена и способствует их распространению. Гаметофит цветковых крайне редуцирован, мужской представлен пыльцевым зерном, женский — зародышевым мешком.

У цветка различают цветоножку, цветоложе, околоцветник, образованный чашечкой из чашелистиков и лепестками венчика, тычинки и пестики. У некоторых цветков отдельные части могут отсутствовать. Тычинки и пестики образовались из особых листьев — *спорофиллов*. *Микро-спорофиллы* (микроспоролистики) — специализированные спороносные листья, на которых образуются микроспорангии. Представлены тычинками, совокупность которых образует *андроцей* («дом для мужчин»). *Мегаспорофиллы* (мегаспоролистики) — видоизмененные листья, несущие мегаспорангии. У покрытосеменных мегаспорофиллы

образуют один или несколько пестиков, совокупность которых называют *гинецеем* («дом для женщин»).

Основная масса цветков имеет и тычинки, и пестики (свыше 70%). Их называют *обоеполями* (вишня, горох). Некоторые цветки — *однополые*, мужские содержат только тычинки, женские — только пестики. У однодомных растений тычиночные и пестичные цветки располагаются на одном растении (арбуз, тыква, огурец). У двудомных растений мужские цветки на одном растении, женские — на другом (ива, тополь, конопля).

Половое размножение связано с образованием спор (спорогенез) и формированием гаметофитов с гаметами (гаметогенез). Цветковые — разноспоровые растения, мужские гаметофиты развиваются из микроспор, женские из мегаспор.

Микроспорогенез — процесс образования микроспор в микроспорангиях (гнездах пыльника). Микроспоры формируются из материнских клеток — *микроспороцитов*, имеющих диплоидный набор хромосом. В результате мейоза каждая материнская клетка образует четыре гаплоидных микроспоры. Сформированная микроспора представляет собой тонкостенную клетку с одним гаплоидным ядром.

Микрогаметогенез — процесс образования мужского гаметофита из микроспор. Развитие мужского гаметофита также происходит в пыльнике и сводится к одному митотическому делению, которое заканчивается образованием *пыльцевого зерна*, или *пылинка*. К моменту прорастания пыльцевого зерна ядро споры митотически делится, что приводит к возникновению двух клеток: *генеративной*, из нее впоследствии образуются два спермия, и *вегетативной*, принимающей впоследствии участие в образовании пыльцевой трубки. Таким образом, пылинка представляет собой незрелый *мужской гаметофит*. Оболочка пыльцевого зерна состоит из двух главных слоев: *интины* — внутреннего и *экзины* — наружного слоя.

Гинецей — совокупность плодолистиков в цветке, образующих один или несколько пестиков. Обычно пестик состоит из трех частей: завязи, столбика и рыльца. *Завязь* — наиболее важная часть пестика (замкнутая, нижняя, полая), несущая и защищающая семязачатки. В завязи может располагаться от одного (пшеница, вишня) до

нескольких тысяч (мак) семязачатков. Стенки завязи выполняют функцию защиты семязачатков от неблагоприятных факторов среды (высыхание, колебание температур, поедание насекомыми и т.д.), в них происходит мегаспорогенез и мегагаметогенез, они принимают участие в образовании околоплодника.

Мегаспорогенез — процесс формирования мегаспор. Он происходит в нуцеллусе семязачатка. В области микропиля начинается разрастаться одна клетка — *мегаспороцит*, или *материнская клетка* мегаспор. Материнская клетка мегаспор имеет диплоидный набор хромосом. Из нее путем мейоза формируются 4 гаплоидных мегаспоры, из которых лишь одна дает начало женскому гаметофиту — *зародышевому мешку*. Остальные мегаспоры разрушаются. *Мегагаметогенез* — формирование женского гаметофита. Начинается с того, что ядро мегаспоры подвергается трехкратному митотическому делению. В результате первого деления образуются два ядра, которые расходятся к полюсам разросшейся клетки. Каждое из этих ядер еще дважды делится, и у каждого полюса образуется по 4 ядра (8-ядерная стадия развития зародышевого мешка). С каждого полюса к центру зародышевого мешка отходит по одному ядру, которые называются *полярными*. Оставшиеся ядра обособляются. На микропилярном полюсе одна из клеток отличается большими размерами и преобразуется в яйцеклетку. Две рядом расположенные клетки являются вспомогательными. Их называют *синергидами*. На противоположном полюсе образуется группа из трех клеток, называемых *антиподами*. Два полярных ядра в центре зародышевого мешка сливаются, образуя *вторичное (центральное) ядро* зародышевого мешка. Таким образом, сформированный женский гаметофит включает 6 гаплоидных клеток (яйцеклетка, 2 клетки-синергиды и 3 клетки-антиподы) и диплоидное вторичное ядро.

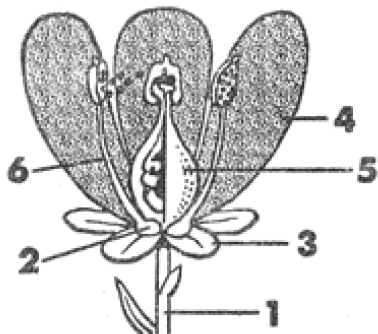
Двойное оплодотворение. Попав на рыльце пестика, пыльца начинает прорастать. Вегетативная клетка отвечает за образование пыльцевой трубки, по которой движется генеративная клетка, которая дает начало двум спермиям. Пыльцевая трубка продвигается по столбику пестика и через микрополе вырастает в зародышевый мешок. После

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Размножение цветковых.

§ 20

Образование спор, ♂ и ♀ гаметофитов

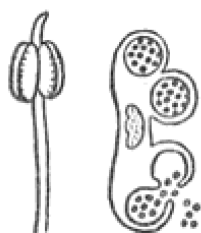


Цветок — видоизмененный укороченный побег спорофита ($2n$), орган семенного размножения.

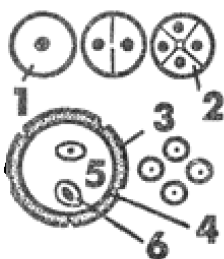
1 — цветоножка, 2 — чашеоложе, 3 — чашечка из чашелистиков, 4 — венчик из лепестков, 5 — гинецей (пестики), 6 — андроцей (тычинки).

Цветок — орган бесполого (образование спор) и полового размножения (образование и слияние гамет).

Микроспорогенез. В четырех микроспорангиях тычинки происходит мейоз микроспороцитов ($2n$), и образуются микроспоры (n).

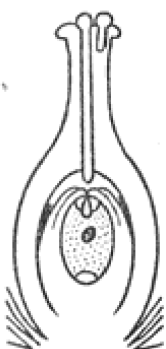


Микрогаметогенез. Ядро микроспоры претерпевает митоз, и образуется генеративная и вегетативная клетки. Генеративная клетка митотически делится, и образуются два спермия. Так формируется мужской гаметофит — пыльцевое зерно.



Мегаспорогенез. В семязачатке мегаспороцит ($2n$) претерпевает мейоз, и образуются 4 мегаспоры (n), 3 из которых отмирают.

Мегагаметогенез. Ядро мегаспоры претерпевает три митотических деления, образуется восьмиядерная клетка. Два ядра в центре сливаются — образуется центральная клетка ($2n$), яйцеклетка с синергидами и антиподы. Формируется зрелый женский гаметофит — зародышевый мешок.



Двойное оплодотворение (С. Г. Навашин)

1 спермий + яйцеклетка → зигота, затем зародыш семени;

2 спермия + центральная клетка → эндосперм ($3n$).

Интегументы → кожура семени.

Стенки завязи → околоплодник.

проникновения в зародышевый мешок кончик пыльцевой трубки разрывается, и спермии попадают внутрь зародышевого мешка. Один из спермиев сливается с яйцеклеткой, образуя диплоидную зиготу, а второй — с центральным ядром зародышевого мешка, образуя триплоидное ядро, из которого формируется эндосперм — питательная ткань зародыша. Синергиды и антиподы дегенерируют. Этот процесс получил название *двойного оплодотворения*.

Таким образом, после двойного оплодотворения из яйцеклетки формируется зародыш семени, из центрального ядра зародышевого мешка — эндосперм, из интегументов — семенная кожура, из всего семязачатка — семя, а из стенок завязи — околоплодник. В целом из завязи пестика формируется плод с семенами. Двойное оплодотворение у цветковых растений было открыто в 1898 году русским ботаником С. Г. Навашиным.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Когда начинается сперматогенез у человека?
2. Когда начинается овогенез у человека?
3. Какие зоны различают в гонадах?
4. Что образуется из овоцита после мейоза?
5. Какой набор хромосом в гаметоцитах 2-го порядка после первого деления созревания?
6. Какой набор хромосом в гаметах?
7. Как называются оболочки яйцеклетки?
8. Где располагаются митохондрии в сперматозоидах? Центриоли?
9. У каких организмов внешнее оплодотворение?
10. Каковы размеры яйцеклетки?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 17. «Гаметогенез. Оплодотворение»

Тест 1. Какой набор хромосом имеют гаметогонии в зоне размножения?

1. Диплоидный.
2. Гаплоидный.
3. Сперматогонии — диплоидный, овогонии — гаплоидный.
4. Сперматогонии — гаплоидный, овогонии — диплоидный.

Тест 2. Какой набор хромосом имеют гаметоциты 2-го порядка после первого деления мейоза?

1. $2n4c$.
2. $2n2c$.
3. $1n2c$.
4. $1n1c$.

Тест 3. Какой набор хромосом имеют гаметы?

1. $2n4c$.
2. $2n2c$.
3. $1n2c$.
4. $1n1c$.

Тест 4. Сколько нормальных яйцеклеток образуется из одного овоцита после двух делений мейоза?

1. 1.
2. 2.
3. 3.
4. 4.

Тест 5. Сколько нормальных сперматозоидов образуется из одного сперматоцита после двух делений мейоза?

1. 1.
2. 2.
3. 3.
4. 4.

Тест 6. Где расположен комплекс Гольджи в сперматозоиде?

1. В головке.
2. В шейке.
3. В промежуточном отделе.
4. В хвостике.

Тест 7. Где расположены митохондрии в сперматозоиде?

1. В головке.
2. В шейке.
3. В промежуточном отделе.
4. В хвостике.

Тест 8. Где расположены центриоли в сперматозоиде?

1. В головке.
2. В шейке.
3. В промежуточном отделе.
4. В хвостике.

****Тест 9.** Укажите верные суждения.

1. В зоне роста хромосомный набор $2n$.
2. В зоне созревания происходят два деления мейоза — редукционное и эквационное.
3. При овогенезе из одного овоцита образуется четыре нормальные яйцеклетки.
4. При овогенезе из одного овоцита образуется одна нормальная яйцеклетка и четыре направительных (полярных) тельца.

****Тест 10.** Укажите верные суждения.

1. Яйцеклетка человека имеет размеры около 0,1 мм.
2. Яйцеклетки у человека начинают формироваться еще на эмбриональной стадии, начинается первое деление мейоза.
3. Яйцеклетка человека имеет две оболочки — блестящую и лучистую.
4. В яйцеклетке человека отсутствуют рибосомы и митохондрии.

Урок 6. ОНТОГЕНЕЗ

Задачи. Сформировать знания об этапах индивидуального развития организмов, основных стадиях эмбриогенеза, производных зародышевых листков, типах постэмбрионального развития. Показать вредное влияние на организм эмбриона никотина, алкоголя и других мутагенов.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма. Возможно использование фильма «Онтогенез», видеофильма для 9-х классов «Размножение».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Особенности строения половых клеток.
2. Особенности образования половых клеток.
3. Как происходит оплодотворение у различных животных?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, возможно использование фильма «Онтогенез», видеофильма для 9-х классов «Размножение».

Эмбриогенез. *Онтогенез*, или *индивидуальное развитие*, — процесс развития особи от момента образования зиготы до смерти. Для удобств изучения его делят на определенные периоды и стадии: *эмбриональный* — от образования зиготы до рождения или же выхода из яйцевых оболочек и *постэмбриональный* — от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.

Процесс оплодотворения начинается в момент контакта сперматозоида и яйцеклетки. С момента проникновения сперматозоида в яйцо гамет перестают существовать, так как образуют единую клетку — *зиготу*.

Дроблением или *бластуляцией* называют ряд последовательных митотических делений зиготы, в результате которых цитоплазма яйца разделяется на многочисленные, содержащие ядра клетки меньшего размера. В результате дроб-

ления образуются клетки, которые называют *бластомерами*. Дробление у представителей разных групп животных имеет свои особенности, однако завершается оно образованием близкой по строению структуры — *бластулы*. Бластула — это однослойный зародыш. Она состоит из слоя клеток — *бластодермы*, ограничивающей полость — *бластоцель*, или *первичную полость тела*. Бластула формируется, начиная с ранних этапов дробления, благодаря расхождению бластомеров. Возникающая при этом полость заполняется жидкостью.

Новый этап эмбриогенеза — *гастрюляция* (образование зародышевых листков). Для гастрюляции характерны интенсивные перемещения отдельных клеток и клеточных масс. В результате гастрюляции образуется двухслойный, а затем трехслойный зародыш (у большинства животных) — *гастрюла*. Первоначально образуются наружный (*эктодерма*) и внутренний (*энтодерма*) зародышевые листки. Позже между экто- и энтодермой закладывается третий зародышевый листок — *мезодерма*. При образовании мезодермы происходит образование вторичной полости тела, или целома.

Следующий этап — *органогенез*. В органогенезе можно выделить две фазы: *нейруляция* — образование комплекса осевых органов (нервная трубка, хорда, кишечная трубка и мезодерма); построение остальных органов, приобретение различными участками тела типичной для них формы и черт внутренней организации.

Зародыш на стадии нейруляции называется *нейрулой*. На спинной стороне образуется *нервная пластинка*, ее края утолщаются и приподнимаются, образуя *нервные валики*. В центре пластинки возникает U-образное углубление — *нервный желобок*, края его соприкасаются, а затем смыкаются. В результате этих процессов возникает нервная трубка с полостью — *невроцелем*. Из материала *эктодермы*, помимо нервной трубки, развиваются эпидермис и его производные (перо, волосы, ногти, когти, кожные железы и т. д.), компоненты органов зрения, слуха, обоняния, эпителий ротовой полости, эмаль зубов.

Практически одновременно с нейруляцией происходят процессы закладки мезодермы и хорды. Вначале вдоль боковых стенок первичной кишки путем выпячивания энтодермы образуются складки. Участок энтодермы, располо-

женный между этими складками, отделяется от основной массы энтодермы. Так появляется хорда. Возникшие выпячивания энтодермы отшнуровываются от первичной кишки и превращаются в ряд сегментарно-расположенных замкнутых мешков, называемых также *целомическими мешками*. Их стенки образованы мезодермой, а полость внутри представляет собой вторичную полость тела (или целом).

Из мезодермы развиваются все виды соединительной ткани, дерма, скелет, поперечно-полосатая и гладкая мускулатура, кровеносная и лимфатическая системы, половая система.

Из материала энтодермы развивается эпителий кишечника и желудка, пищеварительные железы, эпителий легких и воздухоносных путей, передняя и средняя доли гипофиза, щитовидная и паращитовидная железы.

Наблюдения за оплодотворенной яйцеклеткой лягушки позволили проследить путь развития клеток, входящих в состав того или иного участка зародыша. Оказалось, что строго определенные клетки, занимающие соответствующее место в бластуле, дают начало строго определенным зачаткам органов. В 1924 г. были опубликованы результаты опытов Г. Шлемана и Г. Мангольда, посвященные выяснению этого вопроса. На стадии ранней гаструлы зачаток эктодермы, который в нормальных условиях должен был развиться в структуры нервной системы, из зародыша гребенчатого (непигментированного) тритона пересаживался под эктодерму брюшной стороны, дающую начало эпидермису кожи, зародыша обыкновенного (пигментированного) тритона. В итоге на брюшной стороне зародыша-реципиента возникала сначала нервная трубка и другие компоненты комплекса осевых органов, а затем формировался дополнительный зародыш. Причем наблюдения показали, что ткани дополнительного зародыша формируются почти исключительно из клеточного материала реципиента. Эти данные доказывают, что в ходе эмбриогенеза некоторые части зародыша влияют на пути развития соседних участков. Такое влияние одного зачатка на другой получило название *эмбриональной индукции*.

Важно использование фактов нарушения нормального хода беременности под влиянием различных мутагенов: алкоголя, никотина, наркотиков, лекарств. Примеры: ис-

пользование снотворного талидомида в Западной Европе в 50-е годы привело к рождению нескольких тысяч уродов от матерей, которые принимали патентованное снотворное; недостаток витаминов группы В может стать причиной ряда морфологических уродств, в том числе и внутренних органов (сердца, печени). Антибиотик актиномицин D, не оказывая влияния на организм матери, у зародышей нарушает формирование органов и тканей, особенно глаз и мозга. Избыток некоторых гормонов может стать причиной аномалий развития. После введения кортизона (гормон надпочечников) самкам крыс на 12-й день беременности у всех зародышей сформировалась волчья пасть; шумовой стресс у беременных крыс приводит к нарушению формирования скелета и ряду других дефектов у плодов; причиной уродств являются токсины паразитов.

Постэмбриональное развитие. Различают два основных типа постэмбрионального развития.

Прямое, при котором из тела матери или яйцевых оболочек выходит особь, отличающаяся от взрослого организма только меньшим размером (птицы, млекопитающие). Различают: *неличиночный* (яйцекладный) тип, при котором зародыш развивается внутри яйца (рыбы, птицы), и *внутриутробный* тип, при котором зародыш развивается внутри организма матери и связан с ним через плаценту (плацентарные млекопитающие).

С превращением (метаморфозом), при котором из яйца выходит личинка, устроенная проще взрослого животного (иногда сильно отличающаяся от него); как правило, она имеет специальные личиночные органы, отсутствующие у взрослого животного, и не способна к размножению; часто личинка ведет иной образ жизни, чем взрослое животное (насекомые, амфибии). Вызывают интерес факты превращения неотенической личинки аксолотля в амбистому, превращение головастика в лягушат под влиянием гормона щитовидной железы.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Онтогенез.**§ 21**

Онтогенез: эмбриогенез + постэмбриональное развитие.

Этапы эмбриогенеза**1. Оплодотворение.**

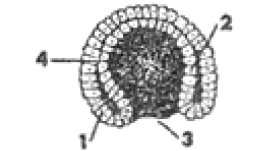
После проникновения в яйцеклетку хвостик и шейка сперматозоида разрушаются, удваивается ДНК, пронуклеусы сливаются. $1n2c + 1n2c = 2n4c$.

2. Дробление, бластуляция. Все рисунки — дома!

Зигота → бластомеры → морула → бластула.

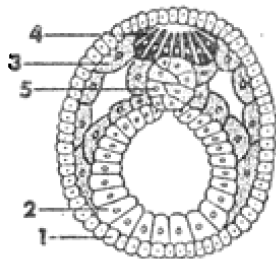


Первичная полость — бластоцель (2), бластодерма (1).

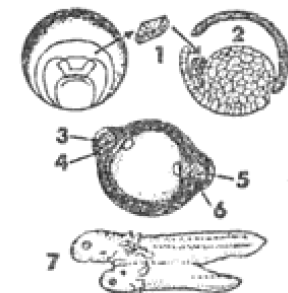
**3. Гастрюляция,** в гастреле различают:

1 — эктодерма; 2 — энтодерма; 3 — blastopore (первичный рот); 4 — гастрюцель.

Иглокожие и хордовые — вторичноротые.

**4. Нейруляция** (происходит замыкание нервной пластинки в нервную трубку).

1 — эктодерма; 2 — энтодерма; 3 — мезодерма; 4 — нервная пластинка; 5 — хорда. (Индукция — опыты Шпемана.)

**5. Органогенез:**

Эктодерма: НС, органы чувств, эпидермис кожи и его производные.

Энтодерма: пищеварительная и дыхательная системы.

Мезодерма: скелет, мускулатура, кровеносная, выделительная и половая системы.

Постэмбриональное развитие

Прямое — нет личиночной стадии: пауки, хрящевые рыбы, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие;

Непрямое — есть личиночная стадия: насекомые, моллюски, земноводные и др. Метаморфоз!

Влияние мутагенов?

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Сколько семязачатков может в быть в пестике?
2. Цветок — орган бесполого и полового размножения. В чем проявляется бесполое размножение?
3. Какие части цветка образуют околоцветник?
4. Чем представлен мужской гаметофит?
5. Чем представлен женский гаметофит?
6. Что образуется из оплодотворенной яйцеклетки?
7. Что образуется из оплодотворенной центральной клетки?
8. Что образуется из интегументов?
9. Из чего образуется околоплодник?
10. Кто открыл двойное оплодотворение?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование**Задание 18. «Двойное оплодотворение
цветковых растений»**

Тест 1. Сколько семязачатков может быть в пестике?

1. Всегда один.
2. Сбычно равно количеству семян.
3. Обычно равно количеству плодов.
4. Равно количеству пестиков.

Тест 2. Цветок — орган бесполого и полового размножения.
В чем проявляется бесполое размножение?

1. В образовании семян.
2. В образовании плодов.
3. В образовании спор.
4. В образовании гамет.

Тест 3. Какие части цветка образуют околоцветник?

1. Чашечка из чашелистиков.
2. Венчик из лепестков.
3. Чашечка и венчик.
4. Чашечка, венчик, андроцей и гинецей.

Тест 4. Чем представлен мужской гаметофит цветковых растений?

1. Совокупностью тычинок.
2. Пыльцевым мешком.
3. Микроспорой.
4. Пыльцевым зерном.

Тест 5. Чем представлен женский гаметофит цветковых растений?

1. Пестиком.
2. Завязью пестика.
3. Семязачатком.
4. Зародышевым мешком.

Тест 6. Что образуется из оплодотворенной яйцеклетки?

1. Семя.
2. Плод.
3. Зародыш семени.
4. Эндосперм.

Тест 7. Что образуется из оплодотворенной центральной клетки?

1. Плод.
2. Семя.
3. Зародыш семени.
4. Эндосперм.

Тест 8. Что образуется из интегументов?

1. Околоплодник.
2. Семенная кожура.
3. Эндосперм.
4. Семядоли.

Тест 9. Из чего образуется околоплодник?

1. Из интегументов.
2. Из стенок завязи.
3. Из пестика.
4. Из цветоложа.

Тест 10. Кто открыл двойное оплодотворение?

1. С. Г. Навашин.
2. И. В. Мичурин.
3. Н. И. Вавилов.
4. Г. Мендель.

Урок 7. **ЗАЧЕТ ПО РАЗДЕЛУ «РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ»**

Задачи. Обобщить фактический материал с общебиологических и эволюционных позиций, проверить усвоение конкретного фактического материала, углубить и расширить знания учащихся.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* фильмы, рефераты учащихся, газеты, бюллетени.

Ход урока:

Повторение. Письменная проверочная работа (30 мин.).

Тесты и вопросы к зачету вывешиваются за неделю. Предлагаются темы рефератов, газет.

На зачете будут эти же тесты и вопросы, но в другом порядке. Учитель раздает листочки с вопросами на каждый стол, класс делится на два варианта, каждому варианту предлагается 10 тестов (1—10, 11—20, 21—30, 31—40) и один теоретический вопрос. У следующего класса будут другие тесты и другие теоретические вопросы.

Тесты и вопросы к зачету по теме «Размножение и развитие»

1. Как называется набор хромосом, характерный для вида?
2. Какой набор хромосом в соматических и половых клетках?
3. Сколько хромосом и ДНК в различных периодах интерфазы?
4. Как называются парные, одинаковые хромосомы соматической клетки?
5. Как называется первичная перетяжка и концы хромосомы?
6. Сколько хромосом и ДНК в клетке перед митозом и в конце митоза?
7. Сколько хромосом и ДНК в профазу, метафазу и анафазу митоза?
8. Каков смысл мейоза?
9. Как называются первое и второе деления мейоза?
10. Какие процессы происходят в клетке в профазу 1 мейоза?
11. Сколько хромосом и ДНК перед мейозом, после первого и второго деления?
12. Какой набор хромосом и ДНК в метафазу 1 и анафазу 1 мейоза?

13. Что характерно для интерфазы между первым и вторым делениями мейоза?
14. Какой набор хромосом и ДНК в метафазу 2 и анафазу 2 мейоза?
15. Когда в мейозе происходит перекомбинация генетического материала?
16. Перечислите фазы мейоза, во время которых хромосомы – двуххроматидные.
17. Что характерно для бесполого размножения?
18. Как называется деление, при котором происходит множественное деление ядра и образуется несколько особей (у трипаносом, малярийного плазмодия)?
19. Что характерно для генотипов дочерних особей по сравнению с материнской при бесполом размножении?
20. Какой набор хромосом имеют споры?
21. Как называются оболочки яйцеклетки млекопитающих?
22. Когда начинается овогенез у человека?
23. Как называется размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки?
24. Каков набор хромосом гаметогониев? Гаметоцитов 1-го порядка? Гаметоцитов 2-го порядка?
25. Что образуется после сперматогенеза из одного сперматоцита?
26. Что образуется после овогенеза из одного овоцита?
27. У каких организмов внешнее оплодотворение?
28. Чем представлены мужской и женский гаметофиты цветковых растений?
29. Что образуется из интегументов и центральной клетки зародышевого мешка?
30. Из чего образуется околоплодник?
31. Кто открыл двойное оплодотворение?
32. Из каких периодов складывается онтогенез животных?
33. Из каких периодов складывается эмбриогенез животных?
34. Что образуется в результате дробления зиготы?
35. Как называется двухслойный зародыш ланцетника?
36. Что образуется из эктодермы, энтодермы и мезодермы нейрулы?
37. Из каких зародышевых листков образуется позвоночник, эпидермис и легкие?
38. Какие животные относятся к вторичноротым?
39. Назовите трех животных с прямым постэмбриональным развитием.
40. Назовите трех животных с непрямым постэмбриональным развитием.

Теоретические вопросы:

1. Митотический цикл клетки.
2. Зарисуйте и объясните поведение пары гомологичных хромосом в профазу, метафазу, анафазу и телофазу 1 мейотического деления.
3. Бесполое размножение и его формы.
4. Яйцеклетки, сперматозоиды. Гаметогенез.
5. Типы онтогенеза. Стадии эмбриогенеза.
6. Образование спор и гамет у цветковых растений. Двойное оплодотворение.

Зачет по теме «Размножение и развитие»

1. Что образуется после сперматогенеза из одного сперматоцита?
2. Какие животные относятся к вторичноротым?
3. Что образуется из интегументов и центральной клетки зародышевого мешка?
4. Как называется набор хромосом, характерный для вида?
5. Сколько хромосом и ДНК в различных периодах интерфазы?
6. Сколько хромосом и ДНК в профазу, метафазу и анафазу митоза?
7. Как называется двухслойный зародыш ланцетника?
8. Каков смысл мейоза?
9. Какие процессы происходят в клетке в профазу 1 мейоза?
10. Сколько хромосом и ДНК перед мейозом, после первого и второго деления?
11. Какой набор хромосом и ДНК в метафазу 1 и анафазу 1 мейоза?
12. Из чего образуется околоплодник?
13. Что характерно для интерфазы между первым и вторым делениями мейоза?
14. Какой набор хромосом и ДНК в метафазу 2 и анафазу 2 мейоза?
15. Что образуется после овогенеза из одного овоцита?
16. Как называются парные, одинаковые хромосомы соматической клетки?
17. Что характерно для бесполого размножения?
18. Из каких периодов складывается эмбриогенез животных?
19. Сколько хромосом и ДНК в клетке перед митозом и в конце митоза?
20. Как называется деление, при котором происходит множественное деление ядра и образуется несколько особей (у трипаносом, малярийного плазмодия)?
21. Что характерно для генотипов дочерних особей по сравнению с материнской при бесполом размножении?

22. Из каких зародышевых листков образуется позвоночник, эпидермис и легкие?
23. Какой набор хромосом имеют споры?
24. Как называются оболочки яйцеклетки млекопитающих?
25. Как называется первичная перетяжка и концы хромосомы?
26. Когда начинается овогенез у человека?
27. Назовите трех животных с непрямým постэмбриональным развитием.
28. Как называется размножение, при котором развитие нового организма происходит из неоплодотворенной яйцеклетки?
29. Каков набор хромосом гаметогониев? Гаметоцитов 1-го порядка? Гаметоцитов 2-го порядка?
30. Какой набор хромосом в соматических и половых клетках?
31. У каких организмов внешнее оплодотворение?
32. Чем представлены мужской и женский гаметофиты цветковых растений?
33. Кто открыл двойное оплодотворение?
34. Из каких периодов складывается онтогенез животных?
35. Перечислите фазы мейоза, во время которых хромосомы – двухроматидные.
36. Что образуется в результате дробления зиготы?
37. Как называются первое и второе деления мейоза?
38. Что образуется из эктодермы, энтодермы и мезодермы нейрулы?
39. Когда в мейозе происходит рекомбинация генетического материала?
40. Назовите трех животных с прямым постэмбриональным развитием.

Теоретические вопросы:

1. Митотический цикл клетки.
2. Зарисуйте и объясните поведение пары гомологичных хромосом в профазу, метафазу, анафазу и телофазу 1 мейотического деления.
3. Бесполое размножение и его формы.
4. Яйцеклетки, сперматозоиды. Гаметогенез.
5. Типы онтогенеза. Стадии эмбриогенеза.
6. Образование спор и гамет у цветковых растений. Двойное оплодотворение.

Просмотр фильмов, заслушивание рефератов с целью углубления знаний по этому разделу (10 мин).

Темы для рефератов: «Естественный и искусственный партеногенез», «Клонирование», «Гермафродитизм», «Роль гормонов в жизни организмов», «Старение и бессмертие».

Раздел 3. ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ И СЕЛЕКЦИИ

Главы 7, 8. ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ

Материал глав формирует знания об основных этапах развития генетики, о материальных носителях наследственности — генах. Изучаются различные типы взаимодействия генов, основные закономерности наследования признаков, формируются знания о механизме определения пола у человека и животных. Изучается наследственная и ненаследственная изменчивость, выясняются основные характеристики этих видов изменчивости. Рассматриваются основные виды наследственной изменчивости и их значение для эволюции. Учащиеся знакомятся с основными методами изучения генетики человека, на конкретных заболеваниях рассматриваются последствия мутаций, затрагивающих генотип человека.

Распределение материала по урокам:

1-й урок. Первый и второй законы Г. Менделя.

2-й урок. Анализирующее скрещивание.

3-й урок. Третий закон Менделя.

4-й урок. Закон Моргана.

5-й урок. Генетика пола.

6-й урок. Взаимодействие генов, цитоплазматическая наследственность.

7-й урок. Модификационная изменчивость.

8-й урок. Наследственная изменчивость.

9-й урок. Генетика человека.

10-й урок. Зачет.

Урок 1. **МОНОГИБРИДНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ. ПЕРВЫЙ И ВТОРОЙ ЗАКОНЫ Г. МЕНДЕЛЯ**

Задачи. Сформировать знания о генетике как науке; о материальных носителях наследственности; о гибридологическом методе как основном методе изучения наследственности; о первых двух законах, открытых Г. Менделем.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, возможно использование фрагмента кинофильма «Основные законы наследственности. Законы Менделя», видеофильм «Что такое генетика», другие видеоматериалы, диафильм «Законы наследственности».

Ход урока:

Повторение. Анализ зачета, выставление оценок (5—7 минут).

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма, кодограммы.

Первый закон Г. Менделя. Генетика — относительно молодая наука. Официальной датой ее рождения считается 1900 г., когда Г. Де Фриз в Голландии, К. Корренс в Германии и Э. Чермак в Австрии независимо друг от друга «переоткрыли» законы наследования признаков, установленные Г. Менделем еще в 1865 году.

Генетика изучает два фундаментальных свойства живых организмов: наследственность и изменчивость.

Под *наследственностью* понимают *свойство организмов обеспечивать материальную и функциональную преемственность между поколениями*. Благодаря наследственности каждый вид животных и растений в ряде сменяющих друг друга поколений сохраняет не только характерные для него признаки, но и особенности развития.

Материальной основой наследственности, связывающей поколения, являются гаметы (при половом размножении) и соматические (при бесполом). Но клетки несут в себе не признаки и свойства будущих организмов, а лишь задат-

ки, дающие возможность развития этих признаков и свойств. Этими задатками являются гены.

Наличие задатка еще не означает обязательного появления признака, поскольку развитие любого признака зависит как от присутствия других генов, так и от условий среды. То есть формирование признаков происходит в ходе индивидуального развития особей. Поэтому каждая отдельно взятая особь уникальна, обладает набором признаков, характерных только для нее. *Совокупность всех признаков организма называют фенотипом.*

Появление в рамках одного вида признаков, отличающих особей друг от друга, является следствием наличия у особей свойства изменчивости. Под *изменчивостью* понимают *свойство организмов приобретать новые признаки под воздействием различных факторов.* Изменчивость заключается в изменении наследственных задатков, то есть генов. Изучением причин и форм изменчивости также занимается генетика.

Изменчивость противоположна наследственности. Если наследственность стремится закрепить признаки и свойства организмов, то изменчивость обеспечивает появление новых признаков и свойств. Вместе с тем наследственность и изменчивость тесно взаимосвязаны. Благодаря изменчивости организмы приспособляются к изменяющимся условиям окружающей среды, а благодаря наследственности эти изменения закрепляются.

Таким образом, *генетика — это наука о закономерностях наследственности и изменчивости.*

Основным методом исследования является *гибридологический метод*, основанный на скрещивании, гибридизации. Г. Мендель на протяжении восьми лет проводил скрещивания между 22 различными сортами гороха. Горох — строгий самоопылитель, но возможно удаление тычинок и перенос пыльцы от растений другого сорта с целью получения гибридных семян.

Для записи результатов скрещиваний в генетике используются специальная символика, предложенная Г. Менделем: *P* — родители; *F* — потомство, число внизу или сразу после буквы указывает на порядковый номер поколения (*F*₁ — гибриды первого поколения — прямые потомки родителей, *F*₂ — гибриды второго поколения — возникают

7-1222

в результате скрещивания между собой гибридов F_1); $\times$ — значок скрещивания; ♂ — мужская особь; ♀ — женская особь; A, a, B, b, C, c — буквами латинского алфавита обозначаются отдельно взятые наследственные признаки.

Успеху работы Менделя способствовал удачный выбор объекта для проведения скрещиваний. Горох имеет короткий период развития, многочисленное потомство, большое количество хорошо заметных альтернативных признаков. Окраска венчика гороха — белая или красная, окраска семядолей — зеленая или желтая, форма семени — морщинистая или гладкая, окраска боба — желтая или зеленая, и другие признаки. Горох является строгим самоопылителем, строение венчика защищает цветок от опыления посторонней пылью.

Опыты Менделя были тщательно продуманы. Свои исследования он начал с изучения закономерностей наследования всего лишь одной пары альтернативных признаков.

Моногибридным называют скрещивание двух организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных (взаимоисключающих) признаков. При таком скрещивании прослеживаются закономерности наследования только двух вариантов признака (например, белая и красная окраска венчика), а все остальные признаки организма во внимание не принимаются.

Классическим примером моногибридного скрещивания является скрещивание сортов гороха с желтыми и зелеными семенами: все потомки имели желтые семена. Аналогичная картина наблюдалась и при скрещиваниях, в которых изучалось наследование других признаков. Мендель пришел к выводу, что у гибрида первого поколения из каждой пары альтернативных признаков проявляется только один, доминантный, а второй, рецессивный, не развивается, как бы исчезает.

Позже выявленная закономерность была названа законом единообразия гибридов первого поколения, или законом доминирования. Это первый закон Менделя: при скрещивании двух организмов, относящихся к разным чистым линиям (двух гомозиготных организмов), отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все первое поколение гибридов (F_1) окажется единообразным и будет нести признак одного из родителей.

Второй закон Г. Менделя. Семена гибридов первого поколения использовались Менделем для получения второго гибридного поколения. Во втором поколении три четвертых от всех семян (6022) имели желтую окраску, одна четвертая (2001) — зеленую. Такие же соотношения 3:1 были получены при скрещивании или самоопылении гибридов с другими анализируемыми признаками.

Явление, при котором часть гибридов второго поколения несет доминантный признак, а часть — рецессивный, называют *расщеплением*. Причем наблюдающееся у гибридов расщепление не случайное, а подчиняется определенным количественным закономерностям.

Таким образом, на основе скрещивания гибридов первого поколения и анализа второго был сформулирован второй закон Менделя: *при скрещивании гибридов первого поколения в потомстве происходит расщепление признаков в определенном числовом соотношении.*

Для объяснения явления доминирования и расщепления гибридов второго поколения Мендель предложил *гипотезу чистоты гамет*. Он предположил, что развитие признака определяется соответствующим ему наследственным фактором. Один наследственный фактор гибриды получают от отца, другой — от матери. У гибридов F_1 проявляется лишь один из факторов — доминантный. Однако среди гибридов F_2 появляются особи с признаками исходных родительских форм. Это значит, что: у гибридов наследственные факторы сохраняются в неизменном виде; половые клетки содержат только один наследственный фактор, то есть они «чисты» (не содержат второго наследственного фактора). Итак, гипотеза чистоты гамет гласит: *наследственные факторы при образовании гибридов не смешиваются, а сохраняются в неизменном виде.*

Наследственные задатки (гены) Мендель предложил обозначать большими буквами латинского алфавита, например, доминантный признак *A*, рецессивный — *a*.

Поскольку в своих опытах Г. Мендель использовал растения, относящиеся к разным чистым линиям, анализируемые гены этих растений одинаковы, потомство было единообразным. Организмы, не дающие расщепления в потомстве, называются *гомозиготными*. Они могут быть гомозиготными по доминантным (*AA*) или по рецессив-

ным генам (aa). Организмы, в потомстве которых наблюдается расщепление, называются *гетерозиготными* (Aa).

Во времена Менделя строение и развитие половых клеток еще не было изучено, поэтому его гипотеза чистоты гамет является примером гениального предвидения, которое позже нашло научное подтверждение.

Явления доминирования и расщепления признаков, наблюдавшиеся Менделем, в настоящее время легко объясняются парностью хромосом, расхождением хромосом во время мейоза и объединением их во время оплодотворения.

Предположим, что соматические клетки несут всего одну пару гомологичных хромосом, содержащих гены, определяющие окраску семян у гороха. Обозначим ген, определяющий желтую окраску, буквой A , а зеленую — a . Поскольку Мендель работал с чистыми линиями, оба организма — гомозиготны, то есть несут два одинаковых гена окраски семян (соответственно, AA и aa). Во время мейоза число хромосом уменьшается в два раза, и в каждую гамету попадает только одна хромосома. Но так как обе хромосомы несут одинаковые гены, все гаметы одного организма будут содержать одну хромосому с геном A , а другого — с геном a .

Генетическая запись осуществляется следующим образом:

Дано:		Решение:	
Ген	Признак	P	$AA \times aa$ Желт. Зелен.
A	— желтые семена;	Гам.	(A) (a)
a	— зеленые семена;	F_1	$Aa \times Aa$ Желт. Желт.
P	$AA \times aa$	Гам.	$(A)(a)$ $(A)(a)$
	Желт Зелен.	F_2	$AA + 2Aa + aa$ Желт Желт Зелен
$F_1 = ?$			

При оплодотворении гаметы сливаются, и их хромосомы объединяются в одной зиготе. Получившийся от скрещивания гибрид становится гетерозиготным, так как его

клетки будут иметь генотип Aa , то есть оба аллеля одного и того же гена. У гибридного организма во время мейоза хромосомы расходятся в разные клетки, и образуется два типа гамет — 50% гамет будет нести ген A , 50% — ген a . Оплодотворение — процесс случайный и равновероятный, то есть любой сперматозоид может оплодотворить любую яйцеклетку. А поскольку образовалось два типа сперматозоидов и два типа яйцеклеток, возможно возникновение четырех типов зигот.

Для удобства расчета сочетания гамет при оплодотворении английский генетик Р. Пеннет предложил проводить запись в виде решетки, которую так и называли — *решетка Пеннета*. По вертикали указываются женские гаметы, по горизонтали — мужские. В клетки решетки вписываются генотипы зигот, образовавшихся при слиянии гамет.

Из приведенной схемы видно, что образуется три типа зигот. Половина из них — гетерозиготы (несут гены A и a), $1/4$ — гомозиготы по доминантному признаку (несут два гена A) и $1/4$ — гомозиготы по рецессивному признаку (несут два гена a). Причем желтосеменные растения одинаковы по фенотипу, но различны по генотипу: $1/3$ являются гомозиготными по доминантному признаку и $2/3$ — гетерозиготны.

Учитывая цитологические основы, второй закон Менделя можно сформулировать так: *при скрещивании двух потомков первого поколения между собой (двух гетерозиготных особей) во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом соотношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1.*

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Генетика. 1-й и 2-й законы Менделя. § 23

(Сообщение о биографии Г. Менделя)

Первый закон Г. Менделя

Генетика? Наследственность? Изменчивость?

Генотип? Фенотип?

Генотип

фенотип



1865 год. Г. Мендель, чех, г. Брно.

1900 год. Гуго Де Фриз, Корренс, Чермак.

Гибридологический метод? (22 сорта гороха, 8 лет!)

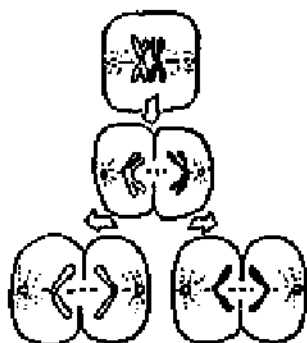
Моногибридное скрещивание?

Доминантный признак (*A*) — преобладающий.Рецессивный признак (*a*) — подавляемый.1-й закон Менделя, закон единообразия F_1 ?2-й закон Менделя, закон расщепления в F_2 в соотношении 3:1 (6022—2001)?**Гипотеза чистоты гамет**

Мендель предположил, что гаметы чисты — несут только один наследственный фактор из пары.

Дано:

Ген **Признак**
A — желтый цвет
a — зеленый цвет
P — **AA** x **aa**
 ж. з.

Фенотипы и генотипы F_1 —? F_2 —?

Решение:

P **AA** x **aa**
 ж. з.

Гам.

(A)

(a)

 F_1

Aa

x

Aa

ж.

ж.

Гам.

(A)

(a)

(A)

(a)

 F_2 :

AA

+

Aa

+

Aa

+

aa

ж.

ж.

ж.

ж.

з.

AA, aa — гомозиготы (определения)? Соматические клетки — 2n. Мейоз, в каждую гамету (n) попадает только один ген из пары.

Урок 2. **АЛЛЕЛЬНЫЕ ГЕНЫ. АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ**

Задачи. Сформировать знания о множественном аллелизме, его причинах и значении, об анализирующем скрещивании, промежуточном наследовании при неполном доминировании, продолжить формирование навыков решения задач на моногибридное скрещивание.

Оборудование. Таблицы по общей биологии, кодограмма, диафильм «Законы наследственности».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Характеристика гибридологического метода.
2. Первый закон Г. Менделя. Какие скрещивания были проведены Г. Менделем?
3. В чем сущность второго закона Г. Менделя? Генетическая схема записи.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма, кодограммы.

Аллельные гены. Половые клетки имеют одинарный, гаплоидный набор хромосом (n), а при их слиянии восстанавливается двойной, диплоидный ($2n$) набор хромосом. Следовательно, один наследственный задаток (ген) организм получает от материнского организма, а другой — от отцовского. Такие парные гены, находящиеся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и отвечающие за формирование альтернативных признаков, называются *аллельными*, а каждый ген пары — *аллелью*. Например, желтая и зеленая окраска семян гороха являются двумя аллелями (соответственно, доминантный аллель и рецессивный аллель) одного гена.

В настоящее время известно, что существуют гены, имеющие не два, а большее количество аллелей. Например, у мухи дрозофилы ген окраски глаз представ-

лен 12 аллелями: красная, коралловая, вишневая, абрикосовая и т. д. до белой. Наличие у гена большого количества аллелей называют *множественным аллелизмом*. Множественный аллелизм является следствием возникновения нескольких мутаций одного и того же гена. Важно обратить внимание учащихся на то, что в соматических клетках ($2n$) может быть только два аллеля одного гена, в гаметах остается один ген и соответственно один аллель, а в популяции может быть несколько различных аллелей одного гена.

Поскольку в своих опытах Г. Мендель использовал растения, относящиеся к разным чистым линиям, аллельные гены этих растений одинаковы. Организмы, имеющие одинаковые аллели одного гена, называются *гомозиготными*. Они могут быть гомозиготными по доминантным (AA) или по рецессивным генам (aa). Организмы, имеющие разные аллели одного гена, называются *гетерозиготными* (Aa).

Анализирующее скрещивание. Не всегда по фенотипу можно определить генотип организма. Понятно, что горох с зелеными семенами имеет генотип aa , горох с желтыми семенами может быть гомозиготным с генотипом AA , но может быть и гетерозиготным с генотипом Aa . Для определения генотипа проводят *анализирующее скрещивание* — скрещивание с особью, гомозиготной по рецессивному признаку (с генотипом aa). При скрещивании гомозиготного организма в потомстве расщепления не наблюдается:

P	AA Желт.	$\times$	aa Зелен.
Гам.	A		a
F_1	100% Aa , желтые семена.		

У гетерозиготного организма образуется два типа гамет: 50% с доминантным признаком (A), 50% — с рецессивным (a), в потомстве будет наблюдаться расщепление по фенотипу и генотипу в соотношении 1/1:

<i>P</i>	<i>AA</i> Желт.	×	<i>aa</i> Зелен.
Гам.	$\bigcirc A$	$\bigcirc a$	$\bigcirc a$
<i>F</i> ₁	50% <i>Aa</i> , желтые семена, 50% <i>aa</i> , зеленые семена.		

Таким образом, проведя анализирующее скрещивание, можно по потомству определить неизвестный генотип организма.

Неполное доминирование. Не всегда один из признаков полностью доминирует над другим. Сам Мендель столкнулся с тем, что при скрещивании крупнолистного сорта гороха с мелколистным гибриды первого поколения не повторяли признак ни одного из родительских растений. Все они имели листья средней величины, то есть выражение признака у гибридов носит промежуточный характер с большим или меньшим отклонением в сторону одного из родительских признаков.

Позже выяснилось, что неполное доминирование (или промежуточное проявление признака) характерно для многих признаков растений и животных. Именно такой характер имеет наследование окраски цветка у львиного зева, окраски оперения у кур, шерсти у крупного рогатого скота и овец и т. д.

В качестве примера рассмотрим наследование окраски у цветов ночной красавицы. При скрещивании гомозиготных красноцветковых и белоцветковых сортов все первое поколение гибридов имеет цветки розового цвета. При скрещивании гибридов получаем расщепление в соотношении $\frac{1}{4}$ красноцветковых, $\frac{2}{4}$ розовоцветковых, $\frac{1}{4}$ белоцветковых. Характерно то, что при неполном доминировании расщепление по генотипу соответствует расщеплению по фенотипу, так как гетерозиготы фенотипически отличаются от гомозигот.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Аллельные гены.**§ 24, зад. 5, 6****Аллельные гены**

Наследственный признак, ген, находится в хромосоме в определенном месте — локусе.

A и a — аллели одного гена, аллельные гены, находятся в одинаковых локусах гомологичных хромосом и (?)

Множественный аллелизм — когда существует несколько аллелей одного гена (известно 12 аллелей окраски глаз у дрозофилы). Сколько аллелей одного гена в соматической клетке? В половой?

Анализирующее скрещивание

Фенотип — желтый цвет. Какой генотип? Как узнать;



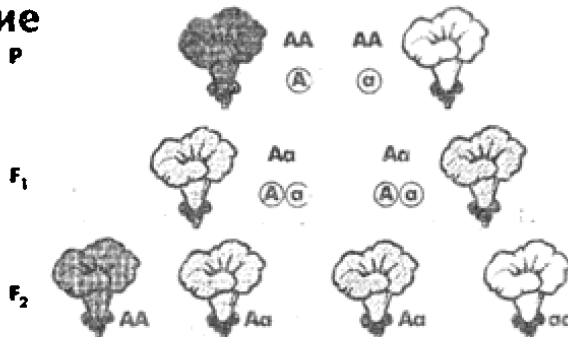
Скрестить с гомозиготой по рецессивным признакам aa .

1) $AA \times aa = 100\% Aa$ (желт.)

2) $Aa \times aa = 50\% Aa$ (желт.) $50\% aa$ (зел.)

Неполное доминирование

Неполное доминирование и промежуточное наследование у гетерозигот (ночная красавица). Расщепление в F_2 по фенотипу и генотипу?



Задача 5. P : серые $\times$ черные; F_1 : 14 черных, 16 серых, серые — доминантный признак. Найти генотипы: P , F_1 .

Дано:

Ген Признак
 A — серый цвет;
 a — черный цвет.

P $A_$ $\times$ aa
 Сер. Черн.

F_1 14 aa + 16 $A_$
 Черн. Сер.

Генотипы P ? F_1 ?

Решение:

P $A_$ $\times$ aa
 Сер. Черн.

Гаметы A ? a

F_1 14 aa (черн.) + 16 $A_$ (сер.)

Так как в F_1 есть черные мыши с генотипом aa , то генотип серых P — Aa .

Ответ: генотипы P — ?, F_1 — ?

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называется совокупность генов, полученных от родителей?
2. Как называется совокупность внешних и внутренних признаков, полученных от родителей?
3. Как называется первый закон Г. Менделя?
4. Как называется второй закон Г. Менделя?
5. В каком году Г. Мендель выступил с докладом «Опыты над растительными гибридами»?
6. Какая часть гомозиготных особей получается при скрещивании гетерозигот?
7. Какая часть особей с доминантными признаками получается при скрещивании гетерозигот?
8. Как называются особи, не дающие расщепления в потомстве?
9. Какой признак Г. Мендель назвал доминантным?
10. Какие наследственные признаки несут гаметы гетерозиготного организма?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 19. «Гибридологический метод. Первый и второй законы Г. Менделя»

Тест 1. Как называется совокупность генов, полученных от родителей?

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Кариотип. | 3. Генотип. |
| 2. Фенотип. | 4. Геном. |

Тест 2. Как называется совокупность внешних и внутренних признаков, полученных от родителей?

- | | |
|--------------|-------------|
| 1. Кариотип. | 3. Генотип. |
| 2. Фенотип. | 4. Геном. |

Тест 3. Как называется первый закон Г. Менделя?

1. Закон расщепления признаков в соотношении 3:1.
2. Закон единообразия первого поколения.
3. Неполное доминирование при промежуточном наследовании признаков.

4. Промежуточное наследование при неполном доминировании.

Тест 4. Как называется второй закон Г. Менделя?

1. Закон расщепления признаков в соотношении 3:1.
2. Закон единообразия первого поколения.
3. Неполное доминирование при промежуточном наследовании признаков.
4. Промежуточное наследование при неполном доминировании.

Тест 5. В каком году Г. Мендель выступил с докладом «Опыты над растительными гибридами»?

1. В 1831 г.
2. В 1859 г.
3. В 1865 г.
4. В 1900 г.

Тест 6. В каком году К. Корренс (Германия), Э. Чермак (Австрия), Г. Де Фриз (Голландия) переоткрыли законы Г. И. Менделя?

1. В 1831 г.
2. В 1859 г.
3. В 1865 г.
4. В 1900 г.

Тест 7. Какая часть гомозиготных особей получается при скрещивании гетерозигот?

1. Одна вторая.
2. Одна третья.
3. Одна четвертая.
4. Три четвертых.

Тест 8. Какая часть особей с доминантными признаками получается при скрещивании гетерозигот?

1. Одна вторая.
2. Одна третья.
3. Одна четвертая.
4. Три четвертых.

Тест 9. Как называются особи, не дающие расщепления в потомстве?

1. Гомозиготные.
2. Гетерозиготные.
3. Особи с доминантными признаками.
4. Особи, образующие два типа гамет.

****Тест 10.** Какие суждения верны?

1. Фенотип зависит только от генотипа.
2. Фенотип зависит от взаимодействия генотипа и среды.
3. Гаметы несут только один наследственный признак из пары.
4. Генотип гороха с желтыми семенами может быть только АА.

Урок 3. ТРЕТИЙ ЗАКОН Г. МЕНДЕЛЯ

Задачи. Сформировать знания о дигибридном скрещивании, вывести и сформулировать третий закон Г. Менделя, продолжить формирование навыков решения генетических задач.

Оборудование. Демонстрационный материал: таблицы по общей биологии, кодограмма, диафильм «Законы наследственности».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. *Задача.* Какое потомство по фенотипу и генотипу ожидается от скрещивания серых гетерозиготных мышей? Известно, что серый цвет доминирует над черным.
2. *Задача.* Голубоглазый мужчина, оба родителя которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, отец которой имел карие глаза, а мать — голубые. От этого брака родился голубоглазый сын. Определите генотипы всех упомянутых лиц.
3. *Запишите следующие определения:* Генотип? Фенотип? Доминантные признаки? Рецессивные признаки? Аллельные гены? Анализирующее скрещивание? Моногибридное скрещивание?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма, кодограммы.

Дигибридное скрещивание. Дигибридным называют скрещивание двух организмов, отличающихся друг от друга по двум парам альтернативных признаков. Для дигибридного скрещивания Мендель брал гомозиготные растения гороха, отличающиеся по окраске (желтые и зеленые) и форме семян (гладкие и морщинистые). Желтая окраска (A) и гладкая форма (B) семян — доминантные признаки, зеленая окраска (a) и морщинистая форма (b) — рецессивные признаки.

Скрещивая растение с желтыми и гладкими семенами с растением с зелеными и морщинистыми семенами, Мендель получил единообразное гибридное поколение F_1 с

желтыми и гладкими семенами. От самоопыления 15 гибридов F_1 было получено 556 семян, из них 315 желтых гладких, 101 желтое морщинистое, 108 зеленых гладких и 32 зеленых морщинистых.

Анализируя полученное потомство, Мендель прежде всего обратил внимание на то, что, наряду с сочетаниями признаков исходных сортов (желтые гладкие и зеленые морщинистые семена), при дигибридном скрещивании появляются и новые сочетания признаков (желтые морщинистые и зеленые гладкие семена). Он обратил внимание на то, что расщепление по каждому отдельно взятому признаку соответствует расщеплению при моногибридном скрещивании. Из 556 семян $\frac{3}{4}$ были гладкими, $\frac{1}{4}$ — морщинистыми; $\frac{3}{4}$ семян имели желтую окраску, а $\frac{1}{4}$ — зеленую.

Анализ количественных соотношений групп гибридов F_2 , имеющих определенное сочетание признаков, привело к такому заключению: расщепление по фенотипу при скрещивании дигетерозигот происходит в соотношении 9:3:3:1. $\frac{9}{16}$ растений F_2 обладали обоими доминантными признаками (гладкие желтые семена);

$\frac{3}{16}$ были желтыми и морщинистыми;

$\frac{3}{16}$ были зелеными и гладкими;

$\frac{1}{16}$ растений F_2 обладали обоими рецессивными признаками (морщинистые семена зеленого цвета).

При моногибридном скрещивании родительские организмы отличаются по одной паре признаков (желтые и зеленые семена) и дают во втором поколении *два фенотипа* ($2^1 = 2$) в соотношении 3+1.

При дигибридном они отличаются по двум парам признаков и дают во втором поколении *четыре фенотипа* ($2^2 = 4$) в соотношении $(3+1)^2$. Легко посчитать, сколько фенотипов и в каком соотношении будет образовываться во втором поколении при тригибридном скрещивании: 2^3 — *восемь фенотипов в соотношении $(3+1)^3$* .

Четыре фенотипа скрывают девять разных генотипов: 1 — $AABB$; 2 — $AABb$; 1 — $AAbb$; 2 — $AaBB$; 4 — $AaBb$; 2 — $Aabb$; 1 — $aaBB$; 2 — $aaBb$; 1 — $aabb$. Если расщепление по генотипу в F_2 при моногибридном поколении было 1:2:1, то есть было три разных генотипа (3^1), то при дигибридном образуется 9 разных генотипов — 3^2 , при тригибридном скрещивании образуется 3^3 — 27 разных генотипов.

Мендель пришел к выводу, что расщепление по одной паре признаков не связано с расщеплением по другой паре. Для семян гибридов характерны не только сочетания признаков родительских растений (желтое гладкое семя и зеленое морщинистое семя), но и возникновение новых комбинаций признаков (желтое морщинистое семя и зеленое гладкое семя).

Проведенное исследование позволило сформулировать закон независимого комбинирования генов (третий закон Менделя): *при скрещивании двух гетерозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум (и более) парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга в соотношении 3:1 и комбинируются во всех возможных сочетаниях.*

Третий закон Менделя справедлив только для тех случаев, когда анализируемые гены находятся в разных парах гомологичных хромосом.

Цитологические основы третьего закона Менделя. Пусть A — ген, обуславливающий развитие желтой окраски семян, a — зеленой окраски, B — гладкая форма семени, b — морщинистая. Скрещиваются гибриды первого поколения, имеющие генотип $AaBb$. При образовании гамет из каждой пары аллельных генов в гамету попадает только один, при этом в результате случайности расхождения хромосом в первом делении мейоза ген A может попасть в одну гамету с геном B или с геном b , а ген a может объединиться с геном B или с геном b . Таким образом, каждый организм образует четыре сорта гамет в одинаковом количестве (по 25 %): AB , Ab , aB , ab . Во время оплодотворения каждый из четырех типов сперматозоидов может оплодотворить любую из четырех типов яйцеклеток. Все возможные сочетания мужских и женских гамет легко установить с помощью решетки Пеннета. При анализе результатов видно, что по фенотипу потомство делится на четыре группы: 9 желтых гладких, 3 желтых морщинистых, 3 зеленых гладких, 1 желтая морщинистая. Если проанализировать результаты расщепления по каждой паре признаков в отдельности, то получится, что отношение числа желтых семян к числу зеленых — 3:1, отношение числа гладких к числу морщинистых — 3:1. Таким образом, при дигибридном скрещивании каждая пара признаков при расщеплении в потомстве ведет себя так же, как при моногибридном скрещивании, т.е. независимо от другой пары признаков.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Дигибридное скрещивание. § 25, зад. 6, 7**Третий закон Г. Менделя****Дигибридное скрещивание?****Дано:**

Ген Признак
A — желтый цвет
a — зеленый цвет
B — гладкая форма
b — морщинистая
P — *AABB* × *aabb*
 ж.г. з.м.

Фенотипы и генотипы F_1 —? F_2 —?

Ответ:**По фенотипу:**

9 *A_B_* (желт., гладкие)
 3 *A_bb* (желт., морщинистые)
 3 *aaB_* (зел., гладкие)
 1 *aabb* (зел., морщинистые)

$2^2 = 4$ (*A_* + *aa* = 2 фенотипа)
 в соотношении $(3 + 1)^n$, где $n = 2$

По генотипу:

$3^2 = 9$ генотипов (*AA* + *Aa* + *aa* = 3 разных генотипа) в соотношении: 1:2:1:2:4:2:1:2:1

3-й закон: Если анализируемые гены находятся в разных парах гомологичных хромосом, то при скрещивании гетерозигот расщепление по каждой паре признаков идет независимо от других пар признаков в соотношении 3:1.

Сколько фенотипов, генотипов и типов гамет ожидается при скрещивании тригетерозигот?

Решение:

P *AABB* × *aabb*
 ж.г. з.м.

Гам. (*AB*) (*ab*)

F_1 *AaBb* × *AaBb*
 ж.г. ж.г.

Гам. (*AB*) (*Ab*) (*aB*) (*ab*)
 (*aB*) (*ab*) (*aB*) (*ab*)

	<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
<i>AB</i>				
<i>Ab</i>				
<i>aB</i>				
<i>ab</i>				

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Что такое анализирующее скрещивание?
2. При анализирующем скрещивании все гибридные семена имели желтый цвет. Каковы генотипы родителей?
3. Какой генотип может быть у гороха с желтыми семенами?
4. Сколько аллелей одного гена может находиться в соматической клетке? В половой?
5. Сколько аллелей окраски глаз известно у дрозофилы?
6. Каковы генотипы у растений ночной красавицы с красными, розовыми и белыми цветами?
7. Какой генотип у черной мышки?
8. Какой может быть генотип у кареглазого мужчины?
9. Может ли у голубоглазых родителей появиться кареглазый ребенок?
10. Может ли у кареглазых родителей появиться голубоглазый ребенок?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

**Задание 20. «Аллельные гены.
Анализирующее скрещивание»**

Тест 1. Что такое анализирующее скрещивание?

1. Скрещивание с гомозиготой по рецессивным признакам.
2. Скрещивание с гомозиготой по доминантным признакам.
3. Скрещивание с гетерозиготой.
4. Для одних случаев — скрещивание с гомозиготой, для других — с гетерозиготой.

Тест 2. Провели анализирующее скрещивание гороха с желтыми семенами. В результате получили 50% горошин желтого цвета, 50% — зеленого. Каков генотип исследуемой особи?

1. AA . 2. aa . 3. Aa . 4. 50% — AA , 50% — Aa .

Тест 3. Провели анализирующее скрещивание гороха с желтыми семенами, имеющего генотип AA . Какое расщепление ожидается в потомстве?

1. Расщепления не будет, 100% семян будут зеленого цвета.
2. Расщепления не будет, 100% семян будут желтого цвета.
3. Расщепление в потомстве 3:1.
4. Расщепление в потомстве 1:1.

Тест 4. В чем сущность гипотезы чистоты гамет?

1. Гаметы чисты, всегда несут доминантные признаки.
2. Гаметы чисты, всегда несут рецессивные признаки.
3. Гаметы чисты, несут только один аллельный признак из пары.
4. Гаметы чисты, несут пару аллельных признаков.

Тест 5. Сколько аллелей одного гена окраски глаз находится в норме в одной половой клетке дрозофилы?

1. 12 аллелей.
2. 6 аллелей.
3. 2 аллеля.
4. 1 аллель.

Тест 6. Сколько аллелей одного гена окраски глаз находится в норме в одной соматической клетке дрозофилы?

1. 12 аллелей.
2. 6 аллелей.
3. 2 аллеля.
4. 1 аллель.

Тест 7. У мышей серая окраска доминирует над черной. Какой результат ожидается от скрещивания серой и черной гомозиготных линий мышей?

1. Всё потомство будет черным.
2. Одна вторая потомства будет серой, одна вторая — черной.
3. Три четвертых в потомстве будут серыми, одна четвертая — черными.
4. Всё потомство будет серым.

Тест 8. Известно, что карий цвет глаз у человека — доминантный признак, голубой — рецессивный. Какова вероятность появления кареглазого ребенка, если оба родителя кареглазые гетерозиготы?

1. 25%.
2. 50%.
3. 75%.
4. 100%.

Тест 9. Какая окраска ожидается у гибридов от скрещивания двух сортов ночной красавицы с красными и белыми цветами?

1. Все гибриды будут с красными цветами.
2. Все гибриды будут с розовыми цветами.
3. Все гибриды будут с белыми цветами.
4. $\frac{1}{4}$ — с красными, $\frac{2}{4}$ — с розовыми, $\frac{1}{4}$ — с белыми цветами.

****Тест 10.** Какие суждения верны?

1. Промежуточное наследование может наблюдаться у гетерозигот при неполном доминировании.
2. В соматической клетке может быть два одинаковых или два различных аллеля одного гена.
3. Анализирующее скрещивание — скрещивание с гомозиготой по доминантным признакам.
4. Ночная красавица с красными цветами — гетерозигота по данной паре признаков.

Урок 4. **СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ГЕНОВ**

Задачи. Сформировать знания о сцепленном наследовании тех признаков, за которые отвечают гены, локализованные в одной хромосоме, вывести и сформулировать закон Т.Г.Моргана, рассмотреть возможности анализа расстояния между генами по количественным характеристикам перекрестов признаков в потомстве, продолжить формирование навыков решения генетических задач.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 2), диафильм «Законы наследственности».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. *Задача.* У томатов круглая форма плодов доминирует над грушевидной, красная окраска — над желтой. Растение с круглыми и красными плодами скрещено с растением, имеющим грушевидные и желтые плоды. В потомстве 25% растений дали круглые красные плоды, 25% — круглые желтые, 25% — грушевидные красные и 25% — грушевидные желтые. Каковы генотипы родителей и потомства?

2. *Задача.* У томатов круглая форма плодов доминирует над грушевидной, красная окраска — над желтой. Растение с круглыми и красными плодами скрещено с растением, имеющим грушевидные и желтые плоды. В потомстве 50% растений дали круглые красные плоды, 50% — круглые желтые. Каковы генотипы родителей и потомства?

3. *Задача.* В семье от кареглазых родителей родился голубоглазый мальчик и кареглазая девочка. Карий цвет глаз доминирует над голубым. Напишите возможные генотипы родителей и детей.

Работа с карточкой у доски: приложение 3.

Компьютерное тестирование: приложение 1.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма, кодограммы (приложение 2).

Закон Т. Х. Моргана. Г. Мендель проследил наследование семи пар признаков у гороха. Многие исследователи, повторяя опыты Менделя, подтвердили открытые им законы. Было признано, что эти законы носят всеобщий характер. Однако в 1906 г. английские генетики В. Бэтсон и Р. Пеннет, проводя скрещивание растений душистого горошка и анализируя наследование формы пыльцы и окраски цветков, обнаружили, что эти признаки не дают независимого распределения в потомстве. Потомки всегда повторяли признаки родительских форм. Постепенно факты исключений из третьего закона Менделя накапливались. Стало ясно, что не для всех генов характерно независимое распределение в потомстве и свободное комбинирование.

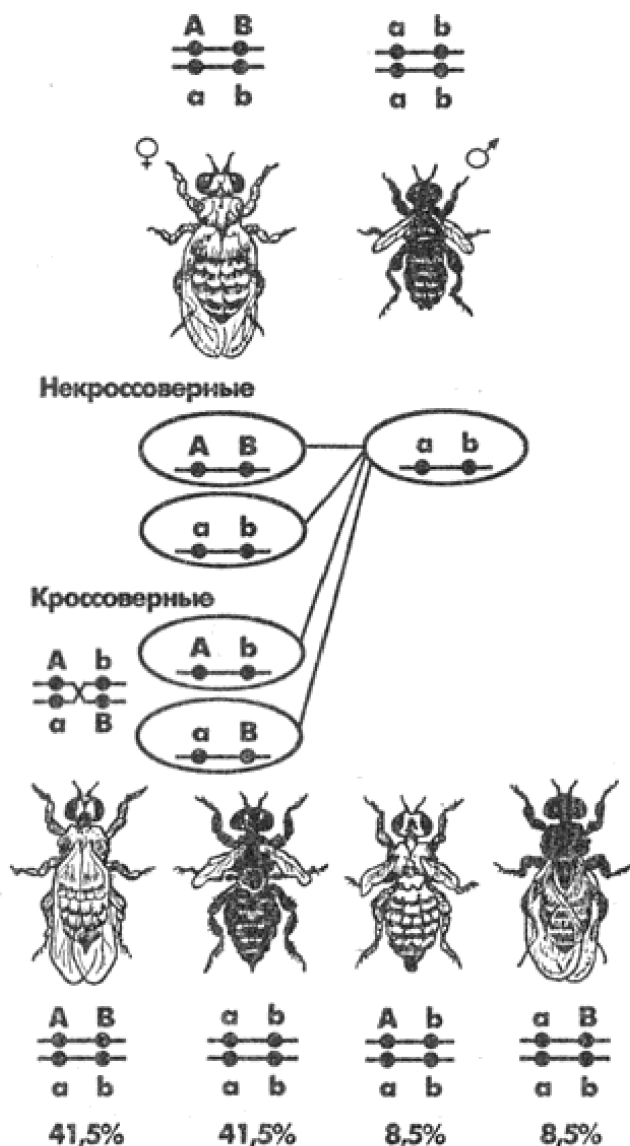
Каждый организм имеет огромное количество признаков, а число хромосом невелико. Следовательно, каждая хромосома несет не один ген, а целую группу генов, отвечающих за развитие разных признаков. Изучением наследования признаков, гены которых локализованы в одной хромосоме, занимался выдающийся американский генетик Т. Морган. Если Мендель проводил свои опыты на горохе, то для Моргана основным объектом стала плодовая мушка дрозофила. Мушка каждые две недели при температуре 25 °С дает многочисленное потомство. Самец и самка внешне хорошо различимы — у самца брюшко меньше и темнее.

Кроме того, они имеют отличия по многочисленным признакам и могут размножаться в пробирках на дешевой питательной среде. Скрещивая мушку дрозофилу с серым телом и нормальными крыльями с мушкой, имеющей темную окраску тела и зачаточные крылья, в первом поколении Морган получал гибридов, имеющих серое тело и нормальные крылья (ген, определяющий серую окраску брюшка, доминирует над темной окраской, а ген, обуславливающий развитие нормальных крыльев, — над геном недоразвитых). При проведении анализирующего скрещивания самки F_1 с самцом, имевшим рецессивные признаки, теоретически ожидалось получить потомство с комбинациями этих признаков в соотношении 1:1:1:1. Однако в потомстве явно преобладали особи с признаками родительских форм (41,5% серые длиннокрылые и 41,5% черные с зачаточными крыльями) и лишь незначительная

часть мушек имела перекомбинированные признаки (8,5% черные длиннокрылые и 8,5% серые с зачаточными крыльями).

Анализируя полученные результаты, Морган пришел к выводу, что гены, обуславливающие развитие серой окраски тела и длинных крыльев, локализованы в одной хромосоме, а гены, обуславливающие развитие черной окраски тела и зачаточных крыльев, — в другой. Явление совместного наследования признаков Морган назвал *сцеплением*. Материальной основой сцепления генов является хромосома. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно и образуют *одну группу сцепления*. Поскольку гомологичные хромосомы имеют одинаковый набор генов, количество групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом (например, у человека 46 хромосом, или 23 пары гомологичных хромосом, соответственно количество групп сцепления в соматических клетках человека — 23). Явление совместного наследования генов, локализованных в одной хромосоме, называют *сцепленным наследованием*. Сцепленное наследование генов, локализованных в одной хромосоме, называют *законом Моргана*.

Если гены окраски тела и формы крыльев локализованы в одной хромосоме, то при данном скрещивании должны были получиться две группы особей, повторяющие признаки родительских форм, так как материнский организм должен образовывать гаметы только двух типов — *AB* и *ab*, а отцовский — один тип — *ab*. Следовательно, в



потомстве должны образовываться две группы особей, имеющих генотип $AABV$ и $aavv$. Однако в потомстве появляются особи (пусть и в незначительном количестве) с перекомбинированными признаками, то есть имеющие генотип $Aavv$ и $aaVv$. Для объяснения этого факта необходимо вспомнить механизм образования половых клеток — мейоз. В профазе первого мейотического деления гомологичные хромосомы конъюгируют, и в этот момент между ними может произойти обмен участками. В результате кроссинговера в некоторых клетках происходит обмен участками хромосом между генами A и V , появляются гаметы Av и aV , и, как следствие, в потомстве образуются четыре группы фенотипов, как при свободном комбинировании генов. Но поскольку кроссинговер происходит не во всех гаметах, числовое соотношение фенотипов не соответствует соотношению 1:1:1:1.

В зависимости от особенностей образования гамет различают: *кроссоверные гаметы* — гаметы с хромосомами, перетерпевшими кроссинговер; *некроссоверные гаметы* — гаметы с хромосомами, образованными без кроссинговера.

Соответственно этому различают: *рекомбинантные (кроссоверные) особи* — возникшие с участием кроссоверных гамет; *нерекомбинантные (некроссоверные) особи* — возникшие без участия кроссоверных гамет.

Гены в хромосомах имеют разную силу сцепления. Сцепление генов может быть: *полным*, если между генами, относящимися к одной группе сцепления, рекомбинация невозможна; *неполным*, если между генами, относящимися к одной группе сцепления, возможна рекомбинация.

Вероятность возникновения перекреста между генами зависит от их расположения в хромосоме: чем дальше друг от друга расположены гены, тем выше вероятность перекреста между ними. За единицу расстояния между генами, находящимися в одной хромосоме, принят 1 % кроссинговера. Его величина зависит от силы сцепления между генами и соответствует проценту рекомбинантных особей от общего числа потомков, полученных при скрещивании. Например, в рассмотренном выше анализирующем скрещивании получено 17% особей с перекомбинированными признаками. Следовательно, расстояние между генами серой окраски тела и длинных крыльев (а также

черной окраски тела и зачаточных крыльев) равно 17%. В честь Т. Моргана единица расстояния между генами названа *морганидой*.

Результатом исследований Т. Х. Моргана стало создание им *хромосомной теории наследственности*:

1. Гены располагаются в хромосомах; различные хромосомы содержат неодинаковое число генов, причем набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален.
2. Каждый ген имеет определенное место (локус) в хромосоме; в идентичных локусах гомологичных хромосом находятся аллельные гены.
3. Гены расположены в хромосомах в определенной линейной последовательности.
4. Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются совместно, образуя группу сцепления; число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом и постоянно для каждого вида организмов.
5. Сцепление генов может нарушаться в процессе кроссинговера; это приводит к образованию рекомбинантных хромосом.
6. Частота кроссинговера является функцией расстояния между генами: чем больше расстояние, тем больше величина кроссинговера (прямая зависимость).
7. Каждый вид имеет характерный только для него набор хромосом — кариотип.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Сколько пар хромосом отвечает за наследование окраски семян (желтая, зеленая) и формы семян (гладкая, морщинистая) у гороха?
2. Генотип гороха с желтой окраской и морщинистой формой семян — $AAbb$. Сколько различных типов гамет будет образовываться у данного сорта?
3. Скрещивают дигетерозиготные растения гороха с желтой окраской и гладкой формой семян. Сколько различных фенотипов ожидается в потомстве?
4. Скрещивают дигетерозиготные растения гороха с желтой окраской и гладкой формой семян. Сколько различных генотипов ожидается в потомстве?
5. У томатов круглая форма плодов доминирует над грушевидной, красная окраска — над желтой. Растение с круглыми и красными плодами скрещено с растением, имеющим грушевидные и желтые плоды. В потомстве все растения имеют круглые и красные плоды. Каковы генотипы родителей?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 21. «Дигибридное скрещивание.

Третий закон Г. Менделя»

Тест 1. Сколько пар хромосом отвечает за наследование окраски семян (желтая, зеленая) и формы семян (гладкая, морщинистая) у гороха?

- | | |
|---------------|-----------------|
| 1. Одна пара. | 3. Три пары. |
| 2. Две пары. | 4. Четыре пары. |

Тест 2. Генотип гороха с желтой окраской и морщинистой формой семян — $AAbb$. Сколько различных типов гамет будет образовываться у данного сорта?

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. Один сорт. | 3. Три сорта. |
| 2. Два сорта. | 4. Четыре сорта. |

Тест 3. Генотип гороха с желтой окраской и морщинистой формой семян $AaBb$. Сколько различных типов гамет будет образовываться у данной особи?

- | | |
|---------------|------------------|
| 1. Один сорт. | 3. Три сорта. |
| 2. Два сорта. | 4. Четыре сорта. |

Тест 4. Скрещивают дигетерозиготные растения гороха с желтой окраской и гладкой формой семян. Сколько различных фенотипов ожидается в потомстве?

1. Один фенотип.
2. Два фенотипа.
3. Три фенотипа.
4. Четыре фенотипа.

Тест 5. Скрещивают дигетерозиготные растения гороха с желтой окраской и гладкой формой семян. Сколько различных генотипов ожидается в потомстве?

1. Шестнадцать разных генотипов.
2. Двенадцать разных генотипов.
3. Девять разных генотипов.
4. Четыре генотипа.

****Тест 6.** Желтый цвет и гладкая форма горошин — доминантные признаки. Какие генотипы могут быть у гороха с желтыми и гладкими семенами?

1. $AABV$.
2. $AAbb$.
3. $aaBV$.
4. $AaBV$.
5. $Aabb$.
6. $AaBb$.
7. $AABb$.
8. $aaBb$.

Тест 7. Желтый цвет и гладкая форма горошин — доминантные признаки. Какой генотип может быть у гороха с зелеными и морщинистыми семенами?

1. $aabb$.
2. $AAbb$.
3. $aaBV$.
4. $AaBV$.
5. $Aabb$.
6. $AaBb$.
7. $AABb$.
8. $aaBb$.

****Тест 8.** Желтый цвет (A) и гладкая форма горошин (B) — доминантные признаки. Какие генотипы могут быть у гороха с зелеными и гладкими семенами?

1. $AABV$.
2. $AAbb$.
3. $aaBV$.
4. $AaBV$.
5. $Aabb$.
6. $aabb$.
7. $AABb$.
8. $aaBb$.

Тест 9. У томатов круглая форма плодов (A) доминирует над грушевидной (a), красная окраска (B) — над желтой (b). Растение с круглыми и красными плодами скрещено с растением, имеющим грушевидные и желтые плоды. В потомстве все растения имеют круглые и красные плоды. Каковы генотипы родителей?

1. $AaBb \times aabb$.
2. $AaBV \times aabb$.
3. $AABb \times aabb$.
4. $AABV \times aabb$.

Тест 10. У томатов круглая форма плодов доминирует над грушевидной, красная окраска — над желтой. Растение с круглыми и красными плодами скрещено с растением, имеющим грушевидные и желтые плоды. В потомстве 25% растений с круглыми красными плодами, 25% с круглыми желтыми плодами, 25% с грушевидными красными и 25% с грушевидными желтыми плодами. Каковы генотипы родителей?

1. $AaBb \times aabb$.
2. $AaBV \times aabb$.
3. $AABb \times aabb$.
4. $AABV \times aabb$.

Урок 5. ГЕНЕТИКА ПОЛА

Задачи. Сформировать знания о хромосомном механизме определения пола, о гомогаметных и гетерогаметных организмах, сцепленном с полом наследовании признаков, за которые отвечают гены, локализованные в половых хромосомах, продолжить формирование навыков решения генетических задач.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1), диафильм «Законы наследственности», фрагмент фильма «Размножение многоклеточных организмов».

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. *Задача.* Определить генотипы и фенотипы в F_1 и F_2 от скрещивания гладкосеменных (A) растений гороха с усиками (C), гомозиготного по обоим признакам, с морщинистым (a) растением без усиков (c). Оба гена локализованы в одной хромосоме, кроссинговера нет.
2. *Задача.* Определить генотипы и фенотипы в F_1 и F_2 от скрещивания гладкосеменных (A) растений гороха с усиками (C), гетерозиготного по обоим признакам, с морщинистым (a) растением без усиков (c). Оба гена локализованы в одной хромосоме, кроссинговера нет.
3. В каких случаях выполняется третий закон Менделя, в каких случаях — закон Моргана? Сформулируйте законы.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма, кодограммы (приложение 2).

Хромосомное определение пола. Большинство животных и двудомные растения являются раздельнополыми организмами, причем внутри вида количество особей мужского пола приблизительно равно количеству особей женского пола.

Пол можно рассматривать как один из признаков организма. Наследование признаков организма, как правило, определяется генами. Механизм же определения пола имеет иной характер — хромосомный.

Пол чаще всего определяется в момент оплодотворения. У дрозофилы всего 8 хромосом: 6 аутосом и 2 половые хромосомы, хромосомный набор самца — 8,XY, самки — 8,XX. В данном случае женский пол является *гомогаметным*, то есть все яйцеклетки несут X-хромосому. Мужской пол — *гетерогаметный*, то есть образует два типа гамет — 50% гамет несет X-хромосому и 50% — Y-хромосому.

У человека 44 аутосомы и 2 половые хромосомы, хромосомный набор мужчины — 46,XY, женщины — 46,XX. Если образуется зигота, несущая две X-хромосомы, то из нее будет формироваться женский организм, если в зиготе встречаются X- и Y-хромосомы — мужской. Поскольку женский организм имеет две одинаковые половые хромосомы, его можно рассматривать как гомозиготный; мужской, образующий два типа гамет, — как гетерозиготный.

Существует четыре основных типа хромосомного определения пола:

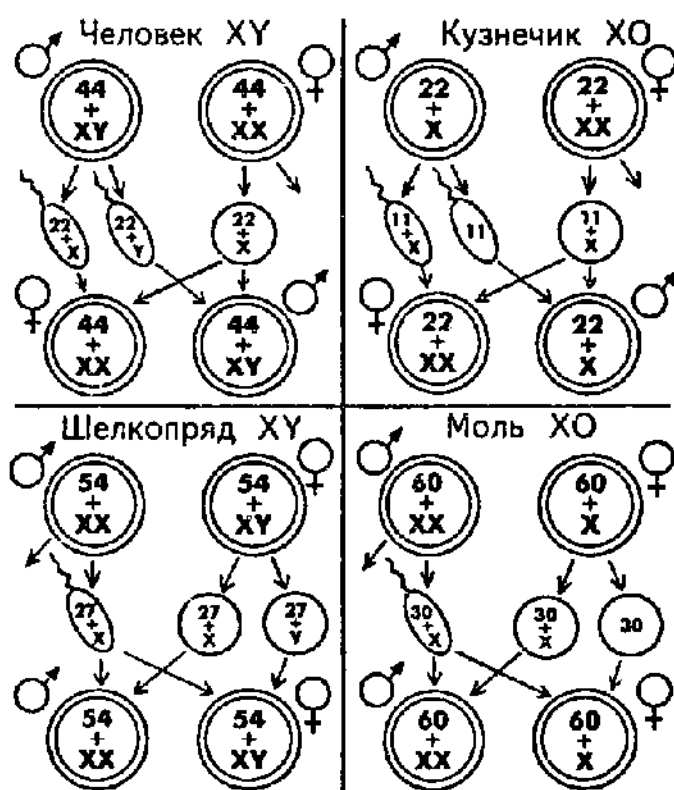
1. Мужской пол гетерогаметен; 50% гамет несут X-, 50% — Y-хромосому (млекопитающие, двукрылые, жуки, клопы).
2. Мужской пол гетерогаметен; 50% гамет несут X-, 50% — не имеют половой хромосомы (кузнечики).
3. Женский пол гетерогаметен; 50% гамет несут X-, 50% — Y-хромосому (птицы, пресмыкающиеся, хвостатые амфибии, шелкопряд).
4. Женский пол гетерогаметен; 50% гамет несут X-, 50% — не имеют половой хромосомы (моль).

Наследование признаков, сцепленных с полом. Генетические исследования установили, что половые хромосомы отвечают не только за определение пола организма, они, как и аутосомы, содержат гены, контролирующие развитие определенных признаков.

Наследование признаков, гены которых локализованы в X- или Y-хромосомах, называют наследованием, сцепленным с полом.

Изучением наследования генов, локализованных в половых хромосомах, занимался Т. Х. Морган. У дрозофилы крас-

ный цвет глаз доминирует над белым. При скрещивании красноглазых самок с белоглазыми самцами в первом поколении все потомство оказывалось красноглазым. Если скрестить между собой гибридов F_1 , то во втором поколении все самки оказываются красноглазыми, а у самцов происходит расщепление — 50% белоглазых и 50% красноглазых. Если же скрестить между собой белоглазых самок и красноглазых самцов, то в первом поколении все самки оказываются красноглазыми, а самцы белоглазыми. В F_2 половина самок и самцов — красноглазые, половина — белоглазые.



Основные типы хромосомного определения пола

Объяснить полученные результаты наблюдаемого расщепления по окраске глаз Т. Х. Морган смог, только предположив, что ген, отвечающий за окраску глаз, локализован в X-хромосоме, а Y-хромосома таких генов не содержит.

Таким образом, благодаря проведенным скрещиваниям, был сделан очень важный вывод: ген цвета глаз сцеплен с полом, то есть находится в X-хромосоме.

У человека мужчина получает X-хромосому тоже от матери. Половые хромосомы человека имеют небольшие гомологичные участки, несущие одинаковые гены (например, ген общей цветовой слепоты), это участки конъюгации. Но большинство генов, сцепленных с X-хромосомой, отсутствуют в Y-хромосоме, поэтому эти гены (даже рецессивные) будут проявляться фенотипически, так как они представлены в генотипе в единственном числе. Такие гены получили название *гемизиготных*.

X-хромосома человека содержит ряд генов, рецессивные аллели которых определяют развитие тяжелых ано-

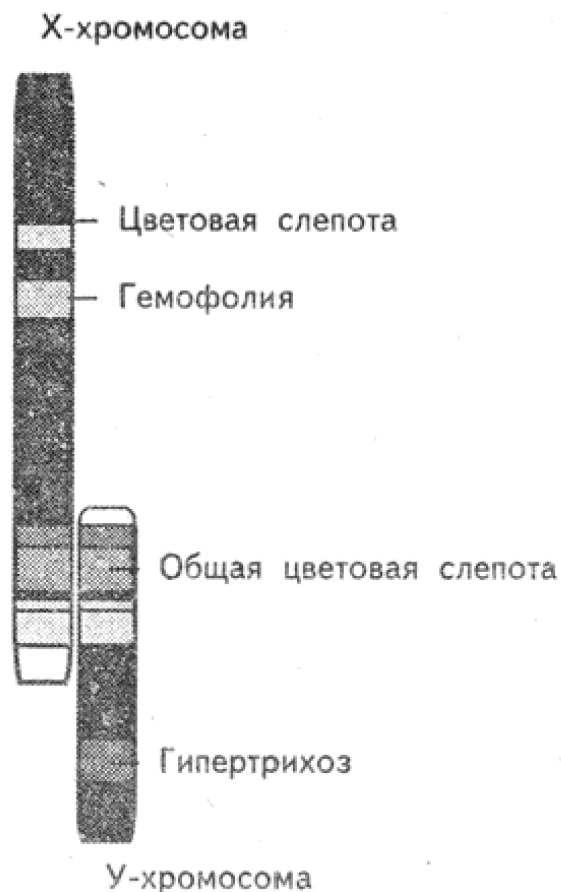


Схема половых хромосом
и сцепленных с ними генов

маний (гемофилия, дальтонизм). Эти аномалии чаще встречаются у мужчин, хотя носителями чаще бывают женщины. У мужчин эти гены гемизиготны, их рецессивные аллели вызывают заболевания: X^hY — мужчина, больной гемофилией; X^dY — дальтоник.

У большинства организмов генетически активна только X-хромосома, в то время как Y-хромосома практически инертна, так как не содержит генов, определяющих признаков организма. У человека лишь некоторые гены, не являющиеся жизненно важными, локализованы в

Y-хромосоме (например, *гипертрихоз* — повышенная волосатость ушной раковины). Гены, локализованные в Y-хромосоме, наследуются особым образом — только от отца к сыну.

В качестве примера записи генов, находящихся в X-хромосоме, рассмотрим наследование окраски у кошек. Черная окраска определяется аллелем гена B , находящимся в X-хромосоме, — X^BX^B , рыжая — аллелем b — X^bX^b . Если встречаются аллели B и b — X^BX^b , то окраска шерсти у кошки будет черепаховой. Генотип черного кота X^BY , рыжего — X^bY . Трехцветным кот может быть только с синдромом Клайнфельтера, с трисомией по X-хромосоме — X^BX^bY , в этом случае кот будет бесплоден.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Генетика пола.

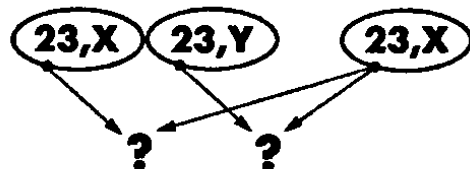
§ 27, зад. 4

Хромосомное определение пола

Аутосомы? Половые хромосомы?

Генотипы Р ♂ 44+ХУ х ♀ 44+ХХ
46,ХУ 46,ХХ

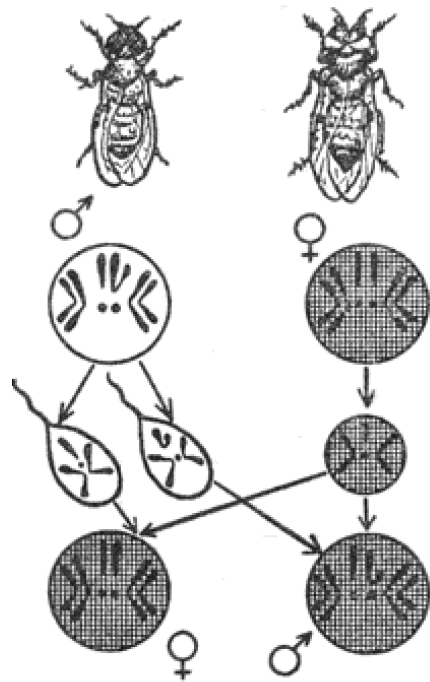
Гаметы:



Млекопитающие, двукрылые, жуки, клопы — гетерогаметны ♂, гомогаметны ♀;

Хвостатые амфибии, пресмыкающиеся, птицы — гетерогаметны ♀, гомогаметны ♂.

Биологам: у кузнечиков ♂ XO; у пчел ♂ гаплоидны.



Наследование, сцепленное с полом

Х-хромосома



ХХ — гомологичные, ХУ — нет, но есть участок конъюгации.

Х-сцепленные рецессивные гены: гемофилия, цветовая слепота;

У-сцепленный — гипертрихоз (гемизиготный ген, один в зиготе).

Известно, что у кошек ген окраски в Х-хромосоме. $X^B X^B$ — черная ♀; $X^b X^b$ — рыжая ♀; $X^B X^b$ — черепаховая ♀.

Какая окраска ♂ $X^B Y$ — ? ♂ $X^b Y$ — ?

Может ли быть черепаховый кот?

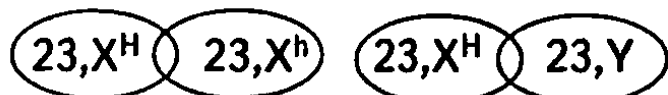
Дано:

Ген Признак
 X^H — норма
 X^h — гемофилия
Р ♀ 46, $X^H X^h$ х ♂ 46, $X^H Y$

Вероятность рождения гемофилика?

Решение:

Р ♀ 46, $X^H X^h$ х ♂ 46, $X^H Y$
Носитель Норма



Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Что отражает закон Моргана?
2. Генотип особи $AaCc$. Сколько типов гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и кроссинговера нет?
3. Генотип особи $AaCc$. Сколько типов гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и расстояние между ними 10 морганид?
4. Генотип особи $AaCc$. Сколько кроссоверных гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и расстояние между ними 10 морганид?
5. Генотип особи $AaCc$. Сколько некроссоверных гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и расстояние между ними 10 морганид?
6. Сколько пар хромосом отвечают за наследование окраски семян (желтая и зеленая) и их формы (гладкая и морщинистая) у гороха?
7. Сколько пар хромосом отвечают за наследование окраски тела (серая и черная) и их формы крыльев (нормальные и укороченные) у дрозофилы?
8. Сколько групп сцепления имеет дрозофила?
9. Какое явление вызывает нарушение закона Моргана?
10. От чего зависит частота рекомбинации генов, входящих в одну группу сцепления?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 22. «Сцепленное наследование признаков»

Тест 1. Что отражает закон Моргана?

1. Закон единообразия.
2. Закон расщепления признаков в потомстве в соотношении 3:1.
3. Закон независимого расщепления признаков, если гены находятся в разных парах гомологичных хромосом.
4. Закон сцепленного наследования признаков, если гены находятся в одной хромосоме.

Тест 2. Генотип особи $AaCc$. Сколько типов гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и кроссинговера нет?

1. Один сорт.
2. Два сорта.
3. Три сорта.
4. Четыре сорта.

Тест 3. Генотип особи $AaCc$. Сколько типов гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и расстояние между ними 10 морганид?

1. Один сорт.
2. Два сорта.
3. Три сорта.
4. Четыре сорта.

Тест 4. Генотип особи $AaCc$. Сколько кроссоверных гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и расстояние между ними 10 морганид?

1. 10% Ac и 10% aC .
2. 5% Ac и 5% aC .
3. 40% AC и 40% ac .
4. 45% AC и 45% ac .

Тест 5. Генотип особи $AaCc$. Сколько некроссоверных гамет будет образовываться, если гены AC и ac сцеплены и расстояние между ними 10 морганид?

1. 10% Ac и 10% aC .
2. 5% Ac и 5% aC .
3. 40% AC и 40% ac .
4. 45% AC и 45% ac .

Тест 6. Сколько пар хромосом отвечают за наследование окраски семян (желтая и зеленая) и их формы (гладкая и морщинистая) у гороха?

1. Одна пара.
2. Две пары.
3. Три пары.
4. Четыре пары.

Тест 7. Сколько пар хромосом отвечают за наследование окраски тела (серая и черная) и их формы крыльев (нормальные и укороченные) у дрозофилы?

1. Одна пара.
2. Две пары.
3. Три пары.
4. Четыре пары.

Тест 8. Сколько групп сцепления имеет дрозофила?

1. Одну.
2. Две.
3. Четыре.
4. Восемь.

Тест 9. Какое явление вызывает нарушение закона Моргана?

1. Митоз.
2. Мейоз.
3. Конъюгация.
4. Кроссинговер.

Тест 10. От чего зависит частота рекомбинации генов, входящих в одну группу сцепления?

1. Ни от чего не зависит, случайна.
2. От расстояния между генами в хромосоме.
3. От расстояния между генами и центромерами в хромосоме.
4. От расстояния между центромерами и теломерами в хромосоме.

Урок 6. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

Задачи. Сформировать знания об основных типах взаимодействия аллельных и неаллельных генов на примерах множественного действия генов и новообразования при взаимодействии неаллельных генов. Показать, что кроме ядерной наследственности существует еще и цитоплазматическая, которая передается чаще всего по материнской линии. Повторить и проконтролировать знания учащихся по генетике пола.

Оборудование. Демонстрационный материал: таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. *Задача.* От черной кошки родились один черепаховый и несколько черных котят. Определите: а) фенотип и генотип отца; б) пол черепахового и черных котят.
2. *Задача.* В каком случае у мужчины дальтоника может быть внук дальтоник?
3. В каком случае может родиться девочка с дальтонизмом?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью диафильма, кодограммы (приложение 2).

Взаимодействие генов. Изучая закономерности наследования, Г. Мендель исходил из предположения, что один ген отвечает за развитие только одного признака. Например, ген, отвечающий за развитие окраски семян гороха, не влияет на форму семян. Причем эти гены располагаются в разных хромосомах, и их наследование независимо друг от друга. Поэтому может сложиться впечатление, что генотип представляет собой простую совокупность генов организма. Однако сам Мендель в ряде опытов столкнулся с явлениями наследования, которые не могли быть объяснены с помощью открытых им закономерностей. Так, при изучении наследования окраски семенной

кожуры, Мендель обнаружил, что ген, вызывающий образование бурой семенной кожуры, способствует также развитию пигмента и в других частях растения. Растения с бурой семенной кожурой имели цветки фиолетовой окраски, а растения с белой семенной кожурой — белые цветки. Мендель пришел к заключению, что наследование пурпурного цвета зависит не от одного, а от нескольких генов, каждый из которых дает промежуточную окраску. Можно говорить о том, что Мендель не только установил законы независимого наследования пар аллелей, но и заложил основы учения о взаимодействии генов.

Постепенно накапливались факты, показывающие, что полученные Менделем числовые соотношения при расщеплении гибридного поколения не всегда соблюдались, то есть взаимоотношения между генами и признаками носят более сложный характер. Выяснилось: один и тот же ген может оказывать влияние на развитие нескольких признаков; один и тот же признак может развиваться под влиянием многих генов. Взаимодействовать друг с другом могут как аллельные, так и неаллельные гены.

Различают несколько типов *взаимодействия аллельных генов*.

Полное доминирование, при котором рецессивный признак не проявляется.

Неполное доминирование, при котором у гибридов наблюдается промежуточный характер наследования.

Кодоминирование — в этом случае у гибридов проявляются оба признака. Например, кодоминирование проявляется у людей с 4-й группой крови. Первая группа крови у людей с аллелями $i^O i^O$, вторая — с аллелями $I^A I^A$ или $I^A i^O$; третья — $I^B I^B$ или $I^B i^O$; четвертая группа имеет аллели $I^A I^B$.

Взаимодействие неаллельных генов. Известно много примеров, когда гены влияют на характер проявления определенного неаллельного гена или на саму возможность проявления этого гена. *Комплементарными* называют гены, обуславливающие при совместном сочетании в генотипе в гомозиготном или гетерозиготном состоянии новое фенотипическое проявление признака.

Классическим примером комплементарного взаимодействия генов является наследование формы гребня у кур. При скрещивании кур, имеющих розовидный и гороховидный гребень, все первое поколение имеет ореховидный гребень.



Наследование формы гребня
у кур

При скрещивании гибридов первого поколения у потомков наблюдается расщепление по форме гребня: 9 гороховидных, 3 розовидных, 3 гороховидных, 1 листовидный. Генетический анализ показал, что куры с розовидным гребнем имеют генотип A_bb , с гороховидным — $aaB_$, с ореховидным — $A_B_$ и с листовидным — $aabb$, то есть развитие розовидного гребня происходит в том слу-

чае, если в генотипе имеется только один доминантный ген — A , гороховидного — наличие только гена B , сочетание генов $A B$ обуславливает появление ореховидного гребня, а сочетание рецессивных аллелей этих генов — листовидного.

При комплементарном взаимодействии генов в дигибридном скрещивании получают расщепления потомков отличные от менделевского: 9:7, 9:3:4, 13:3, 12:3:1, 15:1, 10:3:3, 9:6:1. Однако все они являются видоизменениями общей менделевской формулы 9:3:3:1.

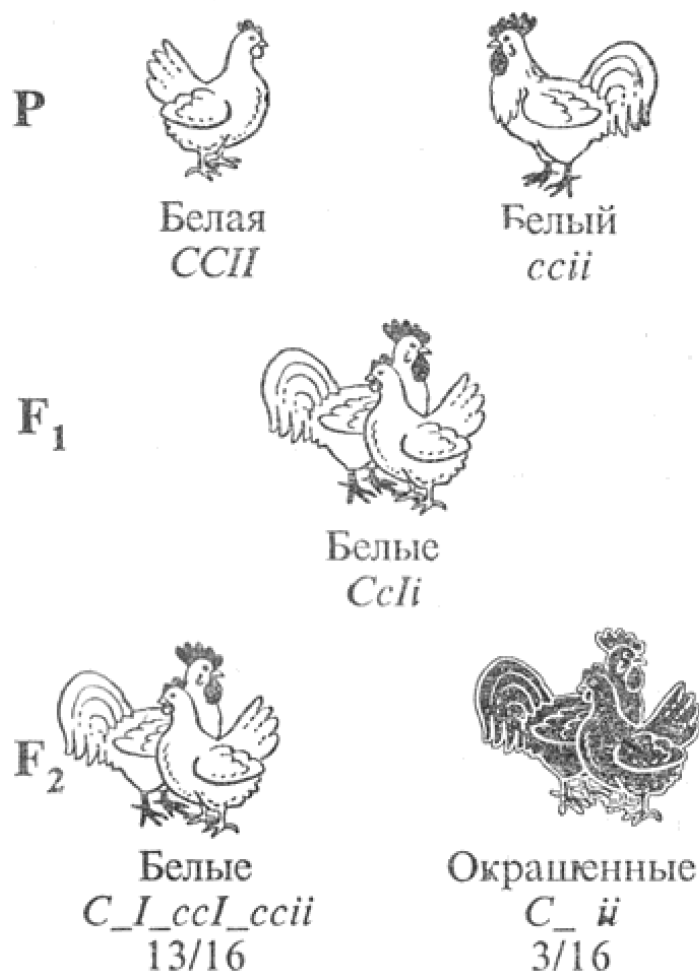
Эпистатичным называют такое взаимодействие генов, при котором аллель одного гена подавляет действие аллелей других генов. Эпистатичное взаимодействие противоположно комплементарному. Некоторые породы кур имеют белое оперение, другие же — окрашенное. Белое оперение определяется несколькими различными генами, например, у белых леггорнов — генами CSH , а у белых плимутроков — $csii$. Доминантная аллель гена C определяет синтез предшественника пигмента (хромогена, обеспечивающего окраску пера), а его рецессивная аллель c — отсутствие хромогена. Ген I является подавителем действия гена C , а аллель i не подавляет его действия. Таким образом, белая окраска у кур определяется не наличием особых генов, определяющих развитие этой окраски, а наличием гена, подавляющего ее развитие.

При скрещивании, например, леггорнов (CSH) с плимутроками ($csii$) все потомство F_1 имеет белую окраску, которая определяется наличием в их генотипе гена-подавителя ($CsIi$).

Если же гибридов F_1 скрестить между собой, то во втором поколении происходит расщепление по окраске в отношении 13/16 белых: 3/16 окрашенных. Окрашенным оказывается та часть потомства, в генотипе которой имеется ген окраски и отсутствует его подавитель (C_{ii}).

Полимерия. Скрещивая белую и пурпурную фасолы, Мендель столкнулся с явлением полимерии. Полимерией называют однозначное влияние двух, трех и более неаллельных генов на развитие одного и того же признака. Такие гены называют *полимерными*, или *множественными*, и обозначают одной буквой с соответствующим индексом, например A_1, A_2, a_1, a_2 . Полимерные гены контролируют большинство количественных признаков организмов: высоту растения, массу семян, масличность семян, содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы, удои коров, яйценоскость, вес тела и т. д. У человека по типу полимерии наследуется, например, окраска кожи.

Множественное действие генов. Имеет биохимическую природу: один белок-фермент, образующийся под контролем одного гена, определяет не только развитие данного признака, но и воздействует на вторичные реакции биосинтеза различных других признаков и свойств, вызывая их изменение. Впервые было обнаружено Г. Менделем, который отметил, что у растений с пурпурными цветками всегда имелись красные пятна в пазухах листьев, а семенная кожура была серого или бурого цвета. То есть разви-



Наследование окраски оперения у кур

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Взаимодействие генов.**§ 28, зад. 1****Аллельное и неаллельное взаимодействие**

Взаимодействие аллельных генов??

Полное, неполное доминирование. (Биологам — кодоминирование: $i^O i^O$ — 1; I^A — 2; I^B — 3; $I^A I^B$ — 4 гр. крови).

Взаимодействие неаллельных генов:

Множественное действие (1 ген — несколько признаков):

1 ген — белая кожура гороха и белая окраска цветов;

1 ген — белые глаза дрозофилы, светлая окраска внутренних органов, меньшая плодовитость;

1 ген — рыжие волосы, веснушки.

Новообразование (1 признак — несколько генов):

У душистого горошка:

Дано:

Ген	Признак
$CcRr$	— белые цветки
$ccRr$	— белые цветки
$C_P_$	— фиолетовые
$P \ CcRr$	$\times$ $CcRr$
Фиол.	Фиол.

Фенотипы и генотипы F_1 -?

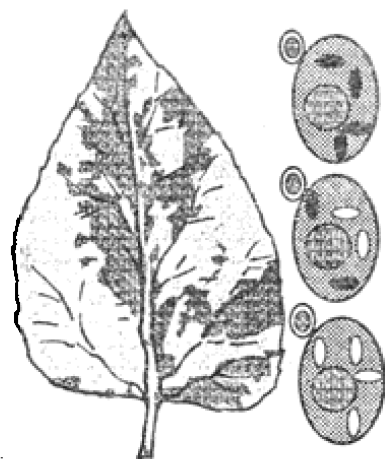
Решение:

 $P \ CcRr \times CcRr$
 Фиол. Фиол.

Гам.	<table border="1"> <tr><td>CP</td><td>Cp</td></tr> <tr><td>cP</td><td>cp</td></tr> </table>	CP	Cp	cP	cp	<table border="1"> <tr><td>CP</td><td>Cp</td></tr> <tr><td>cP</td><td>cp</td></tr> </table>	CP	Cp	cP	cp
CP	Cp									
cP	cp									
CP	Cp									
cP	cp									

 F_1 9/16 C-P- фиолетовые
 3/16 C-pp + 3/16 ccP- +
 1/16 ccpp = 7/16 белые

Вывод: генотип — система взаимодействующих генов!

Цитоплазматическая наследственность

Плазмон — совокупность наследственных задатков органоидов цитоплазмы (хлоропластов, митохондрий).

Наследование по материнской линии, мужские клетки содержат мало цитоплазмы. Какое потомство может быть от пестролистного растения?

тие этих признаков определяется действием одного наследственного фактора (гена).

У человека встречается рецессивная наследственная болезнь — серповидно-клеточная анемия. Первичным дефектом этой болезни является замена одной из аминокислот в молекуле гемоглобина, что приводит к изменению формы эритроцитов. Одновременно с этим возникают глубокие нарушения в сердечно-сосудистой, нервной, пищеварительной, выделительной системах. Это приводит к тому, что гомозиготный по этому заболеванию ребенок погибает в детстве.

Таким образом, выражение «ген определяет развитие признака» в значительной степени условно, так как действие гена зависит от других генов — от генотипической среды. На проявление действия генов влияют и условия окружающей внешней среды. Следовательно, *генотип является системой взаимодействующих генов.*

Цитоплазматическая наследственность. Кроме ядерной наследственности существует и цитоплазматическая, связанная с некоторыми органоидами цитоплазмы. Например, хлоропласты высших растений при половом размножении передаются по материнской линии, мужские гаметы их не содержат, следовательно, зигота содержит хлоропласты, которые были в яйцеклетке. Хлоропласты содержат свою кольцевую ДНК, которая обеспечивает синтез некоторых белков и РНК, отвечающих за ряд признаков. У ночной красавицы и львиного зева известны явления пестролистности, связанные с мутациями ДНК некоторых хлоропластов. Эти мутации могут привести к тому, что хлоропласты утрачивают зеленую окраску. Когда клетка делится, распределение хлоропластов по дочерним клеткам происходит случайно, в дочерних клетках могут оказаться окрашенные, бесцветные или те и другие хлоропласты. Если яйцеклетка содержала бесцветные хлоропласты, то из зиготы будет развиваться неокрашенное растение, израсходовав запас питательных веществ, оно погибнет. Если только зеленые — разовьется нормальное зеленое растение. Если в яйцеклетку попали и зеленые и бесцветные хлоропласты, то растение будет пестролистным. Таким же образом наследуются признаки, связанные с мутациями, произошедшими в митохондриях.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Сколько аутосом в геноме человека?
2. Сколько аутосом в генотипе человека?
3. У каких групп организмов гомогаметны организмы мужского пола?
4. Где у человека расположен ген, вызывающий цветовую слепоту?
5. Где у человека расположен ген, вызывающий гемофилию?
6. Мать является носителем гена цветовой слепоты, отец различает цвета нормально. У кого из детей может быть цветовая слепота?
7. Кому передаются гены, находящиеся в У-хромосоме?
8. Какой генотип у рыжего кота и черной кошки?
9. Какой генотип у трехцветной (черепажной) кошки?
10. Какой генотип у девочки с цветовой слепотой?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 23. «Сцепленное наследование признаков»

Тест 1. Сколько аутосом в геноме человека?

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 22 аутосомы. | 3. 44 аутосомы. |
| 2. 23 аутосомы. | 4. 46 аутосом. |

Тест 2. Сколько аутосом в генотипе человека?

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. 22 аутосомы. | 3. 44 аутосомы. |
| 2. 23 аутосомы. | 4. 46 аутосом. |

****Тест 3.** У каких групп организмов гомогаметны организмы мужского пола:

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. У птиц. | 3. У двукрылых. |
| 2. У пресмыкающихся. | 4. У млекопитающих. |

Тест 4. Где у человека расположен ген, вызывающий цветовую слепоту?

Урок 7. МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Задачи. Сформировать знания о модификационной изменчивости и ее основных характеристиках. Показать, что только воздействием внешней среды без изменения генотипа нельзя качественно изменить тот или другой признак. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Взаимодействие генов».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. *Задача.* Какое потомство будет получено от скрещивания растений душистого горошка с генотипами $CcRr$ и $CCRr$?

2. *Задача.* Какое потомство будет получено от скрещивания растений душистого горошка с генотипами $CcRr$ и $ccRr$?

3. Чем отличается цитоплазматическая наследственность от закономерностей ядерной (менделевской) наследственности?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 2).

Характеристика модификационной изменчивости. Генетика изучает не только наследственность, но и изменчивость организмов. *Изменчивостью* называют способность живых организмов приобретать новые признаки и свойства. Благодаря ей организмы могут приспосабливаться к изменяющимся условиям среды обитания.

Различают два типа изменчивости: *наследственную*, или *генотипическую*, и *ненаследственную*, или *фенотипическую*, — изменчивость, при которой изменений генотипа не происходит.

Большую роль в формировании признаков организ-

мов играет среда его обитания. Каждый организм развивается и обитает в определенной среде, испытывая на себе действие ее факторов, способных изменять морфологические и физиологические свойства организмов, т. е. их фенотип.

Изменчивость организмов, возникающая под влиянием факторов внешней среды и не затрагивающая генотипа, называется *модификационной*.

Модификационная изменчивость называется *фенотипической*, так как под влиянием внешней среды происходит изменение фенотипа, генотип остается неизменным. Классическим примером изменчивости признаков под действием факторов внешней среды является разнолистность у стрелолиста: погруженные в воду листья имеют лентовидную форму, листья, плавающие на поверхности воды, — округлую, а находящиеся в воздушной среде — стреловидные. Если же все растение оказывается полностью погруженным в воду, его листья только лентовидные. Под действием ультрафиолетовых лучей у людей (если они не альбиносы) возникает загар в результате накопления в коже меланина, причем у разных людей интенсивность окраски кожи различна. Если же человек лишен действия ультрафиолетовых лучей, изменение окраски кожи у него не происходит.

Модификационная изменчивость *носит групповой характер*, то есть все особи одного вида, помещенные в одинаковые условия, приобретают сходные признаки. Например, если сосуд с эвгленами зелеными поместить в темноту, то все они утратят зеленую окраску, если же вновь выставить на свет — все опять станут зелеными.

Модификационная изменчивость является *определенной*, то есть всегда соответствует факторам, которые ее вызывают. Так, ультрафиолетовые лучи изменяют окраску кожи человека (усиливается синтез пигмента), но не изменяют пропорций тела, а усиленные физические нагрузки влияют на степень развития мышц, но не на цвет кожи.

Однако не следует забывать, что развитие любого признака определяется прежде всего генотипом. Вместе с тем гены определяют возможность развития признака, а его появление и степень выраженности во многом определяется условиями среды. Так, зеленая окраска растений за-

висит не только от генов, контролирующих синтез хлорофилла, но и от наличия света. При отсутствии света хлорофилл не синтезируется.

Несмотря на то, что под влиянием условий внешней среды признаки могут изменяться, эта изменчивость не беспредельна. Даже в случае нормального развития признака степень его выраженности различна. Так, на поле пшеницы можно обнаружить растения с крупными колосьями (20 см и более) и очень мелкими (3—4 см). Это объясняется тем, что генотип определяет границы, в пределах которых может происходить изменение признака. Степень варьирования признака, или пределы модификационной изменчивости, называют *нормой реакции*. Как правило, количественные признаки (урожайность, размер листьев, удои коров, яйценоскость кур) имеют более широкую норму реакции, нежели качественные признаки (цвет шерсти, жирность молока, строение цветка, группа крови).

Знание нормы реакции имеет большое значение для практики сельского хозяйства.

Модификационная изменчивость многих признаков растений, животных и человека подчиняется общим закономерностям. Эти закономерности выявляются на основании анализа проявления признака у группы особей.

Каждое конкретное значение изучаемого признака называют *вариантой* и обозначают буквой *v*.

Частота встречаемости отдельных вариантов обозначается буквой *p*.

При изучении изменчивости признака в выборочной совокупности составляется *вариационный ряд*, в котором особи располагаются по возрастанию показателя изучаемого признака.

На основании вариационного ряда строится *вариационная кривая* — графическое отображение частоты встречаемости каждой варианты.

Например, если взять 100 колосьев пшеницы (*n*) и подсчитать число колосков в колосе, то это количество будет от 14 до 20 — это численное значение вариантов (*v*).

Вариационный ряд:

$v =$ 14 15 16 17 18 19 20

Частота встречаемости каждой варианты:

$p =$ 2 7 22 32 24 8 5

Легко посчитать и среднее значение данного признака. Для этого используют формулу:

$$M = \frac{\sum (v \cdot p_j)}{n}$$

где M — средняя величина признака, в числителе сумма произведений вариантов на их частоту встречаемости, в знаменателе — количество вариантов. Для данного признака среднее значение равно 17,13.

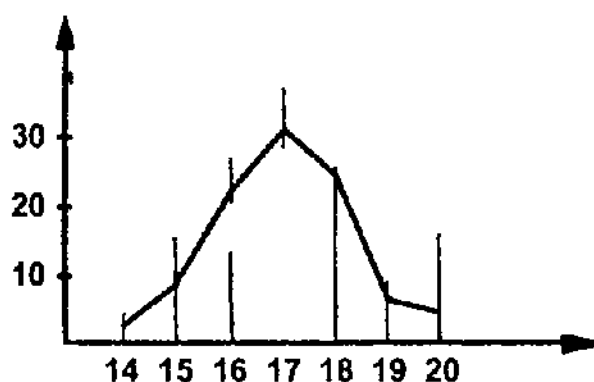
Знание закономерностей модификационной изменчивости имеет большое практическое значение, поскольку позволяет предвидеть и заранее планировать степень выраженности многих признаков организмов в зависимости от условий внешней среды.

Итак, необходимо еще раз подчеркнуть:

- норма реакции организма определяется генотипом,
- различные признаки отличаются пределами изменчивости под влиянием внешних условий;
- модификационная изменчивость в естественных условиях носит приспособительный характер.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.



Вариационная кривая

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Ненаследственная изменчивость. § 29—30**Характеристика изменчивости**

Изменчивость (определение?)

Ненаследственная, или:

- определенная;
- модификационная;
- фенотипическая.

Наследственная, или:

- неопределенная;
- генотипическая.

Генотип



Фенотип

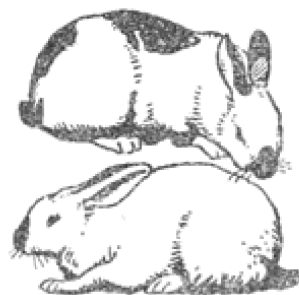
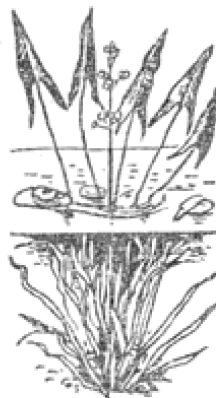
Факторы среды

Количественные признаки: удои, яйценоскость.

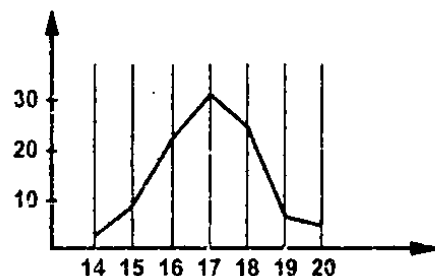
Качественные признаки: жирность молока, масть коров.

Норма реакции — пределы модификационной изменчивости, больше у количественных признаков.*Вывод:* наследуется не признак как таковой, а способность организма формировать определенный фенотип в результате взаимодействия генотипа и среды.*Управление доминированием:*

Листья у стрелолиста могут быть трех видов: лентовидными, округлыми, стреловидными. Окраска горностаевых кроликов?



Зимостойкость гибридов, полученных И. В. Мичуриным?

Статистические закономерности v — варианты, численное значение признака. p — частота встречаемости признака.

Вариационный ряд — ряд изменчивости признака.

 v 14 15 16 17 18 19 20 колосков в колосе p 2 7 22 32 24 8 5

Вариационная кривая — графическое выражение изменчивости признака и частоты встречаемости отдельных вариантов. Средние значения признака встречаются чаще, чем крайние.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какие взаимодействия генов относятся к аллельным взаимодействиям?
2. Какие взаимодействия генов относятся к неаллельным взаимодействиям?
3. Душистый горошек с какими генотипами будет иметь фиолетовую окраску цветов?
4. Происходит скрещивание дигетерозиготных растений душистого горошка с фиолетовыми цветами. Какая часть потомства будет иметь белые цветы?
5. С чем связано появление пестролистных растений ночной красавицы?
6. Какие растения могут быть в потомстве от пестролистной ночной красавицы?
7. Как передается признак пестролистности следующему поколению?
8. Какие органоиды содержат внеядерные гены?
9. Приведите пример множественного действия генов.

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование**Задание 24. «Взаимодействие генов.
Цитоплазматическая наследственность»**

Тест 1. К взаимодействию аллельных генов не относится:

1. Полное доминирование.
2. Неполное доминирование.
3. Явление множественного аллелизма.
4. Множественное действие генов.

Тест 2. К взаимодействию аллельных генов относится:

1. Полное доминирование.
2. Множественное действие генов.
3. Новообразование при взаимодействии неаллельных генов.
4. Эпистаз.

****Тест 3.** Растения душистого горошка с каким генотипом будут иметь белую окраску цветов?

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 1. <i>ССРР</i> . | 3. <i>СсРр</i> . | 5. <i>ССРр</i> . |
| 2. <i>ссРР</i> . | 4. <i>ссРр</i> . | 6. <i>ССрр</i> . |

****Тест 4.** Растения душистого горошка с каким генотипом будут иметь фиолетовую окраску цветов?

- | | | |
|------------------|------------------|------------------|
| 1. <i>ССРР</i> . | 3. <i>СсРр</i> . | 5. <i>ССРр</i> . |
| 2. <i>ссРР</i> . | 4. <i>ссРр</i> . | 6. <i>Ссрр</i> . |

Тест 5. Какой результат можно ожидать в потомстве от скрещивания дигетерозиготных растений (*СсРр* × *СсРр*) душистого горошка с фиолетовыми цветками?

1. 9/16 растений будут иметь белые цветы, 7/16 — фиолетовые.
2. 9/16 растений будут иметь фиолетовые цветы, 7/16 — белые.
3. Все растения будут иметь фиолетовые цветы.
4. Все растения будут иметь белые цветы.

Тест 6. Пестролистность ночной красавицы наследуется:

- | | |
|--------------------------|------------------------|
| 1. По материнской линии. | 3. По законам Менделя. |
| 2. По отцовской линии. | 4. По закону Моргана. |

Тест 7. Пестролистность ночной красавицы связана:

1. С мутациями в пластидах.
2. С мутациями в рибосомах.
3. С мутациями в митохондриях.
4. С мутациями в ядре растительной клетки.

Тест 8. Какие растения могут быть в потомстве от пестролистной ночной красавицы?

1. Только растения с нормальными зелеными листьями.
2. Только растения с пестрыми листьями.
3. Только растения с бесцветными листьями.
4. Возможны все три вышеизложенных варианта.

Тест 9. Каким законам наследования признаков подчиняется цитоплазматическая наследственность?

1. Первому закону Менделя (закону единообразия).
2. Второму закону Менделя (закону расщепления в соотношении 3:1).
3. Третьему закону Менделя (закону независимого расщепления признаков).
4. Закону Моргана (закону сцепленного наследования признаков).
5. Не подчиняется законам Менделя и Моргана.

****Тест 10.** Какие органоиды содержат внеядерные гены?

- | | |
|-----------------|----------------------|
| 1. Рибосомы. | 3. Пластиды. |
| 2. Митохондрии. | 4. Комплекс Гольджи. |

Урок 8. НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Задачи. Сформировать знания о наследственной изменчивости и ее основных типах. Дать характеристику комбинативной и мутационной изменчивости. Рассмотреть причины возникновения и основные типы мутаций. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Модификационная изменчивость».

Оборудование. Демонстрационный материал: таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Как изменение условий сказывается на количественных и качественных признаках?
2. Что такое норма реакции? Какова она у качественных и количественных признаков?
3. В чем проявляются закономерности модификационной изменчивости?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 2).

Типы наследственной изменчивости. *Наследственная, или генотипическая, изменчивость* обусловлена изменением генотипа; она бывает: *комбинативной* — возникающей в результате рекомбинации хромосом в процессе полового размножения и участков хромосом в процессе кроссинговера; *мутационной* — возникающей в результате внезапного изменения состояния генов.

Наследственные изменения генетического материала называют мутациями. *Мутации* — внезапные изменения генетического материала, приводящие к изменению тех или иных признаков организмов. Термин «мутация» впервые ввел в науку голландский генетик Г. Де Фриз. Проводя опыты с энотерой (декоративное растение), он случайно обнаружил экземпляры, отличающиеся рядом признаков от ос-

талых (большой рост, гладкие, узкие и длинные листья, красные жилки листьев и широкая красная полоса на чашечке цветка и т. д.). Причем при семенном размножении растения из поколения в поколение стойко сохраняли эти признаки. В результате обобщения своих наблюдений Де Фриз создал *мутационную теорию*, основные положения которой не утратили своего значения и по сей день:

1. Мутации возникают внезапно, скачкообразно, без всяких переходов.
2. Мутации наследственны, т.е. стойко передаются из поколения в поколение.
3. Мутации не образуют непрерывных рядов, не группируются вокруг среднего типа (как при модификационной изменчивости), они являются качественными изменениями.
4. Мутации ненаправленны — мутировать может любой локус, вызывая изменения как незначительных, так и жизненно важных признаков в любом направлении.
5. Одни и те же мутации могут возникать повторно.
6. Мутации индивидуальны, то есть возникают у отдельных особей.

Процесс возникновения мутаций называют *мутагенез*, организмы, у которых произошли мутации, — *мутантами*, а факторы среды, вызывающие появление мутаций, — *мутагенами*.

Существует несколько классификаций мутаций.

Мутации по месту их возникновения: *генеративные* — возникшие в половых клетках. Они не влияют на признаки данного организма, а проявляются только в следующем поколении. *Соматические* — возникающие в соматических клетках. Эти мутации проявляются у данного организма и не передаются потомству при половом размножении (черное пятно на фоне коричневой окраски шерсти у каракулевых овец). Сохранить соматические мутации можно только путем бесполого размножения (прежде всего вегетативного).

Мутации по адаптивному значению: *полезные* — повышающие жизнеспособность особей, *вредные* — понижающие, *нейтральные* — не влияющие на жизнеспособность особей. Эта классификация весьма условна, так как одна и та же мутация в одних условиях может быть полезной, а в других — вредной.

Мутации по характеру проявления: *доминантные и рецессивные* (мутации, не проявляющиеся у гетерозигот, поэтому длительное время сохраняющиеся в популяции и образующие резерв наследственной изменчивости).

Мутации по изменению состояния гена: *прямые* — переход гена от дикого типа к новому состоянию, *обратные* — переход гена от мутантного состояния к дикому типу.

Мутации по характеру их появления: *спонтанные* — мутации, возникшие естественным путем под действием факторов среды обитания, *индуцированные* — мутации, искусственно вызванные действием мутагенных факторов.

Мутации по характеру изменения генотипа: *генные, хромосомные, геномные*.

Мутации могут вызывать различные изменения генотипа, затрагивая отдельно взятые гены, целые хромосомы или весь геном.

Геномными называют мутации, в результате которых происходит изменение в клетке числа хромосом. Они возникают в результате нарушений митоза или мейоза, приводящих либо к неравномерному расхождению хромосом к полюсам клетки, либо к удвоению хромосом, но без деления цитоплазмы.

В зависимости от характера изменения числа хромосом, различают:

- *полиплоидию* — увеличение числа хромосом, кратное геному. Полиплоидия чаще наблюдается у простейших и у растений. В зависимости от числа гаплоидных наборов хромосом, содержащихся в клетках, различают: триплоиды ($3n$), тетраплоиды ($4n$) и т.д. Они могут быть: *автополиплоидами* — полиплоидами, возникающими в результате умножения геномов одного вида, *аллополиплоидами* — полиплоидами, возникающими в результате умножения геномов разных видов (характерно для межвидовых гибридов);
- *гетероплоидию (анеуплоидию)* — некрatное геному увеличение или уменьшение числа хромосом. Чаще всего наблюдается уменьшение или увеличение числа хромосом на одну (реже две и более). Вследствие нерасхождения какой-либо пары гомологичных хромосом в мейозе одна из образовавшихся гамет содержит на одну хромосому меньше, а другая — на одну больше. Сли-

яние таких гамет с нормальной гаплоидной гаметой при оплодотворении приводит к образованию зиготы с меньшим или большим числом хромосом по сравнению с диплоидным набором, характерным для данного вида. Среди анеуплоидов встречаются: *трисомии* — организмы с набором хромосом $2n+1$, *моносомии* — организмы с набором хромосом $2n-1$. Например, болезнь Дауна у человека возникает в результате трисомии по 21-й паре хромосом.

Хромосомные мутации — мутации, вызывающие изменения структуры хромосом. Перестройки могут осуществляться как в пределах одной хромосомы — *внутрихромосомные* мутации, так и между негомологичными хромосомами — *межхромосомные* мутации.

Внутрихромосомные мутации:

- *делеция* — утрата части хромосомы ($ABCD \rightarrow AB$);
- *инверсия* — поворот участка хромосомы на 180° ($ABCD \rightarrow ACBD$);
- *дупликация* — удвоение одного и того же участка хромосомы; ($ABCD \rightarrow ABCBCD$).

Межхромосомные мутации:

- *транслокация* — обмен участками между негомологичными хромосомами ($ABCD \rightarrow ABCD1234$).

Генными мутациями называют изменения структуры молекулы ДНК на участке определенного гена, кодирующего структуру определенной молекулы белка. Эти мутации влекут за собой изменение строения белков, то есть появляется новая последовательность аминокислот в полипептидной цепи, в результате чего происходит изменение функциональной активности белковой молекулы. Благодаря генным мутациям происходит возникновение серии множественных аллелей одного и того же гена. Чаще всего генные мутации происходят в результате замены одного или нескольких нуклеотидов на другие, вставки нуклеотидов, потери нуклеотидов, изменения порядка чередования нуклеотидов.

В природе постоянно идет спонтанный мутагенез. Однако спонтанные мутации — редкое явление. Например, у дрозофилы мутация белых глаз образуется с частотой 1:100 000 гамет, у человека многие гены мутируют с частотой 1:200 000 гамет.

Закон гомологических рядов. Н. И. Вавилов, изучая наследственную изменчивость у культурных растений и их предков, обнаружил ряд закономерностей, которые позволили сформулировать закон гомологических рядов наследственной изменчивости: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и виды, тем полнее сходство в родах их изменчивости. Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство».

Этот закон можно проиллюстрировать на примере семейства Мятликовые, к которому относятся пшеница, рожь, ячмень, овес, просо и т. д. Так, черная окраска зерновки обнаружена у ржи, пшеницы, ячменя, кукурузы и других растений, удлиненная форма зерновки — у всех изученных видов семейства. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости позволил самому Н. И. Вавилову найти ряд форм ржи, ранее не известных, опираясь на наличие этих признаков у пшеницы. К ним относятся: остистые и безостые колосья, зерновки красной, белой, черной и фиолетовой окраски, мучнистое и стекловидное зерно и т. д.

Закон справедлив не только для растений, но и для животных. Так, альбинизм встречается не только в разных группах млекопитающих, но и у птиц и других животных. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости имеет огромное значение для селекционной практики. Он позволяет предугадать наличие форм, не обнаруженных у данного вида, но характерного для близкородственных видов, то есть закон указывает направление поисков.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Наследственная изменчивость. § 30—31**Типы наследственной изменчивости**

Ядерная, генотипическая (есть и цитоплазматическая).
 Комбинативная. Мутационная.

В основе — половое размножение: геном + геном = генотип (уникальный).
 Рекомбинации: в профазу 1 мейоза, анафазу 1, анафазу 2, при случайном сочетании гамет.

Мутации: спонтанные и индуцированные; нейтральные, вредные и полезные, чаще рецессивные??? Соматические и генеративные мутации??

Мутационная изменчивость (Гуго Де Фриз)

Геномные: полиплоидия ($3n$, $4n$, $5n$);
 анеуполидия (гетероплоидия):

- моносомия ($2n - 1$)
- трисомия ($2n + 1$)
- полисомия ($2n + k$)

Хромосомные: а) внутрихромосомные:

- делеция ($ABCD \rightarrow AB$)
- дупликация ($ABCD \rightarrow ABCDCD$)
- инверсия ($ABCD \rightarrow ACBD$)

б) межхромосомные:

- транслокация ($ABCD \rightarrow ABCD1234$)

Генные (точковые):

- выпадение, вставка, замена одной или нескольких пар нуклеотидов внутри гена. Образуются новые аллели гена. Например, серповидно-клеточная анемия возникает при замене *глу* на *вал* в гемоглобине.

Частота: 1 мутация на 10^5 — 10^6 гамет по каждому гену!

Закон гомологических рядов

Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости.

Проиллюстрирован Н. И. Вавиловым на многих родах семейства злаков.

Общий закон для всех организмов. Ссылки у Ч. Дарвина, Нодэна, закон Уолша.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называется изменчивость, не связанная с изменением генотипа?
2. Можно ли управлять доминированием признаков?
3. Можно ли использовать модификационную изменчивость для создания новых пород животных?
4. Какое значение модификационная изменчивость имеет для эволюции?
5. Приведите примеры количественных и качественных признаков.
6. Какие закономерности характерны для модификационной изменчивости?
7. Что произойдет, если сбрить шерсть на ухе горностаевого кролика и содержать его при температуре 30 °С?
8. Корень одуванчика разрезали пополам, одну половинку выращивали на лугу, другую высоко в горах. У выросших растений (крупного на лугу и маленького в горах) взяли семена и посеяли вместе, на лугу. Какой ожидается результат?
9. Породистых телят содержали в плохих условиях, коровы выросли низкорослыми и вместо ожидаемых 5000 кг молока давали 1000 кг в год. Сколько молока будет давать их потомство, если попадет в хорошие условия?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование**Задание 25. «Модификационная изменчивость»**

****Тест 1.** Как называется изменчивость, не связанная с изменением генотипа?

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Определенная. | 3. Фенотипическая. |
| 2. Неопределенная. | 4. Модификационная. |

Тест 2. Можно ли управлять доминированием признаков?

1. Да, воздействуя факторами среды.
2. Нет, доминирование заложено в генотипе организма.

Тест 3. Можно ли использовать модификационную изменчивость для создания новых пород животных?

1. Да.
2. Нет.

Тест 4. Какое значение модификационная изменчивость имеет для эволюции?

1. Не имеет значения.
2. Позволяет приспособиться к различным условиям среды в пределах нормы реакции признаков.
3. Приводит к изменению генотипа, выживут наиболее приспособленные организмы.

****Тест 5.** Укажите количественные признаки:

1. Молочность коров.
2. Яйценоскость кур.
3. Окраска цветов.
4. Масть животных.

Тест 6. Какое суждение верно?

1. Модификационная изменчивость приводит к изменению генотипа.
2. Изменения, появившиеся в результате модификационной изменчивости, наследуются.
3. Модификационная изменчивость используется для создания новых сортов растений.
4. У каждого признака своя норма реакции.

****Тест 7.** Какие закономерности характерны для модификационной изменчивости?

1. Является неопределенной изменчивостью.
2. Средние значения признаков встречаются чаще, чем крайние.
3. Крайние значения признаков встречаются чаще, чем средние.
4. Один и тот же генотип в разных условиях среды формирует различные фенотипы.

Тест 8. Что произойдет, если сбрить шерсть на ухе горностаевого кролика и содержать его при температуре 30 °С?

1. На ухе вырастет шерсть такого же цвета, как и была.
2. Вырастет белая шерсть.
3. Вырастет серая шерсть.
4. Шерсть не вырастет.

Тест 9. Корень одуванчика разрезали пополам, одну половинку выращивали на лугу, другую высоко в горах. У выросших растений (крупного на лугу и маленького в горах) взяли семена и посеяли вместе, на лугу. Какой ожидается результат?

1. Потомство будет неразличимо.
2. Потомство от выросшего в горах одуванчика будет мельче.
3. Потомство от выросшего в горах одуванчика будет крупнее.

Тест 10. Породистых телят содержали в плохих условиях, коровы выросли низкорослыми и вместо ожидаемых 5000 кг молока давали 1000 кг в год. Сколько молока будет давать их потомство, если попадет в хорошие условия?

1. Будет давать до 5000 кг молока в год.
2. Будет давать 1000 кг молока в год.

Урок 9. ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА

Задачи. Рассмотреть особенности изучения генетики человека, сформировать знания об основных методах изучения наследственности человека. Показать роль мутаций и появление мутаций у человека. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Наследственная изменчивость».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* диафильм «Генетика и медицина», таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Когда и каким образом происходит перекомбинация генов при комбинативной изменчивости?
2. Чем мутационная изменчивость отличается от комбинативной?
3. Значение наследственной изменчивости (комбинативной и мутационной) для эволюции.

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью таблиц, кодограммы (приложение 2).

Методы изучения генетики человека. Для генетических исследований человек является очень неудобным объектом: большое количество хромосом; невозможно экспериментальное скрещивание; поздно наступает половая зрелость; малое число потомков в каждой семье.

Для изучения наследственности человека используют ряд методов.

Генеалогический метод. Использование его возможно лишь в том случае, когда известны прямые родственники — предки обладателя наследственного признака (*пробанда*) по материнской и отцовской линиям в ряду поколений или потомки пробанда также в нескольких поколениях. Проводится анализ родословной с целью установления характера наследования изучаемого признака.

По аутосомно-доминантному типу наследуются полидактилия (увеличенное количество пальцев), веснушки, раннее облысение, сросшиеся пальцы, катаракта глаз, хрупкость костей и многие другие. Альбинизм, рыжие волосы, подверженность полиомиелиту, сахарный диабет, врожденная глухота наследуются как аутосомно-рецессивные.

Целый ряд признаков наследуется сцепленно с полом: Х-сцепленное наследование — гемофилия, дальтонизм; У-сцепленное — гипертрихоз (повышенное оволосение ушной раковины), перепонки между пальцами. Имеется ряд генов, локализованных в гомологичных участках Х- и У-хромосомы, например общая цветовая слепота.

Использование генеалогического метода показало, что при родственном браке, по сравнению с неродственным, значительно возрастает вероятность появления уродств, мертворождений, ранней смертности в потомстве. В родственных браках рецессивные гены чаще переходят в гомозиготное состояние, в результате развиваются те или иные аномалии. Ярким примером этого является наследование гемофилии в царских домах Европы.

Близнецовый метод. Близнецами называют одновременно родившихся детей. Они бывают *монозиготными* (однояйцевыми) и *дизиготными* (разнояйцевыми). Монозиготные близнецы развиваются из одной зиготы, которая на стадии дробления разделилась на две (или более) части. Поэтому такие близнецы генетически идентичны и всегда одного пола. Монозиготные близнецы характеризуются большой степенью сходства (*конкордантностью*) по многим признакам.

Дизиготные близнецы развиваются из одновременно овулировавших и оплодотворенных разными сперматозоидами яйцеклеток. Поэтому они наследственно различны и могут быть как одного, так и или разного пола. В отличие от монозиготных, дизиготные близнецы часто характеризуются *дискордантностью* — несходством по многим признакам. Данные о конкордантности близнецов по некоторым признакам приведены в таблице.

Наблюдения за монозиготными близнецами дают материал для выяснения роли наследственности и среды в развитии признаков. Причем под внешней средой пони-

Конкордантность некоторых признаков человека

Признаки	Конкордантность, %	
	Монозиготные близнецы	Дизиготные близнецы
Нормальные		
Группа крови (AB0)	100	46
Цвет глаз	99,5	28
Цвет волос	97	23
Патологические		
Бронхиальная астма	19	4,8
Корь	98	94
Туберкулез	87	25
Шизофрения	70	13

мают не только физические факторы среды, но и социальные условия.

Цитогенетический метод. Основан на изучении хромосомного набора человека. В норме кариотип человека включает 46 хромосом — 22 пары аутосом и две половые хромосомы. Использование данного метода позволило выявить группу болезней, связанных либо с изменением числа хромосом, либо с изменениями их структуры. Такие болезни получили название *хромосомных*. К их числу относятся: синдром Клайнфельтера, синдром Шерешевского-Тернера, трисомия X, синдром Дауна и другие.

Больные с синдромом Клайнфельтера (47,XXY) всегда мужчины. Они характеризуются недоразвитием половых желез, дегенерацией семенных канальцев, часто умственной отсталостью, высоким ростом (за счет непропорционально длинных ног).

Синдром Шерешевского-Тернера (45,X0) наблюдается у женщин. Он проявляется в замедлении полового созревания, недоразвитии половых желез, отсутствии менструаций, бесплодии. Женщины с синдромом Шерешевского-Тернера небольшого роста, плечи широкие, таз узкий, нижние конечности укорочены, шея короткая, со складками, «монголоидный» разрез глаз.

Синдром Дауна — одна из самых часто встречающихся хромосомных болезней. Она развивается в результате три-

сомии по 21 хромосоме (47, 21, 21, 21). Болезнь легко диагностируется, так как имеет ряд характерных признаков: укороченные конечности, маленький череп, плоское, широкое переносье, узкие глазные щели с косым разрезом, наличие складки верхнего века, психическая отсталость. Часто наблюдаются и нарушения строения внутренних органов.

Чаще всего хромосомные болезни являются результатом мутаций, произошедших в половых клетках одного из родителей во время мейоза.

Биохимический метод позволяет обнаружить нарушения в обмене веществ, вызванные мутациями генов и, как следствие, изменением активности различных ферментов. Наследственные болезни обмена веществ подразделяются на болезни углеводного обмена (сахарный диабет), обмена аминокислот, липидов, минералов и др.

Фенилкетонурия относится к болезням аминокислотного обмена. При этом блокируется превращение незаменимой аминокислоты фенилаланин в тирозин, и фенилаланин превращается в фенилпировиноградную кислоту, которая выводится с мочой. Заболевание приводит к быстрому развитию слабоумия у детей. Ранняя диагностика и диета позволяют приостановить развитие заболевания.

Генетика человека — одна из наиболее интенсивно развивающихся отраслей науки. Она является теоретической основой медицины, раскрывает биологические основы наследственных заболеваний. Знание генетической природы заболеваний позволяет вовремя поставить точный диагноз и осуществить нужное лечение.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

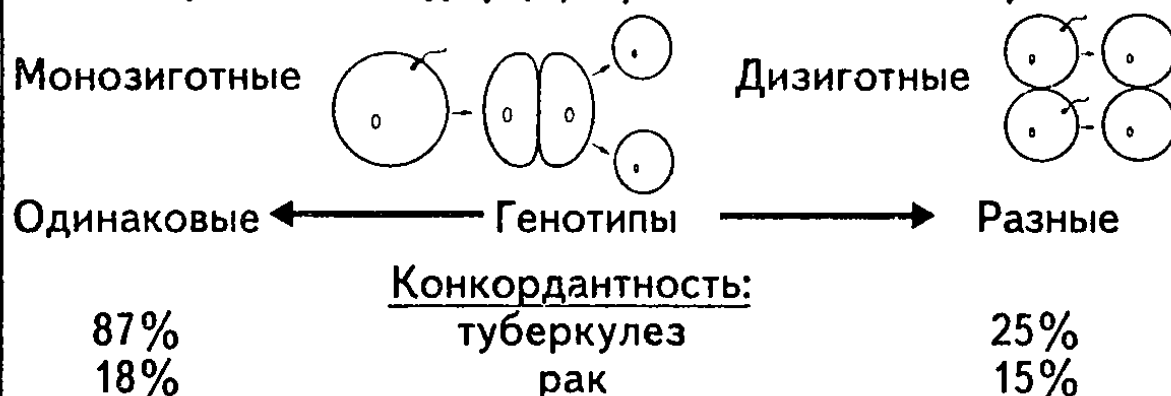
Тема: Генетика человека.

§ 23—32

Особенности изучения: ????

2500 форм генетически обусловленных болезней.

Близнецовый метод (1%, 1/3 монозиготных)



Генеалогический метод

Аутосомный тип наследования:

Доминантные признаки

Карие глаза

Курчавые, нерыжие волосы

Раннее облысение

Рецессивные признаки

Голубые, серые

Прямые, рыжие

Норма

Сцепленный с половыми хромосомами:

X-сцепленные, рецессивные: — дальтонизм, гемофилия;

X-сцепленные, доминантные: — коричневая эмаль;

Y-сцепленный признак: — гипертрихоз.

Цитогенетический метод (хромосомы лейкоцитов)

♀46;XX x ♂46;XY (мутаген)

Гам.



F1:

47; XXY — синдром Клайнфельтера, при этом в интерфазных ядрах — тельца Барра.

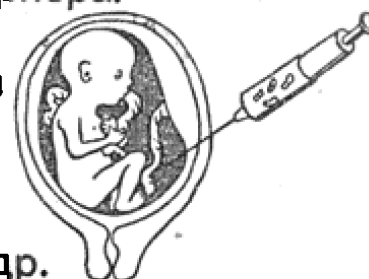
45; XO — синдром Шерешевского-Тернера.

47; 21,21,21 — синдром Дауна.

Амниоцентез — отбор околоплодной жидкости для ранней диагностики.

Биохимический метод

Сахарный диабет, фенилкетонурия и др.



Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Как называется изменчивость, связанная с изменением генотипа?
2. Когда при половом размножении происходит рекомбинация генетического материала?
3. Что такое геном?
4. Что такое генотип?
5. К какому типу мутаций относится кратное геному увеличение хромосом в генотипе ($3n$, $4n$, $5n$)?
6. К какому типу мутаций относится потеря одной хромосомы в генотипе ($2n - 1$)?
7. К какому типу мутаций относится приобретение лишней хромосомы в генотипе ($2n + 1$)?
8. Укажите два основных типа наследственной изменчивости.
9. Как называются мутации, произошедшие в половых клетках? В клетках тела?
10. Какой вид изменчивости приводит к образованию новых видов, так как дает материал для отбора?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование**Задание 26. «Наследственная изменчивость»**

Тест 1. Как называется изменчивость, связанная с изменением генотипа?

- | | |
|--------------------|---------------------|
| 1. Определенная. | 3. Фенотипическая. |
| 2. Неопределенная. | 4. Модификационная. |

****Тест 2.** Когда при половом размножении происходит рекомбинация генетического материала и образование уникального генотипа?

- | | |
|----------------------------|------------------|
| 1. Во время слияния гамет. | 5. Телофазу 1. |
| 2. Во время конъюгации. | 6. В анафазу 2. |
| 3. Во время кроссинговера. | 7. В метафазу 2. |
| 4. В анафазу 1. | 8. В телофазу 2. |

Тест 3. К какому типу мутаций относится кратное геному увеличение хромосом в генотипе ($3n$, $4n$, $5n$)?

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. Полиплоидия. | 3. Трисомия. |
| 2. Моносомия. | 4. Полисомия. |

Тест 4. К какому типу мутаций относится потеря одной хромосомы в генотипе ($2n - 1$)?

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. Полиплоидия. | 3. Трисомия. |
| 2. Моносомия. | 4. Полисомия. |

Тест 5. К какому типу мутаций относится приобретение лишней хромосомы в генотипе ($2n + 1$)?

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. Полиплоидия. | 3. Трисомия. |
| 2. Моносомия. | 4. Полисомия. |

****Тест 6.** Какие суждения верны?

1. Мутационная изменчивость приводит к изменению генотипа.
2. Изменения, появившиеся в результате соматических мутаций, наследуются при половом размножении.
3. Мутационная изменчивость используется для создания новых сортов растений.
4. Комбинативная изменчивость используется для создания новых сортов растений.

****Тест 7.** Укажите основные типы наследственной изменчивости.

1. Мутационная изменчивость.
2. Определенная изменчивость.
3. Фенотипическая изменчивость.
4. Комбинативная изменчивость.

Тест 8. Что такое геном?

1. Набор хромосом в гамете.
2. Набор хромосом в зиготе.
3. Хромосомный набор, характерный для вида.
4. Гены, находящиеся в одной хромосоме.

Тест 9. Что такое генотип?

1. Набор хромосом в гамете.
2. Набор хромосом в зиготе.
3. Хромосомный набор, характерный для вида.
4. Гены, находящиеся в одной хромосоме.

****Тест 10.** Какие суждения верны для мутаций?

1. Большинство мутаций полезны.
2. Большинство мутаций нейтральны.
3. Большинство мутаций рецессивны.
4. Соматические мутации возникают в половых клетках.

Урок 10. **ЗАЧЕТ ПО РАЗДЕЛУ «ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ»**

Задачи. Обобщить фактический и теоретический материал по основам генетики, проверить усвоение конкретного фактического материала, углубить и расширить знания учащихся.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* фильмы, подготовленные рефераты учащихся, газеты, бюллетени.

Ход урока:

Повторение. Письменная проверочная работа (30 мин.).

Тесты и задачи к зачету вывешиваются за неделю. Предлагаются темы рефератов, газет.

На зачете будут эти же тесты, но в другом порядке и похожие задачи. Учитель раздает листочки с вопросами на каждый стол, класс делится на два варианта, каждому варианту предлагается 20 тестов (1—20, 21—40) и одна из задач.

Тесты и задачи к зачету по теме «Основы генетики»

1. Что изучает генетика?
2. Что влияет на формирование фенотипа?
3. Каким образом Г. Мендель проводил скрещивание между сортами?
4. В каком соотношении происходит расщепление по фенотипу при скрещивании $Aa \times Aa$ при полном и при неполном доминировании?
5. Сформулируйте первый закон Г. Менделя.
6. Сформулируйте второй закон Г. Менделя.
7. Сформулируйте третий закон Г. Менделя.
8. Что такое анализирующее скрещивание?
9. Сколько аллелей по окраске глаз известно у дрозофилы?
10. Какое расщепление по фенотипу и генотипу наблюдается при неполном доминировании?
11. Какие гены называются аллельными?
12. Какие типы аллельного взаимодействия генов вам известны?
13. Сколько и в каком соотношении образуется различных фенотипов при скрещивании дигетерозигот?
14. Сколько различных генотипов образуется при скрещивании дигетерозигот?
15. Сформулируйте закон Моргана.

16. Когда выполняются законы Г. Менделя?
17. Когда выполняется закон Моргана?
18. Сколько групп сцепления у дрозофилы?
19. У каких организмов женский пол гетерогаметен?
20. У каких организмов женский пол гомогаметен?
21. Запишите генотипы мужчины и женщины.
22. Какие заболевания наследуются по X-сцепленному рецессивному типу?
23. Сколько пар гомологичных хромосом у самца дрозофилы? У самки?
24. Какие половые хромосомы у курицы?
25. Когда определяется пол организма у человека, дрозофилы?
26. Какая изменчивость называется модификационной, определенной?
27. Каковы статистические закономерности модификационной изменчивости?
28. Классификация хромосомных мутаций.
29. Классификация геномных мутаций.
30. Какие мутации называются соматическими?
31. Сформулируйте закон гомологических рядов наследственной изменчивости.
32. С какими органоидами связана цитоплазматическая наследственность?
33. С помощью каких методов изучается генетика человека?
34. Как называются близнецы, которые образовались из одной яйцеклетки?
35. Приведите три примера наследования признаков человека по аутосомно-доминантному типу.
36. Чем монозиготные близнецы отличаются от дизиготных?
37. Какой набор хромосом у больного с синдромом Дауна?
38. Какой набор хромосом у больного с синдромом Клайнфельтера?
39. Какой набор хромосом у больной с синдромом Шерешевского-Тернера?
40. Какова частота мутаций?

Задачи (на зачете будут похожие):

Задача 1. Дочь дальтоника выходит замуж за сына другого дальтоника, причем жених и невеста различают цвета нормально. Каким будет зрение у их детей?

Задача 2. Голубоглазый мужчина, родители которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца

которой глаза были голубые, а у матери карие. От этого брака родился один ребенок, глаза которого оказались карими. Каковы генотипы всех упомянутых здесь лиц?

Задача 3. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Кареглазый правша, гетерозиготный по обоим признакам, женится на голубоглазой левше. Какое потомство в отношении указанных признаков следует ожидать в семье?

Задача 4. У томатов нормальная высота растений *A* доминирует над карликовостью *a*. Определите генотипы скрещиваемых растений, если в их потомстве наблюдается расщепление по этим признакам в соотношении: а) 1:1; б) 3:1.

Задача 5. Известно, что окраска шерсти у кошек контролируется геном, локализованным в половой X-хромосоме. Одна аллель этого гена (*B*) дает черную окраску, другая — рыжую (*b*). Если встречаются оба аллельных гена — окраска черепаховая (трехцветная). Какое потомство по окраске шерсти следует ожидать при скрещивании рыжего кота с черепаховой (трехцветной) кошкой?

Зачет по теме «Основы генетики»

1. Классификация геномных мутаций.
2. Сформулируйте закон Моргана.
3. Что влияет на формирование фенотипа?
4. В каком соотношении происходит расщепление по фенотипу при скрещивании *Aa* × *Aa* при полном и при неполном доминировании?
5. Что такое анализирующее скрещивание?
6. Сколько аллелей по окраске глаз известно у дрозофилы?
7. Какой набор хромосом у больного с синдромом Клайнфельтера?
8. Какое расщепление по фенотипу и генотипу наблюдается при неполном доминировании?
9. Какова частота мутаций?
10. Какие гены называются аллельными?
11. Как называются близнецы, которые образовались из одной яйцеклетки?
12. Сколько пар гомологичных хромосом у самца дрозофилы? У самки?
13. Сформулируйте первый закон Г. Менделя.

14. Каковы статистические закономерности модификационной изменчивости?
15. Сколько и в каком соотношении образуется различных фенотипов при скрещивании дигетерозигот?
16. Когда выполняются законы Г. Менделя?
17. Сколько групп сцепления у дрозофилы?
18. У каких организмов женский пол гетерогаметен?
19. Какой набор хромосом у больной с синдромом Шерешевского-Тернера?
20. Запишите генотипы мужчины и женщины.
21. Сколько различных генотипов образуется при скрещивании дигетерозигот?
22. Какие заболевания наследуются по X-сцепленному рецессивному типу?
23. Какие половые хромосомы у курицы?
24. Когда определяется пол организма у человека, дрозофилы?
25. Сформулируйте второй закон Г. Менделя.
26. Какая изменчивость называется модификационной, определенной?
27. Классификация хромосомных мутаций.
28. Что изучает генетика?
29. Какие мутации называются соматическими?
30. Сформулируйте закон гомологических рядов наследственной изменчивости.
31. У каких организмов женский пол гомогаметен?
32. С какими органоидами связана цитоплазматическая наследственность?
33. С помощью каких методов изучается генетика человека?
34. Каким образом Г. Мендель проводил скрещивание между сортами?
35. Приведите три примера наследования признаков человека по аутосомно-доминантному типу
36. Какие типы аллельного взаимодействия генов вам известны?
37. Чем монозиготные близнецы отличаются от дизиготных?
38. Сформулируйте третий закон Г. Менделя.
39. Какой набор хромосом у больного с синдромом Дауна?
40. Когда выполняется закон Моргана?

Задачи:

Задача 1. Дочь дальтоника выходит замуж за сына другого дальтоника, причем жених и невеста различают цвета нормально. Запишите генотипы всех упомянутых лиц.

Задача 2. Голубоглазый мужчина, родители которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза были голубые, а у матери карие. Каковы генотипы всех упомянутых здесь лиц? Какие глаза могут быть у детей от этого брака?

Задача 3. У человека карий цвет глаз доминирует над голубым, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью, причем гены обоих признаков находятся в различных хромосомах. Кареглазый правша, гетерозиготный по обоим признакам, женится на голубоглазой правше, гомозиготной по обоим признакам. Какое потомство следует ожидать в семье?

Задача 4. У томатов нормальная высота растений *A* доминирует над карликовостью *a*. Определите генотипы скрещиваемых растений, если в их потомстве наблюдается расщепление по этим признакам в соотношении: а) 1:1; б) 3:1

Задача 5. Известно, что окраска шерсти у кошек контролируется геном, локализованным в половой X-хромосоме. Одна аллель этого гена (*B*) дает черную окраску, другая — рыжую (*b*). Если встречаются оба аллельных гена — окраска черепаховая (трехцветная). Какое потомство по окраске шерсти следует ожидать при скрещивании черного кота с черепаховой (трехцветной) кошкой?

Просмотр фильмов, заслушивание рефератов с целью углубления знаний по этому разделу (10 мин.).

Темы для рефератов: «Т. Д. Лысенко и генетика в России», «Г. Мендель», «Геном человека», «Творческий путь Н. И. Вавилова»

Глава 9. ГЕНЕТИКА И СЕЛЕКЦИЯ

Материал главы формирует знания об основных методах селекции растений, животных и микроорганизмов.

Распределение материала по урокам:

1-й урок. Селекция.

2-й урок. Основные методы селекции растений.

3-й урок. Основные методы селекции животных.

4-й урок. Селекция микроорганизмов. Биотехнология.

5-й урок. Зачет.

Урок 1. СЕЛЕКЦИЯ

Задачи. Дать определение селекции как науке. Сформировать знания о центрах происхождения культурных растений, открытых Н. И. Вавиловым, рассмотреть первые этапы селекции — одомашнивание диких животных и первые попытки выращивания растений.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* таблицы по общей биологии, кодограмма, возможно использование фрагмента фильма «Селекция растений» или «Генетика и селекция».

Ход урока:

Повторение. Анализ зачета, выставление оценок (5—7 мин.).

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагмента кинофильма, кодограммы.

Что такое селекция. Селекция — наука о создании новых и улучшении существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов. В основе селекции лежат такие методы, как гибридизация и отбор. Теоретической основой селекции является генетика.

Для успешного решения задач, стоящих перед селекцией, академик Н. И. Вавилов особо выделял значение:

— изучения сортового, видового и родового разнообразия интересующей нас культуры;

- влияния среды на развитие интересующих селекционера признаков;
- изучения наследственной изменчивости;
- знаний закономерностей наследования признаков при гибридизации;
- особенностей селекционного процесса для само- или перекрестноопылителей;
- стратегии искусственного отбора.

Породы, сорта, штаммы — искусственно созданные человеком популяции организмов с наследственно закрепленными особенностями: продуктивностью, морфологическими, физиологическими признаками.

Каждая порода животных, сорт растений, штамм микроорганизмов приспособлены к определенным условиям, поэтому в каждой зоне нашей страны имеются специализированные *сортотыпные станции* и *племенные хозяйства* для сравнения и проверки новых сортов и пород.

Для успешной работы селекционеру необходимо сортовое разнообразие исходного материала, с этой целью Н. И. Вавиловым была собрана коллекция сортов культурных растений и их диких предков со всего земного шара. К 1940 году во *Всесоюзном институте растениеводства* насчитывалось 300 тыс. образцов. В настоящее время коллекция пополняется и является основой для работ по селекции любой культуры.

Н. И. Вавилов установил и *центры происхождения культурных растений*, места, где находится наибольшее видовое и сортовое их многообразие. Они находятся в зонах, наиболее благоприятных для жизни большого количества людей. Первые попытки выращивания растений, как и первые попытки выращивания животных, вероятно, происходили 20–30 тыс. лет назад, когда крупные животные были выбиты и охота перестала обеспечивать людей продуктами питания в достаточной степени.

Наиболее богатыми по количеству культур являются древние центры цивилизации, именно там наиболее ранняя культура земледелия, более длительное время проводится искусственный отбор и селекция растений.

Селекция животных происходила в этих же районах. На первых этапах происходило одомашнивание, приручение животных. Выращивались детеныши диких животных, каким-

**Центры происхождения культурных растений
(по Н. И. Вавилову)**

Центры происхождения	Местоположение	Культивируемые растения
1. Южноазиатский тропический	Тропическая Индия, Индокитай, о-ва Юго-Восточной Азии	Рис, сахарный тростник, цитрусовые, баклажаны и др. (50% культурных растений)
2. Восточноазиатский	Центральный и Восточный Китай, Япония, Корея, Тайвань	Соя, просо, гречиха, плодовые и овощные культуры — слива, вишня и др. (20% культурных растений)
3. Юго-Западноазиатский	Малая Азия, Средняя Азия, Иран, Афганистан, Юго-Западная Индия	Пшеница, рожь, бобовые культуры, лен, конопля, репа, чеснок, виноград и др. (14% культурных растений)
4. Средиземноморский	Страны по берегам Средиземного моря	Капуста, сахарная свекла, маслины, клевер (11% культурных растений)
5. Абиссинский	Абиссинское нагорье Африки	Твердая пшеница, ячмень, кофейное дерево, бананы, сорго
6. Центральноамериканский	Южная Мексика	Кукуруза, какао, тыква, табак, хлопчатник
7. Южноамериканский	Западное побережье Южной Америки	Картофель, ананас, хинное дерево

либо образом попавшие к человеку. Среди них преимущественно выживали те, кто вел себя наименее агрессивно по отношению к человеку, кто легко размножался в неволе. Отбор, который проводил человек, сначала был *бессознательным* — больше ценились и сохранялись лучшие животные, впоследствии становится *методическим*, человек хочет получать потомство от лучших производителей. Дикий тур стал родоначальником пород крупного рогатого скота, волк — пород домашней собаки, муфлон — различных пород овец, от тарпана произошли лошади. Кабан стал родоначальником различных пород свиней, от дикой банкивской курицы произошли породы домашних кур.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Селекция.**§ 34****Что такое селекция**

Селекция? В основе — гибридизация и отбор.
Одомашнивание (20—30 тыс. лет).

Породы, сорта, штаммы — искусственно созданные человеком популяции организмов с наследственно закрепленной продуктивностью, морфологическими, физиологическими признаками.

Н. И. Вавилов: ВИР — коллекция сортов культурных растений и их диких предков со всего земного шара.

Центры происхождения культурных растений

Древние центры цивилизации:

1. Южноазиатский тропический
2. Восточноазиатский
3. Юго-Западноазиатский
4. Средиземноморский
5. Абиссинский
6. Центральноамериканский
7. Южноамериканский



1. Рис, сахарный тростник, цитрусовые, баклажаны и др. (50% культурных растений).
2. Соя, просо, гречиха, плодовые и овощные культуры — слива, вишня и др. (20% культурных растений).
3. Пшеница, рожь, бобовые культуры, лен, конопля, репа, чеснок, виноград и др. (14% культурных растений).
4. Капуста, сахарная свекла, маслины, клевер (11% культурных растений).
5. Твердая пшеница, ячмень, кофейное дерево, бананы, сорго.
6. Кукуруза, какао, тыква, табак, хлопчатник.
7. Картофель, ананас, хинное дерево.

Происхождение домашних животных

Тур? Муфлон? Тарпан? Кабан? Банкивские куры?....

Урок 2. СЕЛЕКЦИЯ РАСТЕНИЙ

Задачи. Показать роль различных форм искусственного отбора для селекции самоопыляющихся и перекрестноопыляемых растений. Обратить внимание на роль естественного отбора. Сформировать знания об основных методах селекции растений. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Селекция».

Оборудование. Фрагменты кинофильмов «Селекция растений», «Гетерозис», «Полиплоидия», «Генетика и селекция», диафильм «Селекция растений», таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Охарактеризуйте первый этап селекции, раскройте его сущность.
2. Что вам известно о происхождении домашних животных?
3. Каков вклад Н. И. Вавилова в развитие селекции в России?

В связи с наличием большого выбора фильмов и необходимости их использования на уроке, работу с карточкой у доски и тестирование целесообразно на данном уроке не проводить.

Устное повторение (10 мин.).

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильмов, диафильма, кодограммы.

Основные методы селекции растений. Основными методами селекции растений были и остаются гибридизация и отбор. Различают две основные формы искусственного отбора: *массовый* и *индивидуальный*.

1. Массовый отбор применяют при селекции *перекрестноопыляемых* растений, таких, как рожь, кукуруза, подсолнечник. При этом выделяют группу растений, обладающих ценными признаками. В этом случае сорт представляет собой популяцию, состоящую из гетерозиготных особей, и каждое семя даже от одного материнского растения обладает уникальным генотипом. С помощью массового отбора сохраняются и улучшаются сортовые каче-

ства, но результаты отбора неустойчивы в силу случайного перекрестного опыления.

2. *Индивидуальный отбор* эффективен для самоопыляемых растений (пшеницы, ячменя, гороха). В этом случае потомство сохраняет признаки родительской формы, является *гомозиготным* и называется *чистой линией*. Чистая линия — потомство одной гомозиготной самоопыленной особи.

3. *Естественный отбор* в селекции играет определяющую роль. На любое растение в течение всей его жизни действует целый комплекс факторов окружающей среды, и оно должно быть устойчивым к вредителям и болезням, приспособлено к определенному температурному и водному режиму.

4. *Инбридинг* используют как один из этапов повышения урожайности. Для этого проводят *самоопыление перекрестноопыляемых растений* на протяжении 3—5 лет для получения *чистых линий*. У гибридов многие рецессивные неблагоприятные гены при этом переходят в гомозиготное состояние, и это приводит к снижению их жизнеспособности, урожайность падает. Широко используется инбридинг для получения гетерозисных семян кукурузы. При этом срывают метелки с выбранных растений и, когда появляются рыльца пестиков, их опыляют пылью этого же растения. Чтобы не попала пыльца от других растений, бумажными изоляторами предохраняют соцветия. Таким образом получают несколько чистых линий на протяжении ряда лет, а затем скрещивают чистые линии между собой и подбирают такие, которые дают максимальный эффект *гетерозиса* — жизненной силы, при котором потомство дает максимальную прибавку в урожае.

Эффект гетерозиса объясняется двумя основными гипотезами. *Гипотеза доминирования* предполагает, что эффект гетерозиса зависит от количества доминантных генов в гомозиготном или гетерозиготном состоянии. Чем больше в генотипе генов в доминантном состоянии — тем больший эффект гетерозиса, и первое гибридное поколение даст прибавку урожая до 30%.

$$AAbbCCdd \times aaBBccDD$$

$$F_1 AaBbCcDd$$

Гипотеза сверхдоминирования объясняет явление гетерозиса *эффектом сверхдоминирования* иногда гетерозигот-

ное состояние по одному или нескольким генам дает гибриду превосходство над родительскими формами по массе и продуктивности. Но начиная со второго поколения эффект гетерозиса затухает, так как часть генов переходит в гомозиготное состояние.

$$Aa \times Aa$$

$$AA \ 2Aa \ aa$$

5. *Перекрестное опыление самоопылителей* дает возможность сочетать свойства различных сортов. Рассмотрим, как это практически выполняется при создании новых сортов пшеницы. У цветков растения одного сорта удаляются пыльники, рядом в банке с водой ставится растение другого сорта, и растения двух сортов накрываются общим изолятором. В результате получают гибридные семена, сочетающие нужные селекционеру признаки разных сортов.

6. *Очень перспективен метод получения полиплоидов*, у растений полиплоиды обладают большей массой вегетативных органов, имеют более крупные плоды и семена. Многие культуры представляют собой естественные полиплоиды: пшеница, картофель, выведены сорта полиплоидной гречихи, сахарной свеклы.

Виды, у которых кратно умножен один и тот же геном, называются *аутополиплоидами*. Классическим способом получения полиплоидов является обработка проростков колхицином. Это вещество блокирует образование микротрубочек веретена деления при митозе, в клетках удваивается набор хромосом, клетки становятся тетраплоидными.

7. *Отдаленная гибридизация* — скрещивание растений, относящихся к разным видам. Но отдаленные гибриды обычно стерильны, так как у них нарушается мейоз (два гаплоидных набора хромосом разных видов не конъюгируют) и не образуются гаметы.

В 1924 году советский ученый Г. Д. Карпеченко получил плодовой *межродовой гибрид*. Он скрестил редьку ($2n = 18$ редечных хромосом) и капусту ($2n = 18$ капустных хромосом). У гибрида в диплоидном наборе было 18 хромосом: 9 редечных и 9 капустных, но при мейозе редечные и капустные хромосомы не конъюгировали, гибрид был стерильным.

С помощью колхицина Г. Д. Карпеченко удалось удво-

ить хромосомный набор гибрида, полиплоид стал иметь 36 хромосом, при мейозе редечные (8 + 8) хромосомы конъюгировали с редечными, капустные (8 + 8) с капустными. Плодовитость была восстановлена. Таким способом были получены пшенично-ржаные гибриды (тритикале), пшенично-пырейные гибриды и др. Виды, у которых произошло объединение разных геномов в одном организме, а затем их кратное увеличение, называются *аллополиплоидами*.

8 *Использование соматических мутаций* применимо для селекции вегетативно размножающихся растений, что использовал в своей работе еще И. В. Мичурин. С помощью вегетативного размножения можно сохранить полезную соматическую мутацию. Кроме того, только с помощью вегетативного размножения *сохраняются свойства многих сортов плодово-ягодных культур*.

9. *Экспериментальный мутагенез* основан на открытии воздействия различных излучений для получения мутаций и на использовании химических мутагенов. Мутагены позволяют получить большой спектр разнообразных мутаций, сейчас в мире созданы более тысячи сортов, ведущих родословную от отдельных мутантных растений, полученных после воздействия мутагенами.

Многие методы селекции растений были предложены И. В. Мичуриным. С помощью *метода ментора* И. В. Мичурин добивался изменения свойств гибрида в нужную сторону. Например, если у гибрида нужно было улучшить вкусовые качества, в его крону прививались черенки с родительского организма, имеющего хорошие вкусовые качества; или гибридное растение прививали на подвой, в сторону которого нужно было изменить качества гибрида. И. В. Мичурин указывал на возможность *управления доминированием* определенных признаков при развитии гибрида. Для этого на ранних стадиях развития необходимо воздействие определенными внешними факторами. Например, если гибриды выращивать в открытом грунте, на бедных почвах, повышается их морозостойкость.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Основные методы селекции растений. § 35—36**Отбор и гибридизация**

1. *Массовый отбор для перекрестноопыляемых растений* (рожь, кукуруза, подсолнечник).
2. *Индивидуальный отбор для самоопыляемых растений* (пшеница, ячмень, горох). Потомство *гомозиготное, чистая линия*.

Гибридизация: аутбридинг — неродственное и *инбридинг* — близкородственное скрещивание.

3. *Инбридинг* — самоопыление перекрестноопылителей, затем подбирают такие, которые дают максимальный эффект гетерозиса.

Эффект гетерозиса объясняется двумя основными гипотезами. *Гипотеза доминирования*: чем больше доминантных генов, тем больший эффект гетерозиса и первое гибридное поколение дает прибавку урожая до 30%.

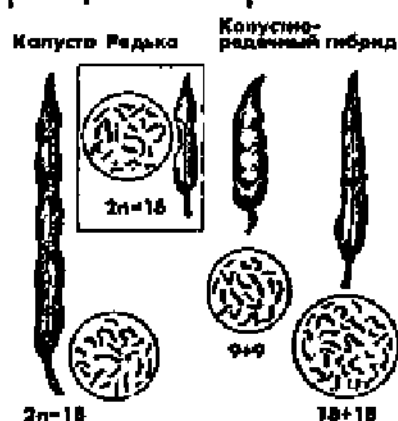
Гипотеза сверхдоминирования: иногда гетерозиготы превосходят родительские формы.

4. *Перекрестное опыление самоопылителей* — сочетаются свойства различных сортов.
5. *Полиплоидия*. Для получения полиплоидов проростки обрабатывают *колхицином*.
6. *Отдаленная гибридизация* — скрещивание растений, относящихся к разным видам.

В 1924 г. Г. Д. Карпеченко получил плодовой *межродовой гибрид* редьки ($2n = 18$) и капусты ($2n = 18$). У гибрида 9 редечных и 9 капустных хромосом, стерил. С помощью колхицина получен плодовой полиплоид (36 хромосом).

Так получены пшенично-ржаные гибриды (тритикале), пшенично-пырейные гибриды и др.

7. *Использование соматических мутаций*.
8. *И. В. Мичурин*: сначала акклиматизация (—), затем — управление доминированием, метод ментора, гибридизация географически удаленных форм и др.



Урок 3. СЕЛЕКЦИЯ ЖИВОТНЫХ

Задачи. Рассмотреть особенности селекции животных по сравнению с селекцией растений. Сформировать знания об основных методах селекции животных. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Селекция растений».

Оборудование. Демонстрационный материал: фрагменты кинофильма «Генетика и селекция», диафильм «Генетика в животноводстве», таблицы по общей биологии, кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Какие методы можно использовать для селекции пшеницы?
2. Какие методы можно использовать для селекции кукурузы?
3. Какие методы использовались при создании капустно-редечного гибрида?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильма, диафильма, кодограммы.

Основные методы селекции животных. Создание пород домашних животных началось вслед за их приручением и одомашниванием, вероятно, 20—30 тыс. лет назад. Первым этапом было приручение животных. В результате бессознательной формы искусственного отбора происходило одомашнивание и изменение генофонда прирученных животных. Менялся их внешний вид, продуктивность, характер. Сохранялись те животные, которые могли размножаться в неволе, не проявляли агрессивности по отношению к человеку. Методический отбор привел к созданию всего многообразия пород домашних животных от небольшого числа видов диких предков.

В селекции животных, по сравнению с селекцией растений, есть ряд особенностей. Во-первых, для животных

характерно в основном половое размножение, поэтому любая порода является сложной гетерозиготной системой. Во-вторых, у них часто поздняя половозрелость, смена поколений происходит через несколько лет. В-третьих, потомство немногочисленное.

Основными методами селекции животных являются гибридизация и отбор. Различают те же методы скрещивания — близкородственное скрещивание, *инбридинг*, и неродственное — *аутбридинг*. Инбридинг, как и у растений, приводит к *депрессии*. Отбор у животных проводится по *экстерьеру* (определенным параметрам внешнего строения), т. к. именно он является критерием породы.

1. *Внутрипородное разведение*: направлено на сохранение и улучшение породы. Практически выражается в отборе лучших производителей, выбраковке особей, не отвечающих требованиям породы. В племенных хозяйствах ведутся племенные книги, отражающие родословную, экстерьер и продуктивность животных за много поколений.

2. *Межпородное скрещивание* используют для создания новой породы. При этом часто проводят близкородственное скрещивание, родителей скрещивают с потомством, братьев с сестрами, это помогает получить большее число особей, обладающих нужными свойствами. Инбридинг сопровождается жестким постоянным отбором, обычно получают несколько линий, затем производят скрещивание разных линий.

Хорошим примером может служить выведенная академиком М. Ф. Ивановым порода свиней — украинская белая степная. При создании этой породы использовались свиноматки местных украинских свиней с небольшой массой и невысоким качеством мяса и сала, но хорошо приспособленных к местным условиям. Самцами-производителями были хряки белой английской породы. Гибридное потомство вновь было скрещено с английскими хряками, в нескольких поколениях применялся инбридинг, были получены чистые линии, а при скрещивании их — родоначальники новой породы, которые по качеству мяса и массе не отличались от английской породы, по выносливости — от украинских свиней.

3. *Использование эффекта гетерозиса*. Часто при межпородном скрещивании в первом поколении проявляется

эффект гетерозиса, гетерозисные животные отличаются скороспелостью и повышенной мясной продуктивностью. Например, при скрещивании двух мясных пород кур получают гетерозисных бройлерных кур, при скрещивании беркширской и дюрокджерсейской пород свиней получают скороспелых свиней с большой массой и хорошим качеством мяса и сала.

4. *Испытание по потомству* проводят для подбора самцов, у которых не проявляются некоторые качества (молочность и жирномолочность быков, яйценоскость петухов). Для этого производителей-самцов скрещивают с несколькими самками, оценивают продуктивность и другие качества дочерей, сравнивая их с материнскими и со среднепородными.

5. *Искусственное осеменение* используют для получения потомства от лучших самцов производителей, тем более что половые клетки можно хранить при температуре жидкого азота любое время.

6. *С помощью гормональной суперовуляции и трансплантации* у выдающихся коров можно забирать десятки эмбрионов в год, а затем имплантировать их в других коров, эмбрионы также хранятся при температуре жидкого азота. Это дает возможность увеличить в несколько раз число потомков от выдающихся производителей.

7. *Отдаленная гибридизация*, межвидовое скрещивание, известна с древних времен. Чаще всего межвидовые гибриды стерильны, у них нарушается мейоз, что приводит к нарушению гаметогенеза. С глубокой древности человек использует гибрид кобылицы с ослом — мула, который отличается выносливостью и долгожительством. Но иногда гаметогенез у отдаленных гибридов протекает нормально, что позволило получить новые ценные породы животных. Примером являются архаромериносы, которые, как и архары, могут пастись высоко в горах, а, как мериносы, дают хорошую шерсть. Получены плодовые гибриды от скрещивания местного крупного рогатого скота с яками и зебу. При скрещивании белуги и стерляди получен плодовой гибрид — бестер, хоряка и норки — хонорик, продуктивен гибрид между карпом и карасем.

8. *Полиплоидия* крайне редко встречается у животных. Интересен факт межвидового скрещивания тутового шел-

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Селекция животных.**§ 35—36****Особенности селекции животных**

Характерно в основном половое размножение; часто поздняя половозрелость; немногочисленное потомство. 20—30 тыс. лет — первые попытки одомашнивания. Первый этап — приручение. Бессознательная форма искусственного отбора. Затем методическая.

Методы селекции животных

Главные методы — отбор и скрещивание. *Отбор по экстерьеру* — внешнему показателю продуктивности породы. Скрещивание: *аутбридинг* и *инбридинг*.

1. *Внутрипородное разведение*: отбор по экстерьеру лучших производителей — сохранение породы.
2. *Межпородное скрещивание*: создание породы.
3. *Инбридинг* между братьями и сестрами, родителями и детьми для увеличения численности особей с нужными признаками. С жестким отбором!
4. *Отдаленная гибридизация*. Гибриды обычно бесплодны. Осел х кобылица = мул; архар и мериносы — архаромериносы (плодовиты); як х корова = бесплодны ♂.
5. *Использование эффекта гетерозиса*: бройлерные куры — при скрещивании двух мясных пород кур, скороспелые свиньи — при скрещивании беркширской и дюрокджерсейской пород.
6. *Испытание по потомству*: молочность и жирномолочность быков, яйценоскость петухов.
7. *Искусственное осеменение и получение большого количества эмбрионов* от выдающихся коров.
8. *Полиплоидия*: Б. Л. Астауров и новый вид тутового шелкопряда.

копряда с последующим удвоением хромосом, проведенный Б. Л. Астауровым, который привел к созданию нового вида животных.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Какой вид отбора нужно применять при селекции пшеницы?
2. Какой вид отбора нужно применять при селекции ржи?
3. Как называется самоопыление перекрестноопыляющихся растений?
4. Что такое чистая линия?
5. Что такое гетерозис?
6. Для чего применяют перекрестное опыление самоопыляемых растений?
7. Для чего проводят самоопыление перекрестноопыляемых растений?
8. Как преодолеть бесплодие отдаленных гибридов?
9. Приведите два примера самоопыляемых растений.
10. Кто из ученых создал плодовой капустно-редечный гибрид?

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 27. «Селекция растений»

Тест 1. Какой вид отбора нужно применять при селекции пшеницы?

1. Индивидуальный.
2. Массовый.
3. Отбор при селекции пшеницы не применяется.

Тест 2. Какой вид отбора нужно применять при селекции ржи?

1. Индивидуальный.
2. Массовый.
3. Отбор при селекции ржи не применяется.

Тест 3. Как называется самоопыление перекрестноопыляющихся растений?

- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1. Полиплоидия. | 3. Инбридинг. |
| 2. Аутбридинг. | 4. Отдаленная гибридизация. |

Тест 4. Что такое «чистая линия»?

1. Потомство от самоопыляющегося растения.
2. Потомство от перекрестноопыляемого растения.
3. Потомство от любого растения.
4. Сорт культурных растений.

Тест 5. Что такое гетерозис?

1. Кратное геному увеличение хромосомного набора.
2. Отдаленная гибридизация.
3. Депрессия, которая происходит при самоопылении перекрестноопыляемых растений.
4. Повышенная урожайность и жизнестойкость гибридов между разными чистыми линиями.

Тест 6. Для чего применяют перекрестное опыление самоопыляемых растений?

1. Для получения эффекта гетерозиса.
2. Для получения чистых линий.
3. Для получения отдаленных гибридов.
4. Для сочетания свойств различных сортов.

Тест 7. Для чего проводят самоопыление перекрестноопыляемых растений?

1. Для получения чистых линий.
2. Для получения эффекта гетерозиса.
3. Для получения отдаленных гибридов.
4. Для сочетания свойств различных сортов.

Тест 8. Как преодолеть бесплодие отдаленных гибридов?

1. На сегодняшний день преодолеть бесплодие отдаленных гибридов нельзя.
2. С помощью полиплоидии.
3. С помощью самоопыления.
4. С помощью индивидуального отбора.

****Тест 9.** Какие растения относятся к самоопылителям?

- | | |
|-----------|------------------|
| 1. Горох. | 3. Пшеница. |
| 2. Рожь. | 4. Подсолнечник. |

Тест 10. Кто из ученых создал плодовой капустно-редечный гибрид?

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1. Н. И. Вавилов. | 3. И. В. Мичурин. |
| 2. Б. Л. Астауров. | 4. Г. Д. Карпеченко. |

Урок 4. СЕЛЕКЦИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ

Задачи. Рассмотреть особенности селекции микроорганизмов и их использование в хозяйственной деятельности человека. Сформировать знания о новейших методах селекции — клеточной, хромосомной и генной инженерии. Повторить материал и проконтролировать знания учащихся по теме «Селекция животных».

Оборудование. *Демонстрационный материал:* фрагменты кинофильмов «Генетика и селекция», «Что такое генетика?», диафильм «Микробиология и ее значение в народном хозяйстве», кодограмма (приложение 1).

Ход урока:

Повторение. Письменная работа с карточками на 10 мин.

1. Какие методы селекции помогают сохранить и улучшить свойства породы?
2. Какие методы селекции позволяют создать новую породу животных?
3. Для чего иногда проводят инбридинг? В чем проявляется его отрицательное значение?

Работа с карточкой у доски: приложение 2.

Компьютерное тестирование: приложение 3.

Устное повторение.

Изучение нового материала. Объяснение с помощью фрагментов фильмов, диафильма, кодограммы.

Традиционная селекция. Новейшие методы селекции. Традиционная селекция микроорганизмов (в основном бактерий и грибов) основана на *экспериментальном мутагенезе* и *отборе* наиболее продуктивных штаммов. Но и здесь есть свои особенности. Геном бактерий гаплоидный, любые мутации проявляются уже в первом поколении. Хотя вероятность естественного возникновения мутации у микроорганизмов такая же, как и всех других организмов (1 мутация на 1 млн. особей по каждому гену), но очень высокая интенсивность размножения дает возможность найти полезную мутацию по интересующему исследователя гену.

В результате искусственного мутагенеза и отбора была повышена продуктивность штаммов гриба пеницилла

более чем в 1000 раз. Продукты микробиологической промышленности используются в хлебопечении, пивоварении, виноделии, приготовлении многих молочных продуктов. С помощью микробиологической промышленности получают антибиотики, аминокислоты, белки, гормоны, различные ферменты, витамины и многое другое.

Микроорганизмы используют для биологической очистки сточных вод, улучшений качеств почвы. В настоящее время разработаны методы получения марганца, меди, хрома при разработке отвалов старых рудников с помощью бактерий, где обычные методы добычи экономически невыгодны.

Биотехнология — использование живых организмов и их биологических процессов в производстве необходимых человеку веществ. Объектами биотехнологии являются бактерии, грибы, клетки растительных и животных тканей. Их выращивают на питательных средах в специальных биореакторах.

Новейшими методами селекции микроорганизмов, растений и животных являются *клеточная, хромосомная и генная инженерия*.

Генная инженерия основана на выделении нужного гена из генома одного организма и введении его в геном другого организма. «Вырезание» генов проводят с помощью специальных «генетических ножниц», ферментов — *рестриктаз*, затем ген «вшивают» в вектор — *плазмиду*, с помощью которого ген вводится в бактерию. «Вшивание» осуществляется с помощью другой группы ферментов — *лигаз*. Причем вектор должен содержать все необходимое для управления работой этого гена — промотор, терминатор, ген-оператор и ген-регулятор. Кроме того, вектор должен содержать маркерные гены, которые придают клетке-реципиенту новые свойства, позволяющие отличить эту клетку от исходных клеток. Затем вектор вводится в бактерию, и на последнем этапе отбираются те бактерии, в которых введенные гены успешно работают.

Излюбленный объект генных инженеров — *кишечная палочка*, бактерия, живущая в кишечнике человека. Именно с ее помощью получают *гормон роста* — *соматотропин*, гормон *инсулин*, который раньше получали из поджелудочных желез коров и свиней, белок *интерферон*, помогающий справиться с вирусной инфекцией.

Второй путь — синтез гена искусственным путем. Для этого используются иРНК, с помощью фермента обратная транскриптаза на иРНК синтезируется ДНК.

Методы хромосомной инженерии. Одна группа методов основана на введении в генотип растительного организма пары чужих гомологичных хромосом, контролирующей развитие нужных признаков, или замещении одной пары гомологичных хромосом на другую. На этом основаны методы получения *замещенных* и *дополненных* линий, с помощью которых в растениях собираются признаки, приближающие к созданию «идеального сорта».

Очень перспективен *метод гаплоидов*, основанный на выращивании гаплоидных растений с последующим удвоением хромосом. Например, выращивают из пыльцевых зерен кукурузы гаплоидные растения, содержащие 10 хромосом, затем хромосомы удваивают и получают диплоидные (10 пар хромосом), полностью гомозиготные растения всего за 2—3 года вместо 6—8-летнего инбридинга.

Сюда же можно отнести и получение полиплоидных растений в результате кратного увеличения хромосом.

Методы клеточной инженерии связаны с культивированием отдельных клеток в питательных средах, где они образуют *клеточные культуры*. Оказалось, что клетки растений и животных, помещенных в питательную среду, содержащую все необходимые для жизнедеятельности вещества, способны делиться. Клетки растений обладают еще и свойством *тотипотентности*, то есть при определенных условиях они способны сформировать полноценное растение.

1. Это дает возможность с помощью клеточных культур получать ценные вещества. Например, культура клеток женьшеня нарабатывает биологически активные вещества.

2. С другой стороны, можно размножить эти растения в пробирках, помещая клетки в определенные питательные среды. Так можно размножать редкие и ценные растения. Это позволяет создавать безвирусные сорта картофеля и других растений.

3. Продолжается работа по гибридизации клеток. Например, разработана методика гибридизации протопластов соматических клеток. Удаляются клеточные оболочки и сливаются протопласты клеток организмов, относящихся к разным видам — картофеля и томата, яблони и вишни. Перспективно создание *гибридом*, при котором осуществляется гибридизация различных клеток. Например, лимфоциты, образующие антитела, гибридизируются с раковыми клетками. В результате гибридомы нарабатывают антитела, как лимфоциты, и «бессмертны», как рако-

Приложение 1. Кодограмма к уроку

Тема: Селекция микроорганизмов. Биотехнология. § 16,37**Традиционная селекция**

Основана на экспериментальном мутагенезе и отборе. Микроорганизмы используются в хлебопечении, пивоварении, виноделии, получении многих молочных продуктов. Производят антибиотики, аминокислоты, белки, гормоны, ферменты, витамины; используются для очистки сточных вод. Получают марганец, медь, хром из отходов старых рудников.

Биотехнология. Новейшие методы селекции

Объектами биотехнологии являются бактерии, грибы, клетки растительных и животных тканей.

Клеточная инженерия:

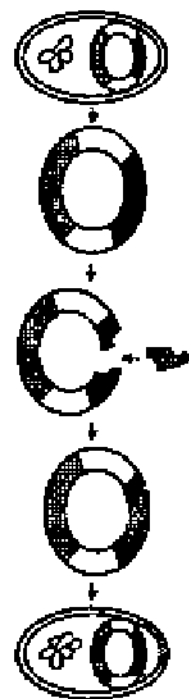
- Культивируют клеточные культуры. Нарабатываются биологически активные вещества, размножаются редкие и ценные растения.
- Гибридизация протопластов соматических клеток относящихся к разным видам (картофеля и томата).
- Создание гибридом: гибридизация лимфоцитов, образующих антитела, с раковыми клетками.
- Метод пересадки ядер соматических клеток в яйцеклетки. Возможно клонирование животных.

Хромосомная инженерия:

- Введение в генотип или замещение одной пары гомологичных хромосом на другую. Создание «идеального сорта».
- Получение полиплоидных растений.

Генная инженерия:

Введение гена из одного организма в другой. Излюбленный объект — кишечная палочка. Уже получают *гормон роста, инсулин, интерферон*, помогающий справиться с вирусной инфекцией.



вые клетки. Следовательно, они обладают возможностью неограниченного размножения в культуре.

4. Интересен метод пересадки ядер соматических клеток в яйцеклетки. Таким способом возможно *клонирование* животных, получение генетических копий от одного организ-

ма. В настоящее время получены клонированные лягушки, есть первые результаты клонирования млекопитающих.

5. Возможно слияние эмбрионов на ранних стадиях, создание *химерных* животных. Таким способом были получены химерные мыши при слиянии эмбрионов белых и черных мышей, химерное животное овца-коза.

Закрепление. Беседа. Работа учащихся с тетрадью и кодограммой.

Задание на дом. Изучить текст параграфа, ответить на вопросы.

Приложение 2. Карточка для работы у доски

Запишите номера вопросов,
против них — правильные ответы.

1. Для чего проводят отбор по экстерьеру?
2. Какой метод позволяет создать новую породу животных?
3. С какой целью используют инбридинг в селекции животных?
4. Как получить эффект гетерозиса?
5. С какой целью проводят испытание по потомству?
6. Что характерно для отдаленной гибридизации животных?
7. Что такое бройлерные куры?
8. Какие виды изменчивости используются человеком при селекции животных?
9. Какие виды искусственного отбора использовал человек при селекции животных?
10. Приведите примеры полиплоидных животных.

Записав ответы, садитесь на место.

Приложение 3. Компьютерное тестирование

Задание 28. «Селекция животных»

Тест 1. Какой метод позволяет сохранить и улучшить свойства породы?

1. Внутрипородное скрещивание и методический отбор.
2. Межпородное скрещивание и методический отбор.
3. Инбридинг.
4. Гетерозис при межпородном скрещивании.

Тест 2. Какой метод позволяет создать новую породу животных?

1. Внутрипородное скрещивание и методический отбор.
2. Межпородное скрещивание и методический отбор.
3. Инбридинг.

4. Межпородное скрещивании с целью получения эффекта гетерозиса.

Тест 3. С какой целью используют инбридинг в селекции животных?

1. Для сохранения свойств породы.
2. Для создания новой породы.
3. Для получения большого количества потомков с качествами выдающихся животных.
4. Для получения эффекта гетерозиса.

Тест 4. Какой из предложенных методов позволяет получить эффект гетерозиса?

1. Близкородственное скрещивание.
2. Испытание по потомству для самцов.
3. Отбор лучших производителей внутри породы.
4. Межпородное скрещивание.

Тест 5. Как определить продуктивность самца по качествам, которые у него не проявляются?

1. Это невозможно.
2. По этим признакам у самок в его потомстве.
3. По этим признакам у самцов в его потомстве.
4. По экстерьеру.

Тест 6. Что характерно для отдаленной гибридизации животных?

1. Потомство всегда бесплодно.
2. Часто в потомстве проявляется эффект гетерозиса.
3. Потомство плодовито и проявляет эффект гетерозиса.
4. Наблюдается депрессия, ухудшение свойств породы.

Тест 7. Что такое бройлерные куры?

1. Особая мясная порода кур.
2. Яйценоская порода кур.
3. Гетерозисный гибрид.
4. Инбредная линия кур.

****Тест 8.** Что использовалось и используется человеком при селекции животных?

1. Наследственная изменчивость.
2. Ненаследственная изменчивость.
3. Бессознательная форма искусственного отбора.
4. Методическая форма искусственного отбора.

****Тест 9.** Какие виды изменчивости используются человеком при создании новой породы?

1. Мутационная изменчивость.
2. Модификационная изменчивость.
3. Комбинативная изменчивость.

Тест 10. Известны ли факты создания полиплоидных животных?

1. Нет.
2. Да, Б. Л. Астауровым.
3. Да, М. Ф. Ивановым.
4. Да, Г. Д. Карпеченко.

Урок 5. ЗАЧЕТ ПО РАЗДЕЛУ «ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ»

Задачи. Обобщить фактический и теоретический материал по основам селекции, проверить усвоение конкретного фактического материала, углубить и расширить знания учащихся.

Оборудование. *Демонстрационный материал:* фильмы, подготовленные рефераты учащихся, газеты, бюллетени.

Ход урока:

Повторение. Письменная проверочная работа (30 мин.).

Тесты и вопросы к зачету вывешиваются за неделю. Предлагаются темы рефератов, газет.

На зачете будут эти же тесты, но в другом порядке и похожие вопросы. Учитель раздает листочки с вопросами на каждый стол, класс делится на два варианта, каждому варианту предлагается 10 тестов (1—10, 11—20, 21—30) и один из теоретических вопросов. У следующего класса будут другие тесты и другие теоретические вопросы.

Тесты и вопросы к зачету по теме «Основы селекции»

1. Что такое селекция?
2. Что такое порода, сорт, штамм?
3. Какие виды изменчивости используются человеком при селекции животных?
4. Какие виды искусственного отбора использовал человек при селекции животных?
5. Запишите названия основных центров происхождения культурных растений, открытых Н. И. Вавиловым.
6. Для каких растений эффективен массовый, а для каких — индивидуальный отбор?
7. Приведите два примера самоопыляющихся и два примера перекрестноопыляющихся растений.
8. Что такое «чистая линия»?
9. Что такое инбридинг? Аутбридинг?
10. Как получить эффект гетерозиса?
11. Как преодолеть бесплодие отдаленных гибридов?
12. Какое явление получило название полиплоидии?
13. Какой межродовой гибрид был получен Г. Д. Карпеченко?
14. Какие основные методы селекции использовал И. В. Мичурин?
15. Какие мутагены наиболее эффективны для искусственного мутагенеза?

16. Особенности селекции животных по сравнению с селекцией растений.
17. Для чего проводят отбор по экстерьеру?
18. Для чего проводят межпородное скрещивание?
19. Приведите примеры использования эффекта гетерозиса в животноводстве.
20. Как оценить качества производителя-самца, которые у него не проявляются (яйценоскость у петухов, жирномолочность у быков)?
21. Приведите примеры отдаленной гибридизации у животных.
22. Что такое бройлерные куры?
23. Традиционные методы селекции микроорганизмов.
24. На чем основана генная инженерия?
25. Что такое плазмида?
26. Приведите два примера практических результатов генной инженерии.
27. Перечислите основные методы хромосомной инженерии.
28. Перечислите основные методы клеточной инженерии.
29. Что такое гибридома?
30. На чем основан метод клонирования животных?

Теоретические вопросы:

1. Центры происхождения культурных растений.
2. Методы селекции растений: формы отбора, получение гетерозисных растений.
3. Методы селекции растений: полиплоидия и отдаленная гибридизация. Работы Г. Д. Карпеченко.
4. Методы селекции животных: внутрипородное разведение и межпородное скрещивание. Инбридинг.
5. Методы селекции животных: отдаленная гибридизация, испытание по потомству, получение эффекта гетерозиса.
6. Клеточная, хромосомная и генная инженерия.

Зачет по теме «Основы селекции»

1. Какие виды искусственного отбора использовал человек при селекции животных?
2. Приведите примеры отдаленной гибридизации у животных.
3. Какие виды изменчивости используются человеком при селекции животных?
4. Для чего проводят межпородное скрещивание?
5. Как преодолеть бесплодие отдаленных гибридов?
6. На чем основана генная инженерия?
7. Запишите названия основных центров происхождения культурных растений, открытых Н. И. Вавиловым.
8. Приведите два примера самоопыляющихся и два примера перекрестноопыляющихся растений.
9. Приведите примеры использования эффекта гетерозиса в животноводстве.

10. Что такое инбридинг? Аутбридинг?
11. Перечислите основные методы хромосомной инженерии.
12. Что такое порода, сорт, штамм?
13. Какое явление получило название полиплоидии?
14. Что такое плазмида?
15. Как получить эффект гетерозиса?
16. Какие основные методы селекции использовал И. В. Мичурин?
17. Что такое бройлерные куры?
18. Какие мутагены наиболее эффективны для искусственного мутагенеза?
19. Особенности селекции животных по сравнению с селекцией растений.
20. Как оценить качества производителя-самца, которые у него не проявляются (яйценоскость у петухов, жирномолочность у быков)?
21. Что такое селекция?
22. Какой межродовой гибрид был получен Г. Д. Карпеченко?
23. Для каких растений эффективен массовый, а для каких — индивидуальный отбор?
24. Традиционные методы селекции микроорганизмов.
25. Для чего проводят отбор по экстерьеру?
26. Приведите два примера практических результатов генной инженерии.
27. Что такое «чистая линия»?
28. Перечислите основные методы клеточной инженерии.
29. Что такое гибридома?
30. На чем основан метод клонирования животных?

Теоретические вопросы:

1. Центры происхождения культурных растений.
2. Методы селекции растений: формы отбора, получение гетерозисных растений.
3. Методы селекции растений: полиплоидия и отдаленная гибридизация. Работы Г.Д.Карпеченко.
4. Методы селекции животных: внутрипородное разведение и межпородное скрещивание. Инбридинг.
5. Методы селекции животных: отдаленная гибридизация, испытание по потомству, получение эффекта гетерозиса.
6. Клеточная, хромосомная и генная инженерия.

Просмотр фильмов, заслушивание рефератов с целью углубления знаний по этому разделу (10 мин.).

Темы для рефератов: «Регуляция транскрипции и трансляции у бактерий», «Генная инженерия», «Хромосомная инженерия», «Клеточная инженерия», «Молекулярная генетика» и др.

Ответы на тесты

- Задание 1. «Введение. Неорганические вещества клетки».** **Тест 1. 2, 3, 4. **Тест 2. 2, 3, 7. **Тест 3. 2, 3, 5, 7. **Тест 4. 2, 3. **Тест 5. 2, 3. Тест 6. 2. Тест 7. 2. Тест 8. 4. Тест 9. 1. **Тест 10. 2, 4.
- Задание 2. «Углеводы, липиды».** **Тест 1. 3, 4. **Тест 2. 1, 2, 5, 8. **Тест 3. 2, 6, 7. Тест 4. 2. Тест 5. 2. **Тест 6. 1, 2, 5, 6, 7. Тест 7. 2. Тест 8. 2. Тест 9. 2. **Тест 10. 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8.
- Задание 3. «Строение белков».** Тест 1. 2. **Тест 2. 1, 2, 3, 4, 6. Тест 3. 3. Тест 4. 3. Тест 5. 1. Тест 6. 4. Тест 7. 3. Тест 8. 4. Тест 9. 2. Тест 10. 4.
- Задание 4. «Свойства и функции белков».** **Тест 1. 1, 2, 3, 4. Тест 2. 3. **Тест 3. 1, 4. **Тест 4. 2, 4. **Тест 5. 1, 4. Тест 6. 4. Тест 7. 2. Тест 8. 4. Тест 9. 2. **Тест 10. 1, 2, 3, 4.
- Задание 5. «Нуклеиновые кислоты, ДНК».** **Тест 1. 2, 4, 5. Тест 2. 4. **Тест 3. 1, 2. Тест 4. 3. Тест 5. 1. Тест 6. 2. Тест 7. 2. **Тест 8. 1, 4. Тест 9. 4. **Тест 10. 1, 2.
- Задание 6. «Строение и функции оболочки».** Тест 1. 3. Тест 2. 4. Тест 3. 2. Тест 4. 1. Тест 5. 4. Тест 6. 3. Тест 7. 1. Тест 8. 3. Тест 9. 1. Тест 10. 2.
- Задание 7. «Органоиды клетки».** **Тест 1. 2, 6, 7, 9. **Тест 2. 3, 4. **Тест 3. 1, 5, 8, 10. Тест 4. 2. Тест 5. 4. Тест 6. 1. Тест 7. 1. Тест 8. 4. Тест 9. 2. Тест 10. 2.
- Задание 8. «Ядро. Эукариоты, прокариоты».** Тест 1. 4. **Тест 2. 1, 3, 5. **Тест 3. 2, 3. **Тест 4. 1, 2, 3. **Тест 5. 1, 2, 4. **Тест 6. 1, 3. **Тест 7. 1, 2, 4. **Тест 8. 3, 4. **Тест 9. 1, 2, 3. **Тест 10. 1, 3.
- Задание 9. «Фотосинтез».** Тест 1. 1. Тест 2. 3. Тест 3. 1. Тест 4. 2. Тест 5. 3. **Тест 6. 1, 2, 3. Тест 7. 4. Тест 8. 2. **Тест 9. 1, 3. **Тест 10. 2, 4.
- Задание 10. «Гликолиз».** **Тест 1. 1, 2, 3, 4. Тест 2. 1. Тест 3. 2. Тест 4. 3. Тест 5. 1. Тест 6. 4. **Тест 7. 1, 2, 3. **Тест 8. 1, 4. Тест 9. 1. Тест 10. 3.
- Задание 11. «Кислородное окисление».** Тест 1. 4. Тест 2. 3. Тест 3. 4. **Тест 4. 1, 2, 3. Тест 5. 1. Тест 6. 4. Тест 7. 1. Тест 8. 1. Тест 9. 3. Тест 10. 1.
- Задание 12. «Хранение генетической информации. Репликация ДНК».** Тест 1. 1. Тест 2. 2. Тест 3. 4. **Тест 4. 1, 4. **Тест 5. 2, 3. **Тест 6. 1, 3, 4, 5, 7, 8. Тест 7. 2. **Тест 8. 1, 2, 3. Тест 9. 2. Тест 10. 2.
- Задание 13. «Код ДНК. Транскрипция».** Тест 1. 2. **Тест 2. 1, 2, 3. **Тест 3. 1, 4, 5. Тест 4. 2. Тест 5. 3. Тест 6. 1. **Тест 7. 1, 2, 3, 4, 6, 8. Тест 8. 2. Тест 9. 2. Тест 10. 1. Тест 11. 1. Тест 12. 3. Тест 13. 2. Тест 14. 5. Тест 15. 4.
- Задание 14. «Митоз».** Тест 1. 2. Тест 2. 1. Тест 3. 3. Тест 4. 2. Тест 5. 2. Тест 6. 3. **Тест 7. 1, 2. Тест 8. 3. Тест 9. 3. **Тест 10. 2, 3, 4, 5.
- Задание 15. «Мейоз».** Тест 1. 1. Тест 2. 2. Тест 3. 1. **Тест 4. 1, 2, 3. Тест 5. 7. **Тест 6. 4, 5, 6. Тест 7. 8. Тест 8. 8. **Тест 9. 1, 3, 7. Тест 10. 1.
- Задание 16. «Бесполое и половое размножение».** Тест 1. 8. Тест 2. 4.

Тест 3. 6. Тест 4. 7. Тест 5. 3. **Тест 6. 1, 3. Тест 7. 2. **Тест 8. 2, 3, 4. **Тест 9. 1, 2, 3. Тест 10. 4.

Задание 17. «Гаметогенез. Оплодотворение». Тест 1. 1. Тест 2. 3. Тест 3. 4. Тест 4. 1. Тест 5. 4. Тест 6. 1. Тест 7. 3. Тест 8. 2. **Тест 9. 1, 2. **Тест 10. 1, 2, 3.

Задание 18. «Двойное оплодотворение цветковых растений». Тест 1. 2. Тест 2. 3. Тест 3. 3. Тест 4. 1. Тест 5. 4. Тест 6. 3. Тест 7. 4. Тест 8. 2. Тест 9. 2. Тест 10. 1.

Задание 19. «Гибринологический метод. Первый и второй законы Г. Менделя». Тест 1. 3. Тест 2. 2. Тест 3. 2. Тест 4. 1. Тест 5. 3. Тест 6. 4. Тест 7. 1. Тест 8. 4. Тест 9. 1. **Тест 10. 2, 3.

Задание 20. «Аллельные гены. Анализирующее скрещивание». Тест 1. 1. Тест 2. 3. Тест 3. 2. Тест 4. 3. Тест 5. 4. Тест 6. 3. Тест 7. 4. Тест 8. 1. Тест 9. 2. **Тест 10. 1, 2.

Задание 21. «Дигибридное скрещивание. Третий закон Г. Менделя». Тест 1. 2. Тест 2. 1. Тест 3. 4. Тест 4. 4. Тест 5. 3. **Тест 6. 1, 4, 6, 7. Тест 7. 1. **Тест 8. 3, 8. Тест 9. 4. Тест 10. 1.

Задание 22. «Сцепленное наследование признаков». Тест 1. 4. Тест 2. 2. Тест 3. 4. Тест 4. 2. Тест 5. 4. Тест 6. 2. Тест 7. 1. Тест 8. 3. Тест 9. 4. Тест 10. 2.

Задание 23. «Сцепленное наследование признаков». Тест 1. 1. Тест 2. 3. **Тест 3. 1, 2. Тест 4. 1. Тест 5. 1. Тест 6. 4. Тест 7. 1. Тест 8. 2. Тест 9. 4. Тест 10. 2.

Задание 24. «Взаимодействие генов. Цитоплазматическая наследственность». Тест 1. 4. Тест 2. 1. **Тест 3. 2, 4, 6. **Тест 4. 1, 3, 5. Тест 5. 2. Тест 6. 1. Тест 7. 1. Тест 8. 4. Тест 9. 5. **Тест 10. 2, 3.

Задание 25. «Модификационная изменчивость». **Тест 1. 1, 3, 4. Тест 2. 1. Тест 3. 2. Тест 4. 2. **Тест 5. 1, 2. Тест 6. 4. **Тест 7. 2, 4. Тест 8. 2. Тест 9. 1. Тест 10. 1.

Задание 26. «Наследственная изменчивость». Тест 1. 2. **Тест 2. 1, 3, 4, 6. Тест 3. 4. Тест 4. 2. Тест 5. 3. **Тест 6. 1, 3, 4. **Тест 7. 1, 4. Тест 8. 1. Тест 9. 2. **Тест 10. 2, 3.

Задание 27. «Селекция растений». Тест 1. 1. Тест 2. 2. Тест 3. 3. Тест 4. 1. Тест 5. 4. Тест 6. 4. Тест 7. 1. Тест 8. 2. **Тест 9. 1, 3. Тест 10. 4.

Задание 28. «Селекция животных». Тест 1. 1. Тест 2. 2. Тест 3. 3. Тест 4. 4. Тест 5. 2. Тест 6. 2. Тест 7. 3. **Тест 8. 1, 3, 4. **Тест 9. 1, 3. Тест 10. 2.

Литература

- Аванесов В. С.* Теоретические основы разработки заданий в тестовой форме. Пособие для профессор.-препод. состава высшей школы. М., 1995.
- Биология для поступающих в вузы/Под редакцией академика РАМН, профессора В. Н. Ярыгина. М.: Высшая школа, 1995.
- Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.* Биология. В 3-х томах. М.: Мир, 1996.
- Мамонтов С. Г., Захаров В. Б., Козлова Т. А.* Основы биологии. М.: Просвещение, 1992.
- Общая биология. Учебник для 10—11 классов школ с углубленным изучением биологии/Под редакцией профессора А. О. Рувинского. М.: Просвещение, 1993.
- Общая биология. Учебник для 10—11 классов общеобразовательных учреждений/Под редакцией члена-корреспондента Ю. И. Полянского. М.: Просвещение, 1998.
- Общая биология. Учебник для 10—11 классов общеобразовательных учреждений/Под редакцией академика Д. К. Беляева, профессора Г. М. Дымшица и профессора А. О. Рувинского. М.: Просвещение, 1996.
- Пособие по биологии для поступающих в вузы/Под редакцией Лемезы. Минск: Университетское.
- Уроки общей биологии. Пособие для учителя/Под редакцией В. М. Корсунской. М.: Просвещение, 1977.

ПИМЕНОВ Анатолий Валентинович,
УРОКИ БИОЛОГИИ В 10(11) КЛАССЕ
РАЗВЕРНУТОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

Редактор **Т. Л. Козлова**
Художник **Г. В. Соколов**
Художественный редактор **В. Н. Куров**
Технический редактор **Л. В. Прыткова**
Корректор **Т. Л. Козлова**
Компьютерный дизайн обложки **С. В. Тарнуев**

ИД № 04181 от 02.03.2001.

ИД № 00890 от 31.01.2000.

Подписано в печать 08.04.2003. Формат 84×108/32.

Бумага типографская. Гарнитура Таймс.

Печать высокая. Объем усл. п. л. 14,28.

Тираж 7 000. Зак. 1222

Издательство Академия развития,
150000, г. Ярославль, ул. Свободы, 36.
E-mail: secretar@academ.yaroslavl.ru
ООО Академия Холдинг,
659700, Республика Алтай, г. Горно-Алтайск,
пр. Коммунистический, д. 4.

Качество печати соответствует качеству представленных диапозитивов.

Отпечатано с готовых диапозитивов.
ФГУП Владимирская книжная типография.
600000, г. Владимир, Октябрьский пр., 7.

<i>Реализация</i>	<i>Москва, тел./факс</i>	<i>(095) 438-11-03</i>
		<i>438-11-04</i>
	<i>Ярославль, тел./факс (0852)</i>	<i>25-42-34</i>
<i>«Книга—почтой»</i>	<i>Ярославль, 150000, а/я 659</i>	
	<i>(высылается каталог) (0852)</i>	<i>25-42-34</i>
<i>Для рукописей</i>	<i>150000, Ярославль, а/я 659</i>	