А.Зикиряев, А.Тухтаев, И.Азимов, Н.Сонин

БИОЛОГИЯ

ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ И ГЕНЕТИКИ

9 КЛАСС

Рекомендовано Министерством народного образования
Республики Узбекистан для 9 класса
школ общего среднего образования

Издание пятое переработанное

ТАШКЕНТ
«YANGIYUL POLIGRAPH SERVICE»
2019

http:eduportal.uz

УДК:573(075.3)
ББК:280я721
Б63

Зикиряев, А.

Биология. Основы цитологии и генетики: для 9 класса школ общего среднего образования. А.Зикиряев, и др. Издание пятое переработанное. -Т.: «Yangiyul Poligraph Service», 2019. -192 стр.

УДК:573(075.3)
ББК:280я721

ISBN 978-9943-5401-5-6

***Рецензенты: Н.Сапаров** — доктор биологических наук, профессор;*
***Д.Маматкулов** — кандидат биологических наук, доцент;*
***У.Рахматов** — старший преподаватель ТГПУ им.Низами;*
***С.Ниязова** — методист РЦО;*
***Д.Камбарова** — учитель школы № 59 г.Ташкента.*

Настоящий учебник создан на основе действующих Государственных стандартов образования и Программы обучения. В учебнике, где учебный материал излагается в современной и интересной форме, большое место отводится крупным открытиям ученых нашей Родины, научному значению их исследований. Тексты тем и иллюстрации, вопросы, задания, а также лабораторные работы заново переработаны и дополнены. Это послужит прочному усвоению пройденного материала.

Учебник издан за счет средств Республиканского целевого книжного фонда

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

ВОПРОСЫ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

ЗАДАНИЯ

*Все права охраняются и принадлежат **ООО «Mitti Yulduz»**. Текст и рисунки этого издания не могут воспроизводиться полностью или частично без согласия общества*

ISBN 978-9943-5401-5-6

© И.Азимов и др. 2019 г.
© ООО «Yangiyul Poligraph Service», 2019 г.

http://eduportal.uz

ВВЕДЕНИЕ

Биология — наука о жизни, получила свое название от слияния греческих слов «bios» — жизнь и «logos» — учение. Термин «биология» был введен в науку в 1802 г. французским ученым Ж.Б.Ламарком и немецким ученым Г.Р.Треверанусом. Это — наука о жизни, ее формах, строении, закономерностях развития.

Объектом изучения биологии являются вирусы, микроорганизмы, грибы, растения, животные, человек, состав их органов, тканей, клеток, процессы, протекающие в клетках, а также индивидуальное и историческое развитие организмов, сообщества и их взаимосвязи с неорганической природой.

Система биологических наук. В зависимости от объекта исследования биология подразделяется на ряд таких отраслей, как ботаника, зоология, анатомия, систематика, цитология, гистология, генетика, селекция, эмбриология, палеонтология, экология и др. Ботаника наука о растениях, зоология — наука о животных, анатомия (Человек и его здоровье) изучает организм человека, его органы, а также строение системы органов. Систематика — это наука о систематических группах растений и животных и их родственных взаимоотношениях. Эти дисциплины вы изучали в 5–8 классах. В настоящее время усиленными темпами развиваются основные направления биологии — биохимия, молекулярная биология, биофизика, генная инженерия, биотехнология. Биохимия — наука о химических веществах и процессах, участвующих в жизнедеятельности организмов. Биофизика изучает физические закономерности и характеристики живых систем. Основной задачей биологии является исследование сущности жизни, уровней организации, форм и общих закономерностей ее развития.

Биология — это комплексная наука, сформировавшаяся на основе цитологии и генетики, эволюционного учения, экологии, палеонтологии, эмбриологии, молекулярной биологии, биохимии, биофизики, биогеоценологии, а также знаний в других областях естествознания. В настоящее время в различных областях биологии используются самые разнообразные методы исследования. К ним относятся метод наблюдения, а также сравнительный, исторический и экспериментальный методы.

Метод наблюдения, будучи одним из первоначальных методов исследования, использовался для описания и характеристики

http://eduportal.uz

различных биологических явлений. Этот метод не потерял своего значения и в настоящее время, часто применяется для описания качественных и количественных характеристик живых организмов.

Сравнительный метод основан на раскрытии сущности различных систематических групп живых организмов, составных частей организмов и биогеоценозов путем определения их сходства и различий. Результаты исследований, полученные с помощью данного метода, позволили заложить основы клеточной теории, открыть закон гомологичных рядов, биологической и наследственной изменчивости. В настоящее время этот метод также широко применяется в биологии.

Исторический метод. Использование этого метода в биологии связано с именем Ч.Дарвина и явилось причиной появления глубоких и качественных изменений в данной науке. В настоящее время исторический метод стал основой изучения явлений жизнедеятельности, с его помощью создана эволюционная теория органического мира.

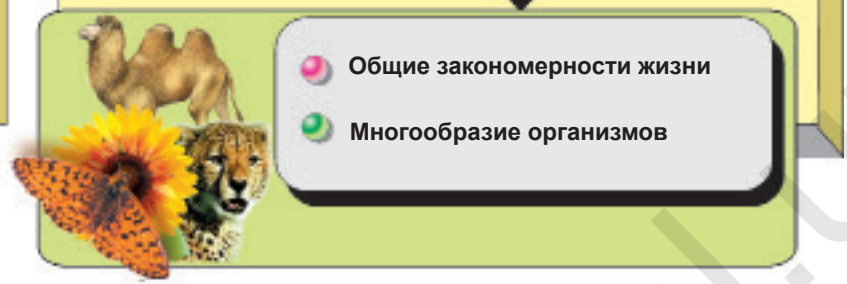
Экспериментальный, или основанный на опыте метод начал применяться в биологии еще в средние века (Абу Али ибн Сина), но более широко он стал использоваться благодаря развитию физики и химии. Сегодня трудно определить различия между изложенными выше методами, поскольку все они используются в соответствующих областях биологии и взаимно дополняют друг друга.

Роль биологии в жизни человека. Ныне биологические знания находят широкое применение почти во всех отраслях народного хозяйства. В будущем практическое значение биологии будет возрастать еще более, что связано с непрерывным увеличением численности населения Земли, а следовательно с возрастанием потребности в продуктах, одежде и пр. В связи с этим большое значение приобретает создание высокопродуктивных сортов растений, пород животных и микроорганизмов. Важное место занимает также разумное использование природных богатств, сохранение и увеличение плодородия почв.

1. Что является объектом изучения биологии?
2. Какие дисциплины относятся к системе биологических наук?
3. Расскажите о методах исследования, используемых в биологии.

http://eduportal.uz

РАЗДЕЛ I СВЕДЕНИЯ ОБ ОРГАНИЧЕСКОМ МИРЕ



Глава I ОБЩИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЖИЗНИ

§ 1. Специфические особенности живых организмов

Все живые организмы, как бы разнообразны они ни были, имеют клеточное строение и состоят из схожих химических элементов и веществ. Клетка — самая маленькая единица, воплотившая в себе все свойства живой материи.

Между организмом и внешней средой всегда происходит **обмен веществ и энергии**. Важное свойство живых организмов — использование пищи и солнечных лучей в качестве источника внешней энергии, которая передается от одного организма к другому в виде органического вещества. Обмен веществ в организме происходит на основе процессов ассимиляции и диссимиляции.

Отдельные вещества усваиваются организмом, а некоторые, напротив, выделяются во внешнюю среду. Обмен веществ обеспечивает восстановление, рост и функционирование клеток в организме. Все живые существа **питаются.**

Питание — это поглощение питательных веществ из внешней среды. Оно необходимо всем живым организмам для восстановления, роста клеток, является основой ряда других процессов. Питание — источник обмена энергии и веществ, обязательных для организма.

Энергия всегда нужна для обеспечения жизнедеятель-

http://eduportal.uz

ности живых организмов. Она выделяется в процессе дыхания в результате расщепления питательных веществ под воздействием кислорода. При обмене веществ в организме могут накапливаться и ненужные вещества. Такие вещества обычно являются ядовитыми, и выведение их из организма называется процессом выделения. Живые организмы **растут** и **развиваются**. Рост и развитие — это свойство, присущее всем живым организмам. Рост осуществляется за счет усвоения организмами питательных веществ.

Поскольку организмы чувствительны ко всем изменениям, наблюдаемым как во внешней среде, так и в них самих, то достаточно показать отношение зеленых растений к воздействию солнечных лучей. Следовательно, живые организмы характеризуются **раздражимостью**. Такие организмы обладают свойством **саморегуляции**, что связано с **гомеостазом**, то есть обеспечением постоянства внутренней среды организма: химического состава и протекания физиологических процессов в ответ на непрерывно меняющиеся условия внешней среды. При этом организмы могут поглощать питательные вещества из внешней среды, а при недостатке их использовать свои внутренние возможности и, наоборот, при избытке питательных веществ откладывать их «про запас». Эти процессы осуществляются различными путями, то есть в результате деятельности нервной, эндокринной и некоторых других регулирующих систем.

Нередко мы используем выражение «Жизнь — это движение». Действительно, это так. Все живые организмы, особенно все животные, находятся в постоянном движении. Животные должны проявлять активность, двигаться, чтобы находить пищу и защищаться от опасности. Движение — одно из важных свойств живых организмов.

Растения также обладают способностью двигаться, так как листья, например, должны «ловить» солнечные лучи. Однако их движения осуществляются очень медленно и поэтому почти незаметны.

Одним из важнейших свойств живых организмов, всего живого

http://eduportal.uz

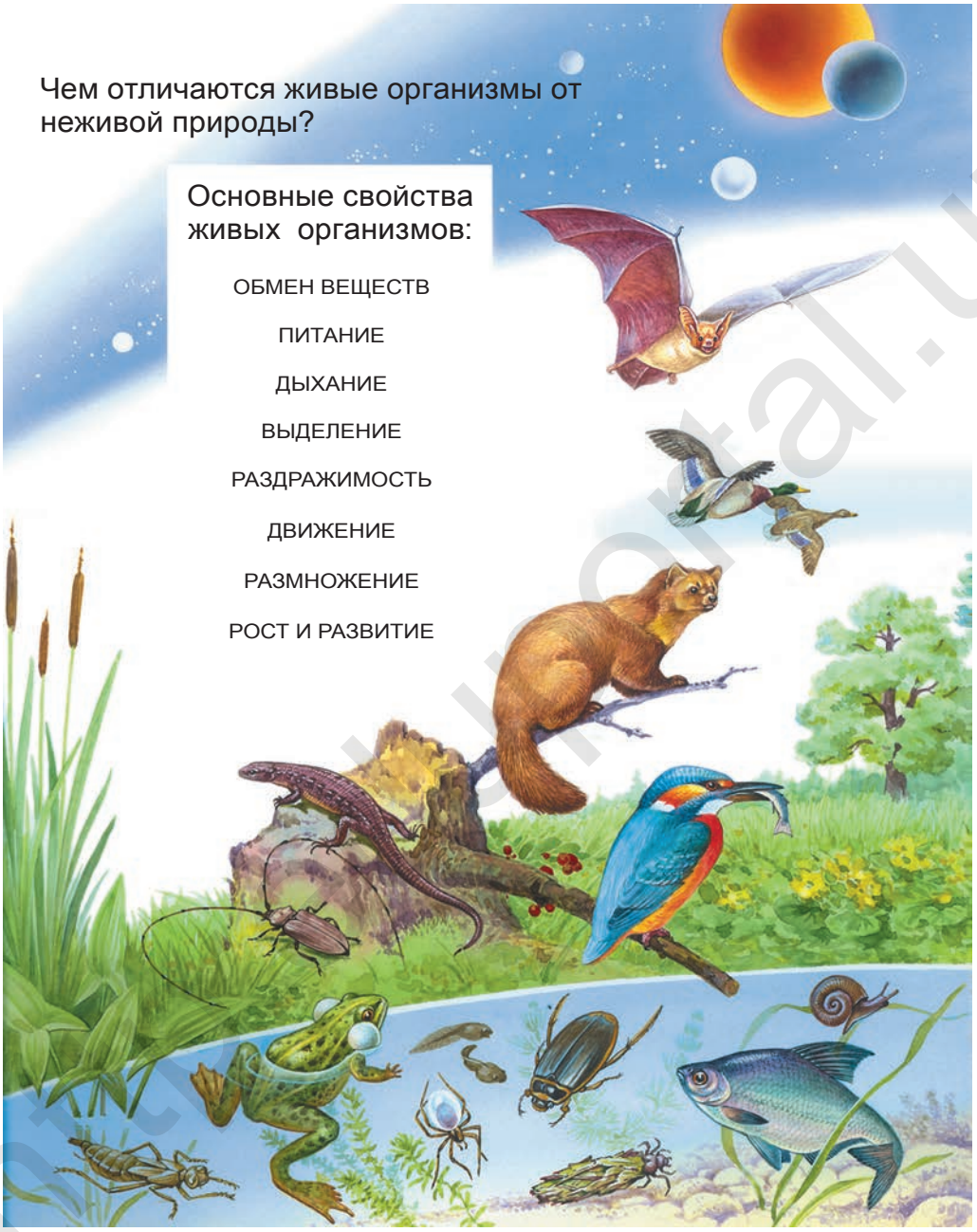


Рис. 1. ***Многообразие живых организмов***

http://eduportal.uz

является **размножение**, благодаря которому продолжается жизнь на нашей планете (рис. 1). Благодаря размножению у живых организмов проявляется еще одно важное свойство — наследственность и изменчивость. За счет наследственности обеспечивается устойчивость видов, а в результате изменчивости увеличивается их разнообразие.

Самовоспроизведение организмов проявляется в процессе полового и бесполого размножения. Известно, что при размножении живых организмов потомство обычно похоже на родителей. Таким образом, размножение — это свойство организмов воспроизводить себе подобных. Благодаря репродукции не только целые организмы, но и клетки и органоиды клеток (митохондрии, пластиды и другие) после деления сходны со своими предшественниками. Следовательно, самовоспроизведение — одно из основных свойств всех живых организмов, тесно связанное с явлением наследственности.

1. В чем состоит сходство между объектами неживой природы и живыми организмами?
2. Какие изменения наблюдаются при воздействии внешней среды на объекты неживой природы?
3. Что общего в строении всех живых организмов?
4. Перечислите основные признаки живой материи.
5. Что представляет собой обмен веществ и энергии?

1. Почему ассимиляция и диссимиляция тесно связаны друг с другом?
2. Почему энергия передается от одного организма к другому в виде органического вещества?

§ 2. Уровни организации живой материи

В соответствии с последними достижениями биологической науки, живые организмы — жизнь — имеют следующие уровни организации: молекулярный, клеточный, организменный, популяционный — видовой, биогеоценозный и биосферный. Рассмотрим уровни организации живой материи подробнее.

http://eduportal.uz

Молекулярный. Какой бы сложной ни была по строению любая биологическая система, она состоит из макромолекул: белков, нуклеиновых кислот, липидов, углеводов и ряда других органических веществ. На молекулярном уровне начинаются характерные именно для живой материи процессы жизнедеятельности: превращение солнечной энергии в химическую в результате взаимодействия солнечных лучей с органическими веществами, то есть обмен веществ и энергии, передача наследственной информации.

Клеточный. Клетка — структурная и функциональная единица, а также единица размножения всех живых организмов. На клеточном уровне организации осуществляются передача наследственной информации, обмен веществ и энергии, обеспечивается единая целостность системы. Все живые организмы, согласно клеточному уровню организации живой материи, делятся на одноклеточные и многоклеточные.

Организменный. Организм представляет собой целостную одноклеточную или многоклеточную живую систему, способную к самостоятельному существованию. Многоклеточный организм образован совокупностью тканей и органов, специализированных на выполнении различных функций. Единицей организменного уровня организации жизни считается индивид.

Популяционный — видовой. Популяция — это совокупность индивидов, издавна проживающая в одном ареале, обособленная от других популяций, дающая плодовитое потомство в результате свободного скрещивания. На этом уровне наблюдаются простейшие, элементарные эволюционные преобразования.

Биогеоценозный. Биогеоценоз — это популяции организмов, взаимосвязанных между собой и с окружающей средой. Биогеоценозный уровень включает неорганические и органические вещества, автотрофные и гетеротрофные организмы. Основные функции биогеоценоза — накопление и перераспределение энергии.

Биосферный. Биосфера — это самый высокий уровень организации жизни, включающий совокупность всех живых организмов на нашей планете. Элементарной единицей биосферы

http://eduportal.uz

считается биогеоценоз, т.е. совокупность всех биогеоценозов составляет биосферу. На биосферном уровне происходит круговорот веществ, связанный с жизнедеятельностью всех живых организмов, обитающих на Земле.

1. Что понимают под молекуляным уровнем организации жизни и какие процессы происходят на этом уровне ?
2. Каково значение изучения клеточного уровня организации живой материи?
3. Какие процессы происходят на популяционном-видовом уровне?
4. Какая связь существует между биогеоценозом и биосферой?

Глава II МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЗМОВ

Мир живых организмов на Земле весьма разнообразен. Они распространены во всех уголках земного шара. Большинство ученых в настоящее время разделяют органический мир на две группы: неклеточные и клеточные формы жизни. Если примером неклеточных форм жизни могут служить вирусы, то клеточные формы представлены безъядерными прокариотами и ядерными эукариотами.

§ 3. Неклеточные формы жизни

Вирусы. В 1892 г. русский ученый Д.И.Ивановский описал необычные свойства возбудителя болезни растения табака — так называемой табачной мозаики. Этот возбудитель обладал свойством проходить через бактериальные фильтры. В результате здоровые растения табака можно было заразить бесклеточным фильтратом сока больного растения. Через несколько лет Ф.Леффлер и П.Фрош обнаружили, что возбудитель ящура — болезни, нередко встречающейся у домашнего скота, также проходит через бактериальные фильтры. Наконец, в 1917 г. канадский бактериолог Ф. де Эррель открыл бактерио-

http://eduportal.uz

фаг — вирус, поражающий бактерии. Так были открыты вирусы растений, животных и микроорганизмов. Эти события положили начало новой науке — **вирусологии**, изучающей неклеточные формы жизни. Вирусы представляют большую опасность для жизни человека. Они являются возбудителями ряда опасных заболеваний — гриппа, бешенства, гепатита, энцефалита, краснухи и др. Вирусы обитают только в клетках, это внутриклеточные паразиты. В свободном, активном состоянии они не встречаются и не способны размножаться вне клетки (рис. 2). В отличие от организмов, имеющих клеточное строение, вирусы не обладают способностью самостоятельно синтезировать белок, т.е. у них отсутствует метаболизм. Если у всех клеточных организмов обязательно имеются нуклеиновые кислоты — ДНК и РНК, то вирусы содержат только одну из них. На этом основании все вирусы делятся на две большие группы — ДНК-содержащие или РНК-содержащие. Бактериофаги, аденовирусы и подобные им вирусы содержат ДНК, а вирусы — возбудители энцефалита, кори, краснухи, бешенства, гриппа и других заболеваний, содержат РНК. Будучи схожими с нуклеопротеинами, вирусы состоят из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белков, образующих окружающую вирус оболочку, которая называется **капсидом**.

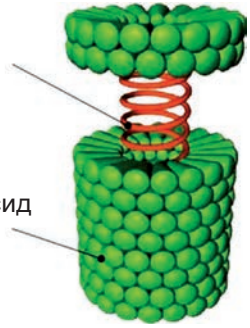
Взаимодействие вируса с клеткой. При образовании пиноцитозных вакуолей вместе с капельками жидкости межклеточной

Рис.2.

Вирус табачной мозаики и его строение

Лист, пораженный табачной мозаикой

Кристы вируса в клетке листа



Строение вируса

http://eduportal.uz

среды случайно внутрь клетки могут попадать вирусы. Однако, как правило, проникновению вируса в цитоплазму клетки предшествует связывание его с особым белком — рецептором, находящимся на клеточной поверхности. Связывание с рецептором осуществляется благодаря наличию специальных белков на поверхности вирусной частицы, которые «узнают» соответствующий рецептор на поверхности чувствительной клетки. Участок поверхности клетки, к которому присоединился вирус, погружается в цитоплазму и превращается в вакуоль.

Вакуоль, стенка которой состоит из цитоплазматической мембраны, может сливаться с другими вакуолями или с ядром. Таким путем вирус «доставляется» в любой участок клетки. Рецепторный механизм проникновения вируса в клетку обеспечивает специфичность инфекционного процесса. Так, вирус гепатита А и Б проникает и размножается только в клетках печени.

Накопление вирусных частиц приводит к выходу их из клетки. Для некоторых вирусов этот процесс происходит путем «взрыва». В результате клетка погибает. Другие вирусы выделяются способом, напоминающим почкование. В этом случае клетки организма могут долго сохранять свою жизнеспособность.

Вирусы бактерий. Несколько иной путь проникновения в клетку у бактериофагов (вирусов бактерий). Толстые клеточные стенки бактерий не позволяют белку-рецептору вместе с присоединившимся к нему вирусом погружаться в цитоплазму, как это происходит с клетками животных. Поэтому бактериофаг вводит полый стержень в клетку и выталкивает через него ДНК (или РНК), находящуюся в его головке (рис. 3). Геном бактериофага попадает в цитоплазму, а капсид остается снаружи. В цитоплазме бактериальной

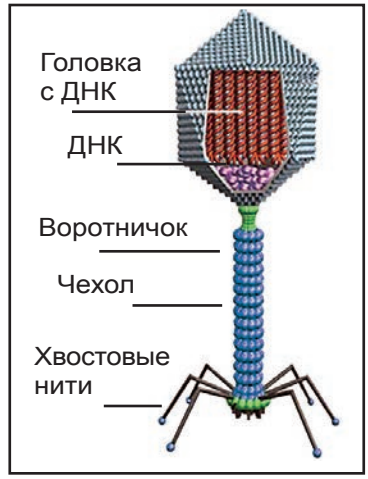


Рис.3. ***Строение бактериофага***

http://eduportal.uz

клетки начинается редупликация генома бактериофага, синтез его белков и формирование капсида. Через определенный промежуток времени бактериальная клетка гибнет и зрелые фаговые частицы выходят в окружающую среду.

Происхождение вирусов. Вирусы представляют собой автономные генетические структуры, не способные, однако, развиваться вне клетки. Полагают, что вирусы и бактериофаги — обособившиеся генетические элементы клеток, которые эволюционировали вместе с клеточными формами жизни.

1. Как устроены вирусы?
2. Каким путем вирус проникает в клетку?
3. Какие заболевания возбуждаются вирусами?

Подберите материалы об инфекционных заболеваниях, распространяемых вирусами и бактериями, и предложите мероприятия по их предупреждению.

§ 4. Прокариотические клетки

Органический мир разделяется на два больших царства — прокариоты и эукариоты.

Прокариоты — это организмы, не имеющие оформленного ядра, то есть безъядерные. Наследственная информация заключена у них в нуклеотидах. ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота — имеет форму кольца. Половое размножение у прокариотов отсутствует. Клетка не имеет центра и митотических нитей. Размножается делением надвое. В клетках нет пластид и митохондрий. Клеточная стенка состоит из вещества, называемого муреином или из пектина.

Как правило, у некоторых представителей жгутиковых реснички имеют простое строение. Многие прокариоты обладают способностью усваивать свободный азот.

Питание осуществляется путем поглощения питательных веществ через клеточную стенку. Пищеварительные вакуоли отсут-

http://eduportal.uz

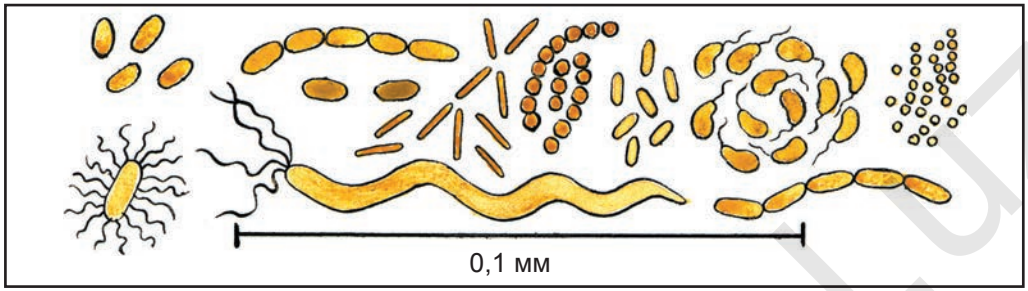


Рис. 4. ***Формы бактериальных клеток***

ствуют, иногда встречаются вакуоли с пузырьками газа. К прокариотам относятся бактерии и сине-зеленые водоросли.

Царство бактерий. Бактерии представляют собой самые древние на земном шаре не видимые глазом простейшие одноклеточные организмы, которые характеризуются простым строением и отсутствием клеточного ядра. Они размножаются делением надвое, половое размножение отсутствует. У большинства из них, за исключением некоторых автотрофных бактерий, отсутствуют пластиды, поэтому они питаются гетеротрофно. Внешняя оболочка клетки состоит из вещества, называемого муреином. Бактерии бывают одноклеточными, нитевидными или разветвленными.

По особенностям строения и форме выделяют три группы бактерий: 1) шаровидные — кокки; 2) вытянутые — палочки, или бациллы; 3) извитые — вибрионы, или спириллы (рис. 4).

Большинству бактерий свойственно спорообразование. Споры возникают при недостатке воды, питательных веществ и других неблагоприятных условиях. Споры весьма устойчивы к воздействию факторов внешней среды и могут сохранять свою жизнеспособность в течение многих лет. Они распространяются в основном с помощью ветра и воды. Именно поэтому бактерии в больших количествах встречаются в воде, почве, продуктах питания, в жилищах и пр.

В зависимости от среды обитания бактерии делятся на аэроб-

http://eduportal.uz

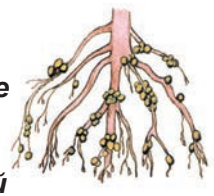
ные, обитающие в кислородной среде, и анаэробные, обитающие в бескислородной среде, а также болезнетворные бактерии.

Против туберкулеза легких, вызываемого туберкулезной палочкой, разработаны методы лечения и соответствующие лекарства. В целях предупреждения и борьбы с туберкулезом в нашей стране действуют специальные туберкулезные диспансеры. Туберкулез относится к медленно текущим заболеваниям, тогда как чума, холера, сибирская язва относятся к числу скоротечных болезней. Они вызываются бактериями определенного вида. Бактерии, вызывающие чуму, передаются блохами от мышей и крыс.

Сейчас в нашей стране ликвидирована опасность возникновения инфекционных заболеваний. Вода и продовольственные продукты находятся под постоянным контролем, водопроводная вода подвергается фильтрации. В широких масштабах проводятся дезинфекционные мероприятия. В этой работе важное значение приобретает деятельность санитарно-эпидемиологических станций. Одним из методов борьбы против болезнетворных бактерий являются прививки, с помощью которых предупреждаются такие болезни, как коклюш, полиомиелит и др. Бактерии играют важную роль в природе и в жизни человека. Они обладают полезными и вредными свойствами. Полезные свойства состоят в том, что бактерии участвуют в расщеплении, гниении и брожении органических веществ.

Различные процессы брожения используются в практике изготовления молочных продуктов, при консервировании огурцов, капусты, при закладке силоса из кормовых растений. Кроме того, различные виды бактерий применяются при получении спирта и уксуса, а также при разложении волокон. **Автотрофные** бактерии обладают способностью накапливать органические вещества, используя для этого солнечную или химическую энергию. Некоторые их виды, обитающие в почве, могут усваивать свободный азот. Клубеньковые бактерии накапли-

Рис. 5.



Клубеньковые бактерии на корнях бобовых растений

http://eduportal.uz

вают на площади в 1 га до 200 кг азота в год (рис. 5). Благодаря деятельности бактерий осуществляется круговорот азота в природе. Вредные свойства бактерий проявляются в том, что они возбуждают и распространяют различные заболевания, опасные для человека, растений и животных (бактерии-паразиты), и вызывают порчу продовольственных продуктов (сапрофитные бактерии).

Сине-зеленые водоросли. Эти водоросли являются самыми древними представителями растительного мира и отличаются от других видов водорослей очень простым строением. Форма клеток может быть округлой, бочкообразной, цилиндрической и т.д. Это одноклеточные организмы, образующие колонии, в отличие от которых многоклеточные их представители имеют прямую или согнутую и даже спиралевидную форму. В клетке встречаются различные пигменты, однако преобладают синие фикоциановые и зеленые хлорофилловые пигменты. В жизненно важных участках

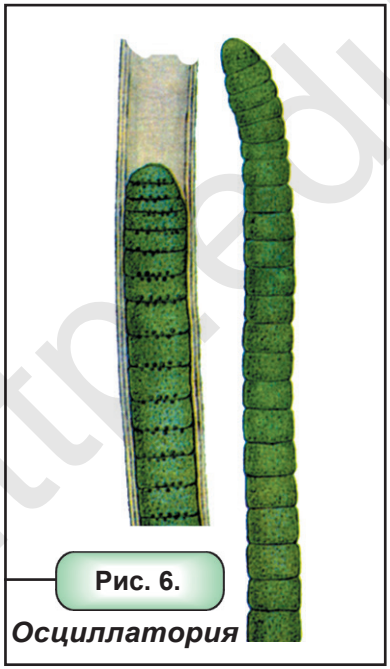


Рис. 6. *Осциллатория*

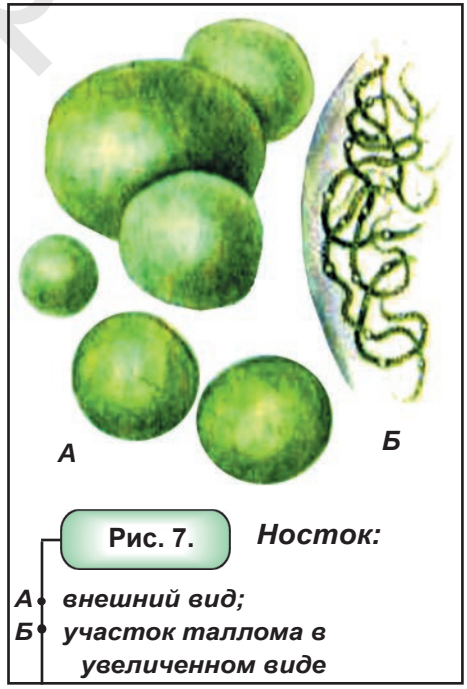


Рис. 7. ***Носток:***
А – внешний вид;
Б – участок таллома в увеличенном виде

http://eduportal.uz

клеток сине-зеленых водорослей, как и у бактерий, не выделяется ядро и другие органоиды. Клеточная стенка состоит из пектина.

В клетке накапливаются в качестве продукта фотосинтеза запасные белковые гранулы. Клетки сине-зеленых водорослей обычно размножаются делением надвое. Нитевидные представители размножаются путем деления нитей на несколько частей, то есть с помощью гормогониев.

К одноклеточным представителям сине-зеленых водорослей можно отнести хрококк (Chrococcus), к нитевидным — осциллаторию (Oscillatoria), к образующим колонии — носток (Nostoc).

Осциллатория — простая, нитевидная клетка без слизистой оболочки. В ширину она в несколько раз больше, чем в длину. Осциллатория состоит из клеток с одинаковым строением нитей по всему телу (рис. 6). В цитоплазме выделяются бесцветная центроплазма и окружающая ее окрашенная хроматоплазма. Осциллатория размножается путем деления нитей на отдельные гормогонии. В природе она часто встречается на рисовых полях, в лужах, прудах и озерах.

Носток — водоросль, обитающая в виде колоний величиной с орех или сливу, которые окружены слизистой пленкой.

В колониях шарообразные клетки располагаются в виде ожерелий, различных завитков или нитей. Колонии ностока широко распространены в родниковых источниках и саях горных районов (рис. 7). Сине-зеленые водоросли, отличаясь весьма простым строением, хорошо приспосабливаются к неблагоприятным условиям внешней среды. Именно поэтому их можно часто встретить в пресных и соленых водах, в почве и на ее поверхности, а также в родниковых источниках.

В пустынях Центральной Азии сине-зеленые водоросли участвуют в процессах почвообразования. Они обладают способностью усваивать свободный азот атмосферы и обогащают почву азотом. В Японии и Китае некоторые виды ностока употребляют в пищу.

http://eduportal.uz

1. Какие организмы называются прокариотами?
2. Каковы особенности строения бактерий?
3. Каким путем размножаются бактерии?
4. Какие полезные и вредные свойства бактерий вы знаете?

1. Определите, как можно уберечь продовольственные продукты от воздействия бактерий.
2. Запомните заболевания, вызываемые болезнетворными бактериями. Какие меры предпринимаются для борьбы против болезнетворных бактерий?
3. Подготовьте реферат о роли бактерий в выращивании сельскохозяйственных растений.

§ 5. Эукариоты – многообразие растений

В настоящее время изучение растительного мира осуществляется путем подразделения его на две подгруппы: низшие растения и высшие растения.

1. Низшие растения произошли на ранних стадиях органического мира. Они приспосабливались к обитанию в водной среде или сильно увлажненных местах. В процессе эволюции они не получили особого развития и до настоящего времени сохранили простое строение. Низшие растения представлены одноклеточными, многоклеточными и образующими колонии организмами. Тело их не имеет тканей и органов и называется **талломом** (слоевище).

В одноклеточных растениях все процессы, свойственные живым организмам, протекают в клетке. Растения, образующие колонии, занимают промежуточное положение между одноклеточными и многоклеточными организмами. Они состоят из скопления отдельных клеток и жизненно связаны друг с другом, сохраняя индивидуальную самостоятельность. А в многоклеточных низших растениях функции жизнеобеспечения распределяются между клетками.

2. Высшие растения в эволюционном отношении считаются более молодыми. У большинства высших растений развиты такие вегетативные органы, как стебель, лист и корень, в том чис-

http://eduportal.uz

ле наблюдается разделение тканей. Они называются **листостебельными растениями**. Тело многоклеточных растений состоит из нескольких разновидностей клеток, выполняющих различные жизненные функции. Клетки их отличаются друг от друга по форме и строению. Благодаря совершенствованию и специализации клеток в них осуществляются все жизненные процессы: питание, дыхание, рост, размножение и др.

Значение растений в природе и жизни человека. Растительный покров играет важную роль в регуляции жизни биосферы. Он воздействует на газообмен, водное равновесие и климат, участвует в почвообразовании и предупреждает эрозию почвы, обусловливает существование животного мира. Растения активно участвуют в биологическом круговороте веществ, то есть в системе: атмосфера — почва — живые организмы. Они играют огромную роль в сохранении чистоты окружающей среды.

Растительный мир является источником различных сырьевых ресурсов (продовольствие, корм, лекарственные вещества, строительные материалы и др.). Человечество издавна использовало дикие растения для своих нужд, вследствие чего естественный покров неуклонно разрушался, а запасы полезной растительности сокращались. В наше время одной из важнейших является проблема охраны природы и рационального использования ее ресурсов. Эта проблема должна решаться не только на территории одной страны, но и всеми государствами. В независимой Республике Узбекистан проблема охраны природы взята под контроль государства. Приняты законы и разработаны соответствующие мероприятия по охране многообразия растительного мира.

1. Какие организмы относятся к эукариотам?
2. На какие группы делится растительный мир?
3. Какие растения относятся к низшим и высшим растениям?

http://eduportal.uz

§ 6. Царство грибов

Грибы — это древнейшие гетеротрофные организмы без пластид. По способу существования подразделяются на паразитов и сапрофитов.

Существует около 100000 видов грибов, обитающих на суше. Грибы отличаются от водорослей отсутствием хлорофилла, а от бактерий — наличием в их клетках ядра. Вегетативное тело грибов, называемое мицеллием, состоит из совокупности тонких ветвящихся нитей, или гифов. Мицеллий гриба всасывает питательные вещества всей поверхностью, и на нем появляются спорообразующие органы. Размножение осуществляется вегетативным, бесполым и половым способами. По строению мицеллия и способу размножения грибы делятся на низшие и высшие.

Мицеллий низших грибов не имеет перегородок (белая плесень), и половое размножение идет, как у водорослей. У высших грибов (пеницилл) мицеллий с перегородками, то есть многоклеточный (рис. 8).

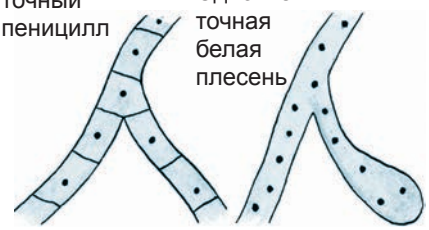


Рис. 8. ***Вид мицеллия под микроскопом***

Дрожжевой гриб не имеет настоящего мицеллия, тело его состоит из отдельных волокон. Клетка одноядерная, овальной формы. Размножается способом почкования, в результате появляются молодые клетки, которые, не обрываясь, образуют цепочку (рис. 9) и обитают в сладкой среде. В результате деятельности дрожжевых грибов сахар расщепляется на спирт и углекислый газ. Этот процесс имеет большое практическое значение при изготовлении пива, вина, в хлебопекарном производстве. Энергия, выделяемая в процессе брожения спирта, необходима для жизни дрожжей. При замешивании теста с добавлением дрожжей выделяется углекислый газ, который обеспечивает поднятие теста, то есть его легкость и пористость.

http://eduportal.uz

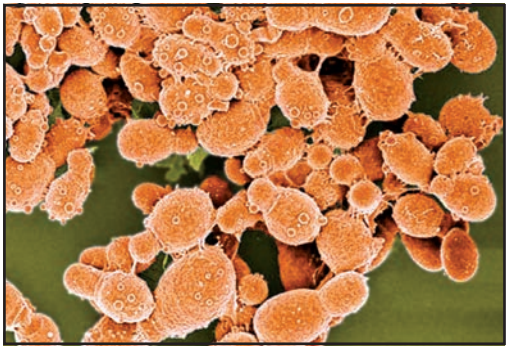


Рис. 9. ***Дрожжевой гриб***

Рис. 10. ***Сморчки***

Сморчок — один из широко распространенных в природе шляпочных грибов, сапрофит. Длина тела 10—12 см (рис. 10, 11). Произрастает на почвах, богатых перегноем. Подземная многолетняя часть мицеллия накапливает питательные вещества, за счет которых с осени начинают формироваться плодовые тельца. К весне следующего года они созревают, выходят на поверхность почвы и выбрасывают споры. Сморчок является одним из основных среди съедобных грибов. К съедобным грибам также относятся белый гриб, подберезовик и др. Они богаты белком, в их составе содержатся жиры, минеральные вещества, микроэлементы — железо, кальций, цинк и др.

Паразитические грибы. Грибы этого вида весьма многочисленны. Они являются возбудителями различных заболеваний

Рис. 11. ***Строение шляпочных грибов***

http://eduportal.uz

у растений, животных и человека. Особенно большой вред паразитические грибы наносят сельскому и лесному хозяйству.

Хлебная ржавчина характеризуется сложным периодом развития, различным спорообразованием и наличием промежуточного «хозяина». Весной хлебная ржавчина начинает развиваться на ольхе (промежуточный «хозяин»), впоследствии продолжает свое обитание на растениях пшеницы. В течение всего летнего периода этот паразитический гриб образует споры желто-красного цвета, которые поражают стебли и листья растений пшеницы (рис. 12). Появляющиеся на стеблях и листьях пятна связаны с пигментацией спор и напоминают ржавые пятна на железе. Именно поэтому гриб называют ржавчинным. Поврежденные растения не образуют колосьев, или они бывают пустыми. Бороться с этим грибом очень трудно, так как его легкие споры быстро разносятся ветром и поражают большие площади. Самым удобным методом борьбы против ржавчинных грибов является создание сортов пшеницы, устойчивых к этому грибу.

Вертицилл. Его спорообразующие отростки отличаются кольцеобразным ветвлением. Гриб паразитирует в проводящих тканях различных растений (хлопчатник, картофель, томат, подсолнечник и др.) и вызывает у них заболевание вилт или вертициллез, при котором поражается сосудистая система. Основной признак заболевания — увядание стеблей и листьев растения из-за потери клетками листьев эластичности. Листья приобретают вначале желто-красноватую, затем бурую окраску, что приводит к их преждевременному опаданию. Зачастую пораженные вилтом растения погибают или у них сгнивают отдельные органы. Меры борьбы против этого заболевания состоят в ведении правильных севооборотов в хозяйствах, создании вилтоустойчивых сортов хлопчатника, глубокой и качественной обработке почвы, использовании органических удобрений и др.

Рис. 12. ***Ржавчина на листе злакового растения***

Значение грибов. Грибы широко распространены в природе и

имеют большое значение. Они участвуют в круговороте веществ в природе. Совместно с бактериями они принимают участие также в расщеплении органических веществ, остатков растений, трупов животных.

Микориза — симбиотическое проживание грибов на корнях высших растений. Совместное проживание с почвенными грибами характерно для большинства высших растений, обитающих на суше. В зависимости от строения микориза делится на два вида: **внешнюю (эктотрофную) и внутреннюю (эндотрофную)**. При эктотрофной микоризе мицеллий гриба покрывает плотным чехлом верхушечную часть корня. В случае эндотрофной микоризы гриб проникает глубже: во внутренние ткани корня.

Внешняя эктотрофная микориза встречается в основном на березе, дубе и хвойных деревьях. Гриб усваивает через корни деревьев углеводы и витамины. Вместе с тем он расщепляет белки в составе гумуса почвы на аминокислоты. Часть аминокислот усваивается растением. Кроме того, гриб увеличивает всасывающую поверхность корневой системы дерева, что в свою очередь имеет важное значение для растений, растущих на неплодородных почвах.

Внутренняя эндотрофная микориза зачастую встречается у травяных растений. Однако данные о ее роли в совместном проживании грибов с травяными растениями весьма скудны. Некоторые виды грибов — паразитические организмы, вызывающие у растений и животных различные заболевания. Съедобные же грибы употребляют в пищу. Отдельные виды грибов широко используются для получения антибиотиков и витаминов, дрожжевые грибы — в хлебопекарном производстве.

Лишайники. Лишайники представляют собой своеобразную группу низших растений, которые появились в процессе проживания в симбиозе грибов и водорослей (рис. 13). Известно около 26 000 видов лишайников. Тело, окраска и форма лишайников различны. Это — автотрофные организмы, которые размножаются спорами, а также вегетативным путем.

По внешнему виду лишайники делятся на: 1) накипные; 2) листеватые; 3) кустистые (рис. 14). Лишайники растут везде и широ-

http://eduportal.uz

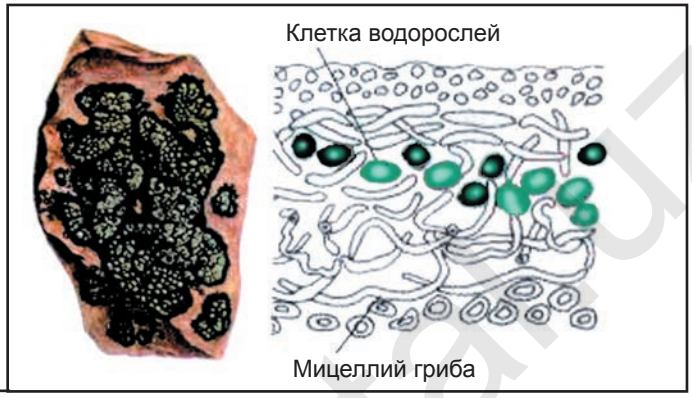


Рис. 13.

Поперечный разрез накипного лишайника и его таллома

ко распространены в природе. Они встречаются даже в условиях, где не могут существовать другие растения. Они растут на камнях и скалах, в пустынях и степях, на коре деревьев и кустарников; они широко распространены в тундре и лесотундре. Так, лишайник кладония (Cladonia) используется в качестве корма для северных оленей. Лишайники, произрастающие на неплодородных

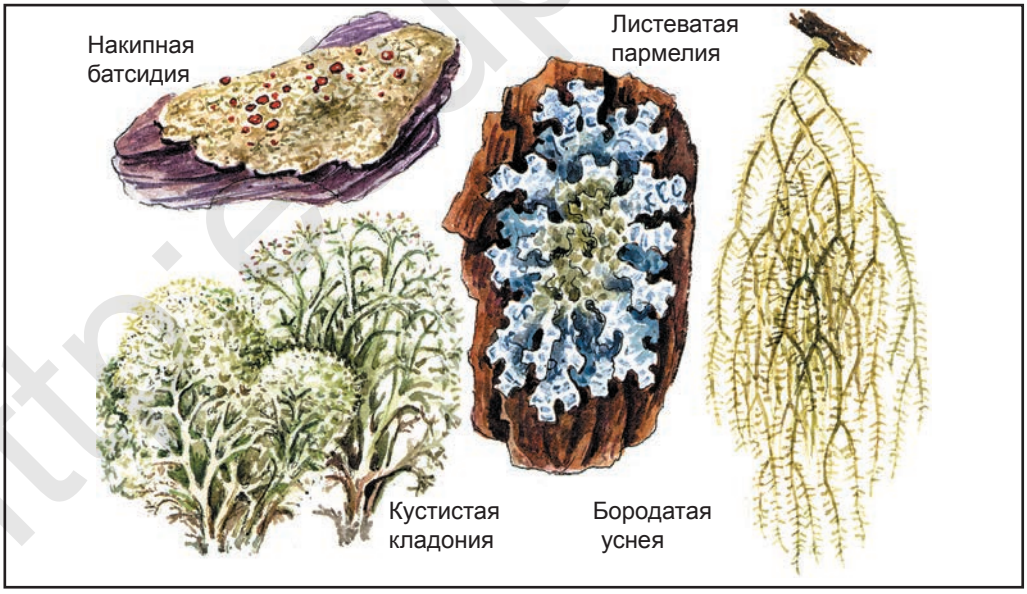


Рис. 14. ***Виды лишайников***

http://eduportal.uz

почвах, создают возможность для формирования растительных сообществ. Они способны накапливать из субстрата окружающей среды различные химические элементы, в том числе и радиоактивные вещества. Для лишайников необходим чистый воздух, поэтому их можно использовать в качестве индикаторов для определения уровня загрязненности атмосферного воздуха. В лесах, особенно сосновых, и на площадях, очищенных от деревьев, лишайники образуют сплошной покров, в котором участвует несколько видов кладонии (Cladonia). Лишайники: бородатая уснея (Usnea barbata) и лентовидная эверния (Evernia prunastri) образуют на коре деревьев зеленовато-желтоватый покров, а золотистая ксантория (Xantoria parientina) — покров желтой окраски. Химический состав лишайников достаточно сложен. В них содержатся: хитиновое вещество — лихенин, называемый лишайным крахмалом, из дисахаридов — сахароза, различные ферменты, например, амилаза, множество аминокислот, витамины С, B_6, B_{12} и др.

Лишайники имеют большое значение в жизни человека. Они используются в качестве корма для северных оленей. Экстракты из лишайников применяются в парфюмерном и косметическом производстве в качестве ароматизаторов. Степной лишайник манник употребляют в пищу.

1. Какими свойствами обладают грибы?
2. Какими способами размножаются грибы?
3. Как различаются между собой низшие и высшие грибы?
4. Какими организмами считаются лишайники? В чем их своеобразие?
5. Каково значение проживания в симбиозе?

§ 7. Царство животных

Животные и растения представляют собой живые организмы, имеющие общее происхождение. Это подтверждается некоторыми сходствами в их строении и существовании. Животные так же, как и растения и грибы, имеют клеточное строение. Существует общность в отношении химического состава и мно-

http://eduportal.uz

гих других свойств (обмен веществ, наследственность и изменчивость, раздражимость). Вместе с тем животные обладают некоторыми свойствами, которые отличают их от растений. Важнейшее из них — характер питания. Большинство растений являются автотрофными организмами, животные — гетеротрофные.

Клетки животных не имеют целлюлозной оболочки и вакуолей, что свойственно растительным клеткам. Однако нельзя утверждать, что это относится ко всем животным. Наличие относительных различий между животными и растениями указывает на общность происхождения их предков. Значение животных в природе проявляется в их влиянии на жизнь растений. Так, животные играют большую роль в опылении или распространении семян и плодов цветковых растений. Будучи составной частью различных пищевых цепей, травоядные животные служат источником питания хищных плотоядных животных. Велико значение животных в процессе почвообразования. Черви, муравьи и т. п. участвуют в формировании структуры почвы, в повышении ее плодородия, обеспечении влагой и воздухом. Многие животные, обитающие в воде, способствуют ее очищению и являются организмами-биофильтрами.

Животные занимают огромное место в многогранной деятельности человека. Дикие и домашние животные служат важнейшим фактором обеспечения человека различными продуктами питания. Виды диких животных позволяют сохранить генофонд для улучшения пород домашних животных. Многие виды диких животных играют большую роль в уничтожении различных вредителей сельского и лесного хозяйства. Однако отдельные виды животных являются вредителями — возбудителями и разносчиками (комары, блохи и др.) различных опасных заболеваний (малярия, чесотка и др.).

Животный мир подразделяется на: **1) одноклеточных и 2) многоклеточных** животных. Представители всех типов многоклеточных животных, за исключением хордовых, — **беспозвоночные** животные. Одноклеточные животные широко распространены в природе. Как правило, простейшие животные очень маленькие, тело их состоит из цитоплазмы и одного или нескольких ядер. Цитоплазма окружена тонкой внешней мембраной (рис. 15). Если у многоклеточ-

http://eduportal.uz

ных животных жизненные процессы осуществляются при участии специальных органов, тканей и клеток, то у одноклеточных животных — с помощью органоидов клетки. Они передвигаются с помощью ложноножек, жгутиков или ресничек. Большинство простейших животных питаются органическими веществами. Клетка простейших животных размножается путем деления, бесполым и половым способами. Ответная реакция простейших на различные воздействия внешней среды осуществляется в основном через их движения и носит название **таксис**. Одним из важных биологических свойств простейших является образование **цисты** при попадании в неблагоприятные условия.

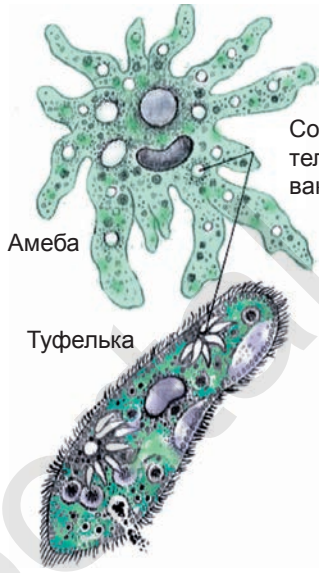


Рис. 15.

Простейшие животные

Тело многоклеточных животных состоит из огромного числа клеток, имеющих разнообразное строение и выполняющих различные функции. Утеряв способность к самостоятельному существованию, они осуществляют одну какую-либо функцию в качестве составных частей целостного организма. Многоклеточные животные характеризуются сложным индивидуальным развитием. Из оплодотворенной яйцеклетки (из неоплодотворенной яйцеклетки в партеногенезе) формируется зрелый организм. При этом оплодотворенная яйцеклетка претерпевает ряд митотических делений, и в результате деления образующихся клеток формируются зародышевые листки и зачаточные органы (об этом мы узнаем позже при изучении раздела IV).

1. Чем отличаются животные от других живых организмов?
2. Каково значение животных в природе?
3. На сколько групп делится животный мир?

http://eduportal.uz

§ 8. Лабораторная работа 1

1. Наблюдение под микроскопом сенной палочки

Приборы и материалы: Микроскоп и необходимое оборудование для работы: сенная вымочка, метиленовая синька, водоросли, взятые со стен аквариума или из лужи.

1. Положите в колбу несколько кусочков сена, залейте водой и закройте горлышко ватой.
2. Прокипятите смесь в колбе в течение 15 мин.
3. Отфильтруйте содержимое колбы и храните при температуре 20–25°C в течение нескольких дней.
4. Соберите в стеклянную трубочку немного пленки, образовавшейся на поверхности смеси, и поместите ее на предметное стекло.
5. Закройте предметное стекло покровным стеклом и понаблюдайте за ней в микроскоп.
6. Накапайте под покровное стекло разведенные водой чернила и метиленовую синьку (синюю краску).
7. Под синей краской наряду с подвижными бактериями вы увидите также блестящие овальные тельца, то есть споры.

2. Наблюдение под микроскопом сине-зеленой водоросли

1. Снимите иглой пленку, образованную водорослями на стенках аквариума или на дне лужи.
2. Приготовьте из нее препарат и понаблюдайте сначала под малым, а затем под большим объективами микроскопа.
3. Обратите внимание на то, что тонкая пленка состоит из многоклеточных нитей.
4. Понаблюдайте под малым и большим объективами микроскопа нити сине-зеленого цвета.
5. Обратите внимание на то, что каждая нить состоит из клеток, не имеющих ядра и хлоропласта.

http://eduportal.uz

Глава III ОСНОВЫ ЦИТОЛОГИИ

§ 9. История изучения клетки и клеточная теория

Изучение клеточного строения живых организмов связано с изобретением микроскопа. В 1665 г. английский ученый Роберт Гук, рассматривая тонкий срез древесной пробки с помощью сконструированного им микроскопа, сделал удивительное открытие. Он обнаружил, что древесная пробка состоит не из сплошной массы, а из очень мелких ячеек, разделенных перегородками. Р.Гук назвал эти ячейки «sellula» — клетками. Впоследствии ряд ученых, исследуя под микроскопом ткани различных растений и животных, также определили, что все они состоят из клеток. Так, М.Малпиги и Н.Грю в 1671 г. впервые изучили строение растительной клетки, а голландский ученый А.Левенгук в 1680 г. обнаружил в крови красные кровяные тельца — эритроциты.

Долгое время главной частью клетки считали ее оболочку. Лишь в начале XIX в. ученые обратили внимание на полужидкое студенистое содержимое, заполняющее клетку. В 1831 г. английский ботаник Б. Броун обнаружил в клетках ядро, а в 1839 г. чешский ученый Я.Пуркине предложил называть жидкое содержимое клетки **протоплазмой**. Таким образом, в начале XIX в. ученые пришли к заключению, что организмы растений и животных состоят из клеток. В 1838—1839 гг. немецкие ученые — ботаник М.Шлейден и зоолог Т.Шванн, — обобщив имевшиеся в то время данные, разработали основы клеточной теории, которая в дальнейшем была развита многими исследователями. Немецкий врач

http://eduportal.uz

Р.Вирхов доказал, что вне клеток нет жизни, что главная составная часть клетки — ядро и что клетки образуются только из клеток путем их деления. К.Бер открыл яйцеклетку млекитающих и доказал, что многоклеточные организмы развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки — зиготы. Дальнейшее совершенствование техники, создание электронного микроскопа и методы молекулярной биологии позволили глубже проникнуть в изучение клетки, познать ее сложную структуру и многообразие протекающих в ней биохимических процессов. В настоящее время основные положения клеточной теории формулируются следующим образом. 1. Все живые организмы, то есть микроорганизмы, растения и животные состоят из клеток. 2. Новые клетки образуются только из таких же исходных клеток путем их деления. 3. Клеточное строение организмов — свидетельство того, что все растения и животные имеют единое происхождение. 4. Клетка является структурно-функциональной единицей всех живых организмов. 5. Каждая клетка имеет свойство самостоятельного существования.

Клеточная теория оказала очень большое влияние на развитие биологической науки. Благодаря этой теории доказана единая морфологическая основа всех организмов, а также возможность объяснения жизненных явлений с точки зрения общей биологии. В изучение биологии клетки большой вклад внесли и ученые нашей страны. В этой связи заслуживают особого внимания исследования академиков АН РУз К.Зуфарова, Дж.Хамидова и их учеников.

1. Расскажите историю открытия клетки.
2. Назовите основные положения клеточной теории.
3. Какой вклад внесла клеточная теория в развитие биологии?
4. Кто из узбекских ученых занимался исследованием клетки?

http://eduportal.uz

§ 10. Методы изучения клетки

Многочисленные современные методы исследования, имеющиеся в распоряжении цитологии, позволяют изучать тончайшие структуры разнообразных клеток и процессы, протекающие в них.

Остановимся на методах, наиболее широко используемых в изучении клеточного строения живых организмов.

Метод световой микроскопии. Основные части **светового микроскопа** — объектив и окуляр. Будучи самым важным элементом микроскопа, объектив увеличивает изображение наблюдаемого предмета. Окуляры, состоящие из системы линз, также участвуют в увеличении изображения наблюдаемого предмета. Первые микроскопы давали 10—40-кратное увеличение изображения объекта. Обычно световые микроскопы увеличивают изображение в 10—2000 раз. Важнейшей особенностью микроскопа является не увеличение, а его разрешающая способность, т.е. то минимальное расстояние, на котором можно различить две точки. Волны света, испускаемые этими точками в момент их максимального приближения друг к другу, возвращаются в одно и то же время, и человеческий глаз видит не два, а одно изображение. Чем больше разрешающая способность микроскопа, дающего одинаковое увеличение, тем больше мельчайших элементов

Рис. 16. ***Световой микроскоп***

Рис. 17. ***Электронный микроскоп***

http://eduportal.uz

объекта можно будет изучить. Световые микроскопы увеличивают изображение объекта до 2000 раз (рис. 16).

Электронный микроскоп — один из приборов, имеющих в настоящее время самую высокую разрешающую способность. Он увеличивает изображение до 200 000 раз, при этом изображение объекта создается не световыми лучами, а потоком электронов. С помощью электронного микроскопа можно определять тончайшие структуры клетки. Благодаря его использованию открыты рибосомы, эндоплазматическая сеть, микротрубочки. В последние годы в результате совершенствования электронного микроскопа появилась возможность получать трехмерные, или пространственные, изображения структур (рис. 17). Для определения различных химических веществ в составе клетки широко используются **цитохимические** методы (citos — клетка), основанные на применении различного рода красителей. С их помощью можно выявлять в составе клетки не только белки, нуклеиновые кислоты, жиры, углеводы и др., но их расположение в клетке.

Измельчая до одинаковой массы различные органы и ткани живых организмов и обрабатывая их на центрифуге, можно выделять по отдельности различные органоиды клетки (ядро, хлоропласт, митохондрии, рибосомы) и изучать их свойства. Итак, для изучения клетки можно использовать самые различные методы, с помощью которых получено огромное количество интересных научных данных.

1. Какими методами исследуются клетки?
2. Каково значение световой микроскопии?
3. Какие составные части клеток определены с помощью электронного микроскопа?
4. Расскажите о цитохимическом методе исследования.

1. Что определяется с помощью цитохимических методов?
2. Объясните, как осуществляется увеличение изображения в световом и электронном микроскопах?

http://eduportal.uz

§ 11. Эукариотические клетки

Организмы, в клетках которых имеется настоящее ядро, называются эукариотами. Слово “эукариот” состоит из сочетания греческих слов “eu” — настоящий и “karion” — ядро. В эукариотической клетке находится ряд структур (органоидов и органелл), которые обладают специфичностью и выполняют определенные функции.

Эукариотические клетки самых разных организмов отличаются сложностью и разнообразием строения (рис. 18). В зависимости от выполняемых функций они бывают самой различной формы: округлые (яйцевые и жировые клетки), звездообразные (клетки соединительной ткани), в виде отростков (нервные клетки), амебообразные, то есть изменяющие форму (лейкоциты и отдельные клетки соединительной ткани) и др. Размеры эука-

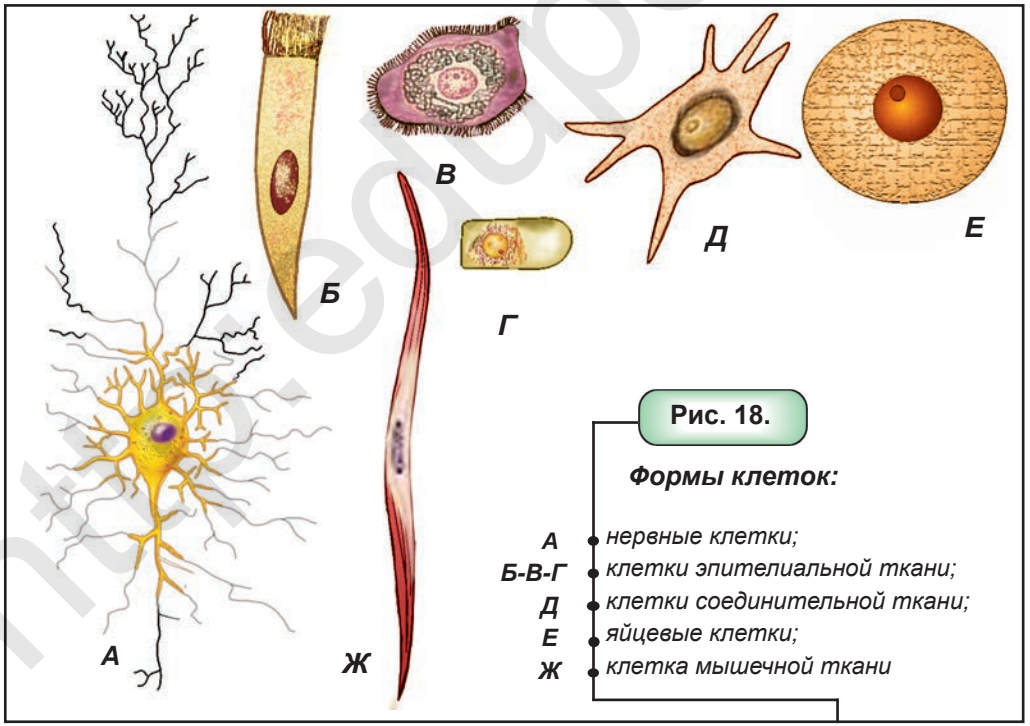


Рис. 18.

Формы клеток:

- **А** — *нервные клетки;*
- **Б-В-Г** — *клетки эпителиальной ткани;*
- **Д** — *клетки соединительной ткани;*
- **Е** — *яйцевые клетки;*
- **Ж** — *клетка мышечной ткани*

http://eduportal.uz

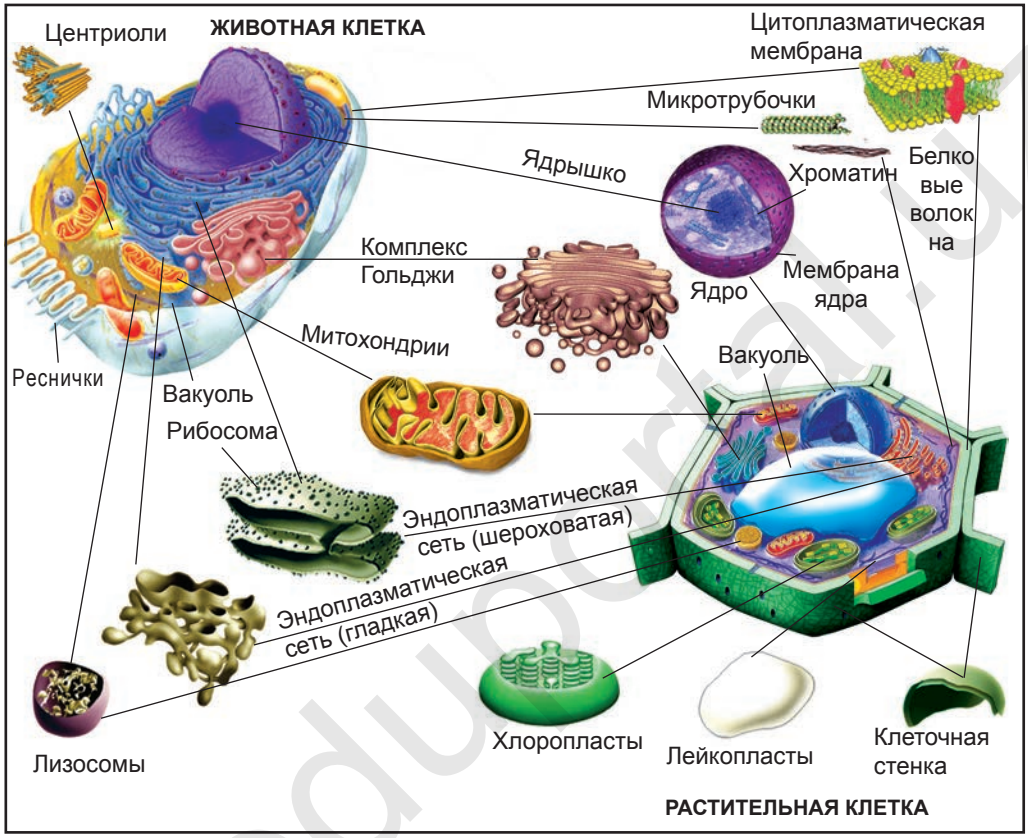


Рис. 19. ***Схема строения животной и растительной клеток***

риотических клеток колеблются в широких пределах. В большинстве случаев они весьма малы и составляют 10—100 мкм (1 мкм — 0,001 мм). Однако есть и очень большие клетки, например, клетки арбуза, которые можно видеть невооруженным глазом. Примером самой большой клетки может быть птичье яйцо. Масса клеток также различна, например, масса яйца страуса может быть от 100 г до 1,5 кг, тогда как масса красных кровяных телец (эритроцитов) равна 10^{-9} г (то есть 0,000000001 г). В группу эукариотов входят простейшие (ложноножки, жгутиковые, инфузории), грибы, высшие растения, а также животные. Предполагается, что

http://eduportal.az

эукариотические клетки возникли в результате усложнения строения прокариотов. Каждая клетка состоит из трех частей: наружной цитоплазматической мембраны, цитоплазмы и ядра.

Строение, свойства и функции цитоплазматической мембраны. Исследования, проведенные с помощью электронного микроскопа, позволили установить наличие в клетках бактерий, растений и животных тонкой внешней оболочки, называемой ***наружной мембраной*** (от лат. “membrana” — оболочка, стенка). Клеточная оболочка обеспечивает связь клетки с внешней средой и другими клетками. Кроме того, она выполняет защитную, отградительную, рецепторную функции, а также обеспечивает избирательную проводимость веществ в клетку.

Основную часть клеточной оболочки составляет плазматическая мембрана. В виду того, что оболочка животной клетки очень тонкая и эластичная, она не может выполнять опорную функцию (рис. 19). Оболочка растительной клетки плотная, состоит из целлюлозы и способна выполнять опорную функцию.

Плазматическая мембрана — биологическая мембрана, универсальная для всех видов клеток. Она отграничивает содержимое цитоплазмы от внешней среды. Поверхность живой клетки находится в непрерывном движении. На ней появляются выросты и впячивания, она совершает волнообразные колебательные движения, в ней постоянно перемещаются макромолекулы. Плазматическая мембрана обладает высокой прочностью и эластичностью, легко и быстро восстанавливает свою целостность при небольших повреждениях. Однако поверхность клетки не сплошная: в цитоплазматической мембране есть многочисленные мельчайшие отверстия — поры, через которые с помощью ферментов внутрь клетки могут проникать ионы и мелкие молекулы. Вместе с тем, вещества образовавшиеся в результате жизнедеятельности клетки, выводятся через поры наружу. В отдельных случаях ионы и молекулы могут попадать в клетку непосредственно через мембрану. Поступление ионов и молекул в клетку — не пассивная диффузия, а активный избирательный процесс транспорта, осуществляемый за счет расхода энергии АТФ. Цито-

http://eduportal.uz

плазматическая мембрана легко проницаема для одних веществ и непроницаема для других. Так, концентрация ионов K^+ в клетке всегда выше, чем в окружающей среде. Напротив, ионов Na^+ всегда больше в межклеточной жидкости. Избирательная проницаемость клеточной мембраны носит название полупроницаемости. Помимо мелких молекул или ионов плазматическая мембрана обладает способностью пропускать внутрь клетки также макромолекулы или состоящие из них крупные твердые частицы. Этот процесс осуществляется путем фагоцитоза и пиноцитоза.

Фагоцитоз. Органические вещества, например белки, полисахариды и твердые частицы проникают в клетку путем фагоцитоза (от греч. “fageo” — питаться, переваривать). В этом процессе непосредственно участвует плазматическая мембрана. При попадании на ее поверхность твердых частиц мембрана образует впячивания, края которых, смыкаясь, захватывают эти частицы. В таком состоянии твердые частицы попадают внутрь клетки, где перевариваются в пищеварительной вакуоле. Фагоцитоз широко распространен в животном мире. Например, путем фагоцитоза питаются амебы, лейкоциты и др. Так как клеточная стенка растений, бактерий и сине-зеленых водорослей толстая и плотная и препятствует фагоцитозу, у них этот процесс не осуществляется.

Пиноцитоз (от греч. “pino” — пью) — проникновение различных веществ в клетку в растворенном виде. Этот процесс происходит так же, как фагоцитоз. Пиноцитоз широко распространен в природе и осуществляется в клетках бактерий, грибов, растений и животных. Фагоцитоз и пиноцитоз являются примером эндоцитоза. Эктоцитоз — процесс, обратный эндоцитозу (ekto — означает наружу). При эктоцитозе непереваренные в вакуоле остатки пищи выводятся наружу через мембрану клетки.

Цитоплазматическая мембрана выполняет еще одну функцию — обеспечивает связь между клетками в тканях многоклеточных организмов. Этот процесс происходит благодаря многочисленным складкам и выростам, а также вследствие выделения клетками плотного вещества, заполняющего межклеточное пространство и придающего соединениям особую прочность.

http://eduportal.uz

Растительная клетка, как и животная, окружена цитоплазматической мембраной. Однако помимо этого на ее поверхности расположена плотная оболочка из целлюлозы, не встречающаяся у животных клеток. На клеточной оболочке имеются специальные каналы, которые соединяются с каналами эндоплазматической сети соседних клеток.

Клетки грибов, как и растительные клетки, покрыты клеточной оболочкой, однако в отличие от клеток растений, они состоят не из целлюлозы, а из хитиноподобного вещества.

1. Каковы функции наружной цитоплазматической мембраны?
2. Каково строение плазматической мембраны?
3. Что называют полупроницаемостью?
4. Что такое фагоцитоз и как он происходит?
5. Объясните процесс пиноцитоза.

§ 12 Цитоплазма. Безмембранные и мембранные органоиды клетки: эндоплазматическая сеть, рибосомы, коплекс Гольджи

Цитоплазма — полужидкое содержимое клетки, отделенное от внешней среды плазматической мембраной, а изнутри — мембраной ядра. В цитоплазме находится ряд структур — органоидов включений, составляющих скелет клетки мельчайших трубочек и нитей. Основное вещество цитоплазмы представлено множеством белков. Основные процессы веществ происходят в цитоплазме. Она объединяет в единое целое все органоиды клетки, тем самым обеспечивая ее жизнедеятельность. Среди органоидов можно выделить общие и частные, мембранные и безмембранные. Общие органоиды встречаются в составе всех клеток организма — митохондрии, клеточный центр, комплекс Гольджи, рибосомы, эндоплазматическая сеть, лизосомы, пластиды. Частные органоиды присущи только определенным типам клеток. Примером таких органоидов могут служить микрофибриллы клеток

http://eduportal.uz

эпителия, реснички инфузорий, жгутики эвглены и сперматозоида, нейрофибриллы нервных клеток. Каждая из указанных структур обладает специфичностью и специализируется на выполнении определенных функций.

Эндоплазматическая сеть представляет собой сложную систему каналов и полостей в цитоплазме всех эукариотических клеток, ограниченных мембраной. Каналы, разветвляясь, соединяют все части клетки друг с другом, а цитоплазматическую мембрану — с другими органоидами и ядерной мембраной, образуя общую сеть. Особенно хорошо развита эндоплазматическая сеть в клетках с интенсивным обменом веществ. Объем эндоплазматической сети составляет в среднем от 30 до 50 % всей клетки. Различают два вида эндоплазматической сети: **гладкую и гранулярную** (шероховатую). На мембранах гладкой эндоплазматической сети находятся ферменты, участвующие в обмене жиров и углеводов. Поэтому одна из основных функций гладкой эндоплазматической сети — синтез липидов и углеводов. Особенно много мембран гладкой эндоплазматической сети в клетках сальных желез (синтез жиров), печени (синтез гликогена) и в клетках, богатых запасными веществами (семена растений).

Основная функция **гранулярной эндоплазматической сети** — участие в синтезе белка, который осуществляется в рибосомах. Рибосомы располагаются на наружной поверхности мембранных полостей в виде гранул, придавая ей шероховатый вид. Отсюда и происходит ее название.

Таким образом, *эндоплазматическая сеть— общая внутриклеточная циркуляционная система, по каналам которой осуществляется транспорт веществ.*

Рибосомы. В цитоплазме рибосомы могут располагаться свободно или быть прикрепленными к наружной поверхности мембран эндоплазматической сети. Рибосомы имеются как в прокариотических, так и эукариотических клетках. Они представляют собой сферические частицы диаметром 15,0–35,0 нм, т.е. состоящие из двух больших и малых единиц и содержат примерно равное количество белков и нуклеиновых кислот (РНК). Рибосомаль-

http://eduportal.uz

ная РНК (р-РНК) синтезируется в ядре на молекуле ДНК. Там же формируются и рибосомы, которые затем покидают ядро. Основная функция рибосом — синтез белка. В этом сложном процессе участвует не одна, а несколько десятков рибосом, называемых ***полирибосомами.*** Рибосомы относятся к числу безмембранных органоидов.

Комплекс Гольджи впервые обнаружен в составе нервных клеток. В большинстве животных клеток комплекс Гольджи располагается вокруг ядра в виде сложной сети. В клетках растений и простейших животных находится в виде серповидных или палочковидных тел. При изучении комплекса Гольджи под электронным микроскопом установлено, что он ограничен гладкими мембранами, образующими скопления (по 5 –10) плоских мешочков, крупных вакуолей и мелких пузырьков.

Комплекс Гольджи выполняет многие важные функции. Синтезированные на мембранах эндоплазматической сети белки, полисахариды, жиры транспортируются к комплексу Гольджи, конденсируются внутри его структур и “упаковываются” в виде секрета, готового к выделению, или используются в самой клетке в процессе ее жизнедеятельности. Благодаря комплексу Гольджи постоянно обновляется и растет плазматическая мембрана.

1. Какие функции выполняет цитоплазма в клетке?
2. На какие типы подразделяются органоиды?
3. Какие существуют виды эндоплазматической сети?
4. Как устроены рибосомы и какие функции они выполняют?
5. Объясните строение комплекса Гольджи и его функции.

§ 13. Митохондрии, пластиды, лизосомы и другие органоиды цитоплазмы

Митохондрии (от греч. «mitos» — нить, «xondrio» — зерно, гранула) содержатся практически во всех типах эукариотических клеток одноклеточных и многоклеточных организмов.

http://eduportal.uz

Широкое распространение митохондрий в растительном и животном мире указывает на важную роль, которую они играют в клетке. Митохондрии имеют различную форму — овальную, плоскую, цилиндрическую и даже нитевидную. Размеры их составляют от 0,2 до 15—20 мкм. Длина нитевидных форм достигает 15—20 мкм. Количество митохондрий в различных тканях неодинаково и зависит от функциональной активности клетки. Так, в грудных мышцах летающих птиц число митохондрий больше, чем у нелетающих. Стенка митохондрий состоит из двух мембран — наружной и внутренней. Наружная мембрана — гладкая, внутренняя состоит из перегородок, отходящих в глубь органоида, которые называются **кристами**. На мембранах крист расположены многочисленные ферменты, участвующие в энергетическом обмене. Митохондрии являются полуавтономными органоидами, в межмембранных полостях которых находятся ДНК, РНК и рибосомы. Митохондрии увеличиваются путем деления за счет увеличения вдвое молекулы ДНК. Основная функция митохондрий — синтез универсального источника энергии АТФ.

Пластиды — органоиды растительной клетки. Они участвуют в первичном синтезе углеводов из неорганических веществ. Существует три вида пластид: 1) лейкопласты — бесцветные пластиды, находящиеся в бесцветных частях растений, например, в стеблях, корнях и клубнях. Они участвуют в синтезе крахмала из моносахаридов и дисахаридов (в отдельных лейкопластах запасаются белки и жиры); 2) хлоропласты — зеленые пигменты, содержащиеся в листьях, однолетних стеблях и недозрелых плодах растений. Они осуществляют процесс фотосинтеза, а также синтез АТФ; 3) хромопласты различной окраски, состоящие из каротиноидов, обусловливающих окраску цветов и плодов. В межмембранных полостях пластид содержатся молекулы ДНК, РНК и рибосомы. В ходе онтогенеза пластиды могут превращаться друг в друга: хлоропласты превращаются в хромопласты, лейкопласты в хлоропласты.

Лизосомы (от греч. “lizeo” — растворяю, “soma” — тело) —

http://eduportal.uz

небольшие овальные тельца диаметром 0,4 мкм, окруженные плотным слоем мембраны. Внутренняя часть лизосом заполнена (около 40) ферментами, способными расщеплять белки, углеводы, жиры и другие вещества. Лизосомы образуются из структур комплекса Гольджи или непосредственно из эндоплазматической сети. Лизосомы обладают способностью активно переваривать питательные вещества и участвуют в ликвидации частей клетки, отмерших в результате ее жизнедеятельности. Например, хвост головастика исчезает под влиянием ферментов лизосомы.

Вакуоли — органоиды, присущие клеткам растений, окружены мембраной. Они образуются за счет пористых мембран эндоплазматической сети. В их составе встречаются разнообразные органические соединения и соли. Осмотическое давление, создаваемое вакуолярным соком, обеспечивает поступление в клетку воды, которая обусловливает напряженное состояние клеточной оболочки — **тургор**. Это обеспечивает прочность растений к механическим воздействиям.

Клеточный центр состоит из очень маленьких телец цилиндрической формы, расположенных под прямым углом друг к другу и называемых **центриолями**. Стенка центриоли состоит из девяти пучков, имеющих по три микротрубочки. Центриоли считаются самовоспроизводящимися органоидами цитоплазмы.

Процесс воспроизведения осуществляется путем самосборки белковых субъединиц. Клеточный центр играет важную роль при делении клеток: от центриолей начинается рост веретена деления. У большинства растений и водорослей клеточного центра нет, поэтому веретено деления образуется из специальных ферментных центров.

Цитоскелет. Одна из отличительных особенностей эукариотических клеток — наличие в цитоплазме скелетных образований в виде микротрубочек и пучков белковых волокон. Элементы цитоскелета тесно связаны с ядерной оболочкой и наружной цитоплазматической мембраной, образуют сложные переплетения в цитоплазме. Опорные элементы цитоплазмы опре-

http://eduportal.uz

деляют форму клетки, обеспечивают движение внутриклеточных структур и перемещение всей клетки.

К органоидам, осуществляющим движение клетки, относятся в основном реснички и жгутики. Из простейших животных жгутиковые, а также сперматозоиды многоклеточных животных передвигаются с помощью жгутиков.

Клеточные включения. В цитоплазме откладываются также различные вещества — включения. **Включениями** называются непостоянные структуры цитоплазмы, которые в отличие от органоидов, то возникают, то исчезают в процессе жизнедеятельности клетки. Они подразделяются на трофические (питательные), секреторные, пигментные и остаточные структуры.

1. Какова основная функция митохондрий?
2. Какие существуют виды пластид?
3. Какую функцию выполняет в клетке лизосома?
4. Какое строение имеет вакуоля?

В приведенной ниже таблице представлены данные о строении органоидов. Составьте пары с правильным сочетанием названия органоида и его строения

1	Составляет 30—50 % общего объема клетки	А	Клеточный центр
2	Система плотно расположенных мешочков, состоит из вакуолей и пузырьков	Б	Лизосома
3	Состоит из крупных и мелких плоских телец	В	Комплекс Гольджи
4	В мембране расположены гидролитические ферменты	Г	Митохондрия
5	Состоит из двухслойной мембраны, мембраны внутреннего слоя называются кристами	Д	Пластида
6	Мембрана внутреннего слоя называется стромой	Е	Вакуоля

http://eduportal.uz

7	Стенка состоит из девяти пучков, имеющих по три микротрубочки				Ж	Рибосома	
8	Состоит из органических соединений и солей				З	Эндоплазматическая сеть	
1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-

§ 14. Ядро и его строение

Ядро является важнейшей составной частью клеток грибов, растений и животных. Форма и размер ядра зависят от формы и размера клеток, а также от выполняемой ими функции. Обычно клетки имеют одно ядро. Лишь отдельные клетки — клетки печени, мышц, губчатого костного вещества бывают многоядерными. Ядро выполняет две основные функции: 1) хранение, воспроизведение и передача из поколения в поколение генетической информации; 2) регуляция процессов обмена веществ, протекающих в клетке.

Строение и функции ядра в разные периоды жизни клетки бывают различными. В состоянии интерфазы ядро состоит из ядерной оболочки, ядерного сока, ядрышка и хромосомы.

Ядерная оболочка двуслойная, состоит из наружной и внутренней мембран. Наружная ядерная мембрана покрыта рибосомами. Внутренняя ядерная мембрана гладкая. Выросты наружной ядерной мембраны соединяются с каналами эндоплазматической сети. Обмен веществ между ядром и цитоплазмой осуществляется двумя путями.

Во-первых, ядерная оболочка пронизана многочисленными порами, через которые происходит обмен молекулами между ядром и цитоплазмой. Во-вторых, поступление веществ из ядра в цитоплазму и обратно может происходить в результате отделения выростов и впячиваний ядерной оболочки. Несмотря на активный обмен веществами между ядром и цитоплазмой, ядерная оболочка отграничивает содержимое ядра от цитоплазмы, обес-

http://eduportal.uz

печивая тем самым различия в их химическом составе. Это необходимо для нормального функционирования ядерных структур.

В состав ядра входят ядерный сок (кариоплазма), хроматин и одно или несколько ядрышек. Ядерный сок живой клетки представляет собой гелеобразную массу, заполняющую промежутки между ядерными структурами. В состав ядерного сока входят различные белки, ферменты, свободные нуклеотиды, аминокислоты, а также продукты, выделяемые из ядра в цитоплазму.

Хромосомы (от греч. «chroma» — окраска, цвет, “soma” — тело) — важнейшие структуры ядра, окрашивающиеся некоторыми красителями и отличающиеся по форме от ядрышка. Хроматин содержит ДНК, белки и представляет собой не закрученные в спираль и неуплотненные участки хромосом, которые не густо окрашиваются красителями. Такие участки хромосом именуются **эухроматином.** Густо окрашенные спирализованные участки хромосом носят название **гетерохроматина**. Спиралевидные участки хромосом в генетическом отношении неактивны.

В делящихся клетках все хромосомы сильно спирализуются, укорачиваются и приобретают компактные размеры и форму. Форма хромосом зависит от положения так называемой **первичной перетяжки,** или **центромеры,** к которой во время деления клеток прикрепляются нити веретена деления. В зависимости от того, в какой части хромосомы находится центромера, выделяются три типа хромосом: 1) равноплечие — метацентрические; 2) неравноплечие — субметацентрические; 3) палочковидные — акроцентрические.

Изучение хромосом позволило установить следующее.

1. Во всех соматических клетках любого растительного или животного организма число хромосом одинаково.
2. Половые клетки всегда содержат вдвое меньше хромосом, чем соматические клетки любого организма.
3. У всех организмов, относящихся к одному виду, число хромосом в клетках одинаково. Число хромосом не зависит от уровня организации и не всегда указывает на родство. Одинаковое число хромосом может быть у очень далеких друг

http://eduportal.uz

от друга систематических групп и может сильно различаться у близких по происхождению видов. Например, относящиеся к различным видам и очень далеким друг от друга систематическим группам шимпанзе, таракан и перец имеют одинаковое число хромосом — 48. У человека число хромосом равно 46, а у имеющего более простое строение сазана их 104, у мухи дрозофилы — 8 хромосом.

Такая специфичность хромосомного набора называется правилом постоянства числа хромосом.

Совокупность количественных (число и размеры) и качественных (форма) признаков хромосомного набора соматической клетки называется **кариотипом**.

Хромосомы, одинаковые по размеру и форме и несущие одинаковые гены, называются **гомологичными**. Хромосомный набор соматической клетки, в котором каждая хромосома имеет пару, носит название двойного (или диплоидного) и обозначается *2n*. Из каждой пары гомологичных хромосом в половые клетки попадает только одна, поэтому хромосомный набор гамет называют **одинарным (**или **гаплоидным)**.

После завершения деления клетки хромосомы деспирализуются, то есть раскручиваются, и в ядрах образовавшихся дочерних клеток снова становятся видимыми только тонкая сеточка и зерна хроматина.

Ядрышко представляет собой плотное тельце, погруженное в ядерный сок. Ядрышки имеются только в клетках в состоянии интерфазы, во время митоза они исчезают, а после завершения деления возникают вновь. Ядрышко не является самостоятельной структурой ядра. Оно образуется вокруг участка хромосомы, ответственного за возникновение рибосомальной РНК (р-РНК). В его составе содержатся многочисленные молекулы р-РНК. Кроме того, в ядрышке формируются и рибосомы, которые затем переходят в цитоплазму. Таким образом, *ядрышко— это скопление р-РНК и рибосом на разных стадиях формирования*.

http://eduportal.uz

1. От чего зависят формы и размеры ядра?
2. Какие функции выполняет ядро?
3. Каково число хромосом в соматических и половых клетках?
4. Расскажите о строении и функции ядрышка.

§ 15. Прокариотические и эукариотические клетки

В зависимости от строения клетки клеточные формы жизни разделяются на две большие группы: **прокариоты** и **эукариоты**. К прокариотам относятся все бактерии, и сине-зеленые водоросли (цианобактерии), к эукариотам — грибы, растительный и животный мир.

В строении прокариотических и эукариотических клеток существуют сходства и различия. И у тех, и у других имеются клеточная оболочка, цитоплазма, рибосомы, нуклеиновые кислоты ДНК и РНК. Синтез белка в прокариотических и эукариотических клетках происходит в рибосомах. Передача наследственной информации из поколения в поколение осуществляется с помощью нуклеиновых кислот. Имеются сходства и в размножении клеток путем деления надвое, в питании и дыхании.

Основные различия прокариотических и эукариотических клеток проявляются в следующем: в отличие от клеток прокариотов, эукариотические клетки имеют оформленное ядро, митохондрии, цитопалзматическую сеть и другие органоиды.

В размножении прокариотических и эукариотических клеток также наблюдаются различия. Клетка прокариотических организмов размножается делением надвое, а эукариотическая клетка делится путем митоза.

Сходства и различия наблюдаются и в строении клеток эукариотов: грибов, растений и животных. У грибов клеточная оболочка состоит из хитиноподобного вещества, а у растений — из целлюлозы. В отличие от клеток растений, клетки грибов не имеют пластид. Грибы питаются сапрофитным способом, а растения — автотрофным.

http://eduportal.uz

Между клетками растений и животных также имеются различия. Например, у растений клеточная оболочка состоит из целлюлозы, у животных из гликокаликса. В клетках растений имеются пластиды и вакуоли, а в животных клетках они отсутствуют. При размножении животной клетки посередине плазматической мембраны образуется вогнутость, и клетка делится надвое. Растительная клетка делится надвое благодаря преграде, образующейся посередине клетки.

1. В чем состоят сходство и различия прокариотической и эукариотической клетки?
2. Расскажите о различиях клеток грибов и растений.
3. Расскажите о различиях клеток растений и животных.

§ 16. Эволюция клетки

Мы не располагаем достаточными данными о том, как начиналась жизнь на Земле или когда появилась первая клетка. Однако существуют многочисленные доказательства, позволяющие делать предположения о том, как в результате различных химических и физических процессов на Земле и окружающей ее атмосфере появились простые органические вещества. Взаимодействие этих простых органических веществ приводило к образованию более сложных веществ, из которых впоследствии образовалась структура, называемая нами жизнью. Несомненно, жизнь, а следовательно, и клетка имеют свою историю развития. Согласно палеонтологическим данным, первые прокариотические клетки появились около 3,5 млрд лет назад. Допускается, что имеющие существенно сложное строение эукариотические клетки произошли от прокариотов. Существует целый ряд гипотез, объясняющих данное предположение.

Гипотеза симбиоза. Симбиоз — это сожительство двух или более организмов, относящихся к различным видам, при котором каждый из организмов извлекает от совместного проживания

http://eduportal.uz

пользу для себя. Симбиотические отношения, взаимно полезные друг для друга, присущи и клеткам, и внутриклеточным структурам. Так, зеленая водоросль хлорелла участвует в процессе фотосинтеза в цитоплазме некоторых инфузорий и обеспечивает клетку-«хозяина» питательными веществами. Согласно гипотезе симбиоза, эукариотическая клетка появилась из проживающих в симбиозе клеток различного типа. По этой же гипотезе митохондрии и хлоропласты имеют независимое происхождение и появились как прокариотические клетки. Например, считается, что митохондрии произошли от аэробных прокариотов. Существует предположение, что образование ядра связано с ДНК клетки-«хозяина».

После образования ядра из его мембран возникли эндоплазматическая сеть, комплекс Гольджи, а из них лизосомы и вакуоли. Имеется ряд аргументов, доказывающих эти предположения. Это — наличие ДНК и РНК в митохондриях и хлоропластах, схожесть их деления с делением прокариотической клетки и др.

Гипотеза инвагинации. Согласно этой гипотезе, некоторые органеллы эукариотической клетки образовались в результате инвагинации (впячивания в цитоплазму) наружной клеточной мембраны. Гипотеза инвагинации объясняет происхождение эукариотической клетки из одной, а не из многих клеток. Данная гипотеза легко объясняет возникновение хлоропластов, митохондрий и парных ядерных мембран.

Полигеномная гипотеза. Согласно этой гипотезе, эукариотические клетки образовались из прокариотических клеток за счет разделения их генома на отдельные участки, которые специализировались на выполнении определенных функций. Предположение о полигеномности близко к действительности, что подтверждается сходством пластических процессов в ядре и цитоплазме.

http://eduportal.uz

1. В чем состоит сущность гипотезы симбиоза?
2. Объясните гипотезу инвагинации.
3. Как происходило образование эукариотических клеток согласно полигеномной гипотезе?
4. На основе приведенных данных укажите пары правильных ответов.

1	Гипотеза инвагинации	А	Проникновение жидких веществ через мембрану
2	Гипотеза симбиоза	Б	Проникновение твердых веществ через мембрану
3	Полигеномная гипотеза	В	Участие зеленых пигментов в фотосинтезе
4	Хлоропласт	Г	Пластиды, имеющие различную окраску
5	Хромопласт	Д	Участвуют в образование моносахаридов, дисахаридов
6	Лейкопласт	Е	Выделение веществ наружу через мембрану
7	Фагоцитоз	Ж	Эукариотическая клетка образовалась из разных прокариотов
8	Пиноцитоз	З	Эукариотическая клетка образовалась за счет впячивания клеточной оболочки
9	Экзоцитоз	И	Эукариотическая клетка образовалась за счет отдельных участков генома прокаритической клетки

1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-	9-

§ 17. Лабораторная работа 2

Изучение растительных и животных клеток с помощью микроскопа

Приборы и материалы: микроскоп, предметное и покровное стекла, фильтровальная бумага, эпидермис красного лука, клетки слизистой оболочки полости рта человека, раствор йода, чистая ложка.

http://eduportal.uz

1. Наблюдение за клетками эпидермиса лука. Зарисовка изображения растительной клетки.
2. Наблюдение за клетками слизистой оболочки полости рта:

а) подготовьте чистые предметное и покровное стекла и накапайте на середину предметного стекла две капли раствора йода;

б) откройте рот и несколько раз проведите чистой ложкой по внутренней поверхности щеки, приготовьте препарат из взятого образца и понаблюдайте за ним в микроскоп;

в) обратите внимание на форму клетки, гранулярную цитоплазму и ядро;

г) определите различия между растительной и животной клетками.

§ 18. Лабораторная работа 3

Наблюдение за плазмолизом и деплазмолизом в растительной клетке

Клеточный сок содержит большое количество водорастворимых соединений. Если мы опустим клетку в солевой раствор, вода, содержащаяся в клетке, начнет выходить из нее. При этом клетка начнет терять свою упругость, и клеточная оболочка начнет постепенно морщиться. Это явление называется **плазмолизом**. Если клетку снова поместить в чистую воду, она обретет прежнее состояние, то есть произойдет явление **деплазмолиза**.

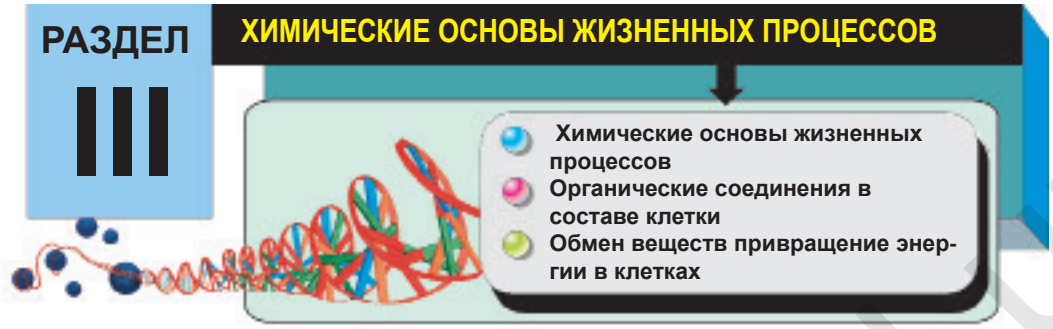
Приборы и материалы: красный лук, 1 мл раствора NaCl, микроскоп, покровное и предметное стекла, пинцет.

С помощью острого ножа вырежьте кусочки эпидермиса элодеи размером 3x4 мм. Отделите их пинцетом и опустите в каплю воды на предметном стекле. Закройте покровным стеклом и понаблюдайте в микроскоп. Нарисуйте изображение клетки.

Накапайте на одну сторону предметного стекла одну каплю раствора поваренной соли, поместите в него эпидермис и накройте покровным стеклом. Осушите воду из-под покровного стекла фильтровальной бумагой. Через 5—7 минут клеточная стенка начнет сужаться и морщиться. Произойдет явление плазмолиза.

Замените раствор поваренной соли на предметном стекле, как указывалось выше, чистой водой. Через 5—7 минут клетка вернется в прежнее состояние. Это связано с явлением деплазмолиза.

http://eduportal.uz



Глава IV ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЖИЗНЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Начало биологической эволюции связано с появлением на Земле клеточных форм жизни. Все клетки независимо от того, составляют ли они отдельный или целостный организм или только одну какую-либо его часть, характеризуются общей для всех клеток совокупностью признаков и свойств. Ученые нашей страны вносят большой вклад в изучение химического состава клетки и протекающих в ней химических процессов. Исследования академиков Я.Туракулова, Б.Ташмухамедова и их учеников в этой области получили признание во всем мире.

§ 19. Химический состав клетки

В состав клетки входит около 70 химических элементов, встречающихся в неживой природе. Их часто называют **биоэлементами**. Это — одно из доказательств общности живой и неживой природы. Однако соотношение химических элементов живой и неживой природы бывает различным. В зависимости от количества входящих в состав живого организма химических элементов их выделяют в несколько групп. Это макроэлементы (S, O, H, N, P, C, K, Na, Ca, Mg, Cl, Fe) и микроэлементы (Zn, Cu, I, F, Co, Mo, Sr, Mn, B). Около 98 % массы клетки образуют четыре элемента: водород, кислород, углерод и азот. Это главные компоненты всех органических соединений. Кроме того, в составе биологических полимеров (от греч. «poly» — много и «meros» — часть) — белков и нуклеиновых кислот — встречаются сера и фосфор. Калий, натрий, кальций, магний, железо и хлор в составе

http://eduportal.uz

клетки составляют 1,9 %. Каждый из них выполняет в клетке важную функцию. Например, Na, K и Cl обеспечивают прохождение через мембраны клетки различных веществ. Проведение импульса по нервным волокнам также осуществляется с помощью этих элементов. Ca и P участвуют в образовании костных тканей, обеспечивая их прочность. Кроме того, Ca — один из факторов, обеспечивающих нормальную свертываемость крови. Элемент Fe входит в состав белка эритроцитов — гемоглобина, который участвует в переносе кислорода от легких к тканям. И, наконец, Mg входит в состав **хлорофилла** — пигмента, участвующего в фотосинтезе растительных клеток, а у животных — в состав биологического катализатора, обеспечивающего ускорение биохимических реакций. Все остальные элементы (цинк, медь, йод, фтор, кобальт, марганец, молибден, бор и др.) встречаются в клетке в очень незначительных количествах, составляя лишь около 0,02 % массы клетки. Поэтому их называют **микроэлементами.** Они входят в состав веществ с высокой биологической активностью — гормонов, ферментов и витаминов. Например, йод содержится в составе тироксина — гормона, вырабатываемого щитовидной железой. Недостаток йода приводит к уменьшению выработки тироксина, вследствие чего возникает гипофункция железы и развивается заболевание — зоб. Цинк входит в состав целого ряда ферментов, повышает активность половых гормонов. Кобальт — необходимый составной элемент витамина B_{12}, который имеет важное значение в кровообразовании.

1. Что относится к макроэлементам?
2. В каких процессах, протекающих в клетке, участвуют макроэлементы?
3. В состав чего входят йод, цинк и кобальт и каково их значение?
4. На основе приведенных данных укажите правильные сочетания химических элементов и их свойств.

http://eduportal.uz

1	C, H, O, N		А	Участвует в кровообразовании			
2	Na, K, Cl		Б	Участвует в образовании тироксина			
3	Ca, P		В	Повышает активность половых гормонов			
4	Fe		Г	Участвует в фотосинтезе			
5	Mg		Д	Участвует в транспорте кислорода			
6	Zn		Е	Участвует в образовании костных тканей			
7	I		Ж	Обеспечивает проникновение веществ через мембрану			
8	Co		З	Входит в состав всех органических соединений			
1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-

§ 20. Вода и неорганические вещества, входящие в состав клетки

Вода — самое распространенное в природе и живых организмах неорганическое вещество. Чем больше воды в клетках, тем активнее ее жизнедеятельность. Содержание воды в различных клетках колеблется в широких пределах. Например, в клетках эмали зубов воды около 10 %, в растительных клетках — более 90 %. В быстрорастущих клетках человека и животных содержится почти 95 % воды. Среднее содержание воды в многоклеточных организмах составляет 80 %.

Роль воды в клетках очень велика. Физические свойства клетки — объем, упругость — зависят от воды. Для живых организмов вода является не только необходимой составной частью их клеток, но и средой обитания. Функции воды во многом определяются ее химическими и физическими свойствами. Эти свойства зависят от размера молекул воды, их поляризации и способности образовывать между собой водородные связи.

http://eduportal.uz

Под **поляризацией** понимается неравномерное распределение зарядов в молекуле.

Если один конец молекулы воды имеет слабый положительный заряд, то другой — отрицательный. Такая молекула называется **диполем**. В результате притяжения к электроотрицательным атомам кислорода электронов атома водорода имеет место электростатическое взаимодействие, и молекулы воды как бы «примыкают» друг к другу (рис. 20). Такое взаимодействие обычно намного слабее, чем ионные связи, и называется **водородными связями.** Вода является хорошим растворителем для поляризованных веществ. В качестве растворителя она обеспечивает расщепление веществ клетки.

Вода имеет важное значение и как чисто химическое соединение. Под воздействием некоторых катализаторов она вступает в реакцию гидролиза, при которой к свободным валентностям различных молекул присоединяются группы OH^- и H^+ воды. В результате образуется новое вещество с новыми свойствами.

Минеральные соли. Большая часть неорганических веществ клетки встречается в виде солей — либо в состоянии ионов, либо в виде твердых нерастворимых солей. Среди ионов большое значение имеют соли K^+, Na^+, Ca^{2+}, обеспечивающие такое важное для живых организмов свойство, как раздражимость. От концентрации солей внутри клетки зависят буферные свойства клетки.

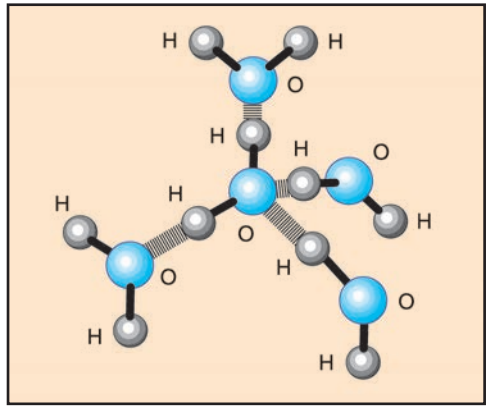


Рис. 20.

Схема образования химических связей между диполями воды

http://eduportal.uz

Буферностью называют способность клетки поддерживать слабощелочную реакцию своего содержимого на стабильном уровне. Внутри клетки буферность обеспечивается главным образом анионами $H_2PO_4^-$ и HPO_4^{2-}. Во внеклеточной жидкости и крови роль буфера играют H_2CO_3 и HCO_3^-.

Анионы слабых кислот и слабых щелочей связывают ионы водорода (H^+) и гидроксил-ионы (OH^-), благодаря чему буферность внутриклеточной среды, то есть pH, практически не изменяется. Основная часть Ca и P входит в состав костных тканей в виде сложного фосфорнокислого кальция и карбоната кальция.

1. От каких свойств воды зависит ее биологическое значение?
2. Каково значение воды в качестве растворителя?
3. Какие минеральные соли более всего встречаются в составе живых организмов?

Укажите, какие функции выполняют приведенные в таблице вещества.

1	H_2O		А	Участвует в кровообразовании			
2	K^+, Na^+, Ca^{2+}		Б	Обеспечивает буферность внутри клетки			
3	H_2PO_4, PO_4^{2+}		В	Образует костную ткань			
4	Ca, P		Г	Обеспечивает раздражимость			
5	OH^-, H^+		Д	Обеспечивает буферность вне клетки			
6	H_2CO_3, HCO_3^-		Е	Участвует в фотосинтезе			
7	Co		Ж	Присоединяется к свободным валентностям различных молекул			
8	Mg		З	Растворяет вещества			
1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-	8-

http://eduportal.uz

§ 21. Биомолекулы

Органические соединения составляют в среднем 20—30% массы клетки живого организма. Они представляют собой различные вещества с большой и малой молекулярной массой и называются **биомолекулами.** Простые органические соединения с малой молекулой называются **мономерами.** Большое число мономеров, соединенных друг с другом, образует очень большие молекулы, которые называются **макромолекулами**, или **полимерами**. В составе всех живых организмов встречаются в основном четыре вида органических макромолекулярных соединений: углеводы, белки, нуклеиновые кислоты и липиды. Белки, нуклеиновые кислоты и углеводы называются **биополимерами**, так как они состоят из мономеров схожего строения, то есть аминокислот, нуклеотидов и моносахаридов. Исключение составляют липиды.

Каждый живой организм обладает способностью образовывать на основе мономеров только ему присущие биополимеры. Биополимеры выполняют в живых организмах различные функции. Их можно разделить на три группы. Первую группу представляют **структурообразующие** биополимеры, которые состоят из полисахаридов и некоторых белков. Вторая группа — это биополимеры, выполняющие биологические функции, например, каталитическую или **транспортную.** В нее входят в основном белки. Третья группа — **информационные** полимеры, хранящие информацию, в нее входят нуклеиновые кислоты.

Важнейшие из них — белки и нуклеиновые кислоты. Углеводы и липиды представляют собой биомолекулы, обеспечивающие энергией клетку. Остановимся отдельно на строении и выполняемых функциях биомолекул. Они играют решающую роль во всех процессах жизнедеятельности.

Вместе с тем в клетках встречается ряд органических соединений с малыми молекулами — гормоны, пигменты, сахар, аминокислоты, нуклеотиды и др. В различных типах клеток содержится неодинаковое количество органических соединений. Например,

http://eduportal.uz

в растительных клетках много углеводов, напротив, в животных клетках много белка. Независимо от типа клетки содержащиеся в ней органические вещества выполняют схожие функции.

1. Какие вещества называются биомолекулами?
2. Какие соединения входят в биополимеры?
3. Какие малые органические соединения встречаются в клетках?

1. Укажите группы биополимеров в живых организмах.
2. Укажите органические соединения, присущие растительным и животным организмам.

§ 22. Углеводы

Углеводы — широко распространенные в природе органические соединения с общей формулой $C_n(H_2O)_m$. Появление термина «углевод» связано с тем, что у большинства этих соединений водород и кислород находятся, как правило, в тех же соотношениях, что и в молекуле воды.

Углеводы имеют важное значение в жизни живых организмов, участвуя в образовании белков, нуклеиновых кислот и жиров. Многие углеводы накапливаются в растениях в качестве запасных веществ. Так, волокно хлопчатника и кора растения кенафа состоят из полисахарида, называемого **целлюлозой**. Крахмал же накапливается в качестве запасного вещества в корнеплодах и клубнях растений, а также в семенах зерновых культур. В животных клетках количество углеводов невелико и составляет 1—2, иногда 5 % (в клетках печени и мышц). Наиболее богаты углеводами растительные клетки, где их содержание в некоторых случаях достигает 95% сухой массы (в хлопковом волокне).

Углеводы делятся на два вида: простые и сложные. Простые углеводы — **моносахариды**. Сложные углеводы — **полисахариды**.

Моносахариды. Названия моносахаридов оканчиваются на “оза”. Корнем слова служат число атомов углерода (С) и какое-ли-

http://eduportal.uz

бо свойство моносахарида. Таким образом, если в составе молекулы моносахарида три атома углерода, то он носит название триоза, если четыре атома — тетроза, если пять атомов — пентоза, если шесть атомов — гектоза и т.д. Самые распространенные моносахариды — глюкоза (виноградный сахар) и фруктоза (фруктовый сахар). Содержание глюкозы в крови составляет 0,1 – 0,12 %. Она входит в состав многих дисахаридов и полисахаридов. Примером пентоз могут служить рибоза и дезоксирибоза.

Полисахариды. Соединения, в молекуле которых объединяются два моносахарида, называются дисахаридами. Примером дисахаридов являются сахароза (сахар сахарной свеклы), мальтоза (сахар зерна), лактоза (молочный сахар). Один из дисахаридов — сахар, т.е. сахароза. Сахароза состоит из одной молекулы глюкозы и одной молекулы фруктозы, лактоза состоит из одной молекулы глюкозы и одной молекулы галактозы.

Самыми распространенными среди полисахаридов являются крахмал (в растениях), гликоген (у животных) и целлюлоза. Хлопковое волокно практически состоит из чистой целлюлозы. Мономером этих моносахаридов является глюкоза.

Значение углеводов. В живых организмах полисахариды выполняют две основные функции: строительную и энергетическую. Например, целлюлоза участвует в образовании стенок растительных клеток. Имеющее сложное строение хитиновое вещество входит в состав наружного скелета членистоногих. Хитин встречается также в клетках грибов.

Углеводы являются основным источником энергии в клетке. В процессе окисления 1 г углеводов освобождается 17,6 кДж энергии. Крахмал у растений и гликоген у животных, накапливаясь в клетках, служат энергетическим резервом.

1. Откуда происходит название “углевод”?
2. Какие углеводы содержатся в клетке?
3. На какие виды делятся углеводы?
4. Какую функцию выполняют углеводы в организме?

http://eduportal.uz

1. Объясните строение и свойства моносахаридов.
2. Из чего получают сахарозу?
3. Решите следующий пример.

Если ученик 9 класса потребляет в сутки 450 г углеводов, сколько килоджулей и килокалорий энергии выделяется при расщеплении этого количества углеводов?

§ 23. Липиды

Органические соединения, не растворимые в воде, называются **липидами,** или жирами. Они отличаются большим разнообразием. Среди них более распространены простые липиды — нейтральные жиры. Нейтральные липиды животных клеток называются **жирами**, а липиды растительных клеток — **маслами**. При обычных температурах масла находятся в жидком состоянии.

Основная функция жиров в клетке проявляется в том, что, накапливаясь в клетках, они служат запасным источником энергии. Калорийность жиров в 1,5—2,0 раза выше, чем у углеводов. В результате полного расщепления 1 г жира освобождается 38,9 кДж энергии. Содержание жира в клетке колеблется от 5 до 15 %, в клетках жировой ткани его количество достигает 90 %. В организме животных, впадающих в зимнюю спячку, накапливается излишнее количество жира. Откладываясь в подкожной жировой ткани позвоночных животных, жир выполняет функцию теплоизолятора. Одним из веществ, выделяющихся при расщеплении жиров, является вода. При окислении 1 кг жира образуется 1,1 л воды. Эта метаболическая вода крайне важна для пустынных животных. Жир, накапливаемый в горбе верблюдов, служит (как ошибочно принято считать) не источником энергии, а источником воды. В больших количествах липиды накапливаются и в семенах растений. В качестве примера масличных культур можно привести растения подсолнечника, льна, хлопчатника, сои, сафлора и др. Еще одним представителем простых липидов является воск. Это вещество выполняет у растений и животных водоотталкивающую функцию.

http://eduportal.uz

Из воска пчелы строят свои соты. В химический состав простых липидов входят глицерин и жирные кислоты.

Сложные липиды также играют большую роль в клетках живых организмов. В состав сложных липидов, кроме глицерина и жирных кислот, входят дополнительные соединения. Одними из них являются фосфолипиды, входящие в состав клеточных мембран. Фосфолипиды имеют важное значение при образовании мембран. Соединяясь с белками, липиды образуют **липопротеины**, которые выполняют транспортную и строительную функции.

К сложным липидам относятся и **гликолипиды**, встречающиеся в составе клеточных мембран. Липидами является еще одна группа веществ — **стероиды**. Они широко распространены в растительных и животных организмах, к числу их принадлежат органические кислоты и их соли, стероиды, половые гормоны, витамины, холестерол и др. Эти липиды участвуют в целом ряде важнейших физиологических и биохимических процессов.

1. Какие соединения называются липидами?
2. Какие функции выполняют жиры в клетке?
3. На какие виды разделяются липиды?
4. Приведите примеры простых и сложных липидов.

1. Из каких веществ состоят липиды по химической структуре?
2. Сравните свойства простых и сложных липидов.

Суточная норма потребления жиров в рационе питания человека составляет 80–110 г. Если 16-летний ученик потребляет в сутки вместе с пищей 95 г жира, сколько килокалорий и килоджоулей энергии выделяется в результате полного расщепления этого количества жира?

§ 24. Белки и аминокислоты

Среди органических веществ клетки белки занимают первое место как по количеству, так и по значению. Белки — это высо-

http://eduportal.uz

комолекулярные коллоидные соединения, состоящие из аминокислот. При гидролизе они расщепляются на аминокислоты. Элементный состав белков представлен углеродом (50–54 %), водородом (6,5–7,3 %), кислородом (21–23 %), азотом (16 %) и серой (0,5 %). Иногда в них встречается и фосфор.

Белки отличаются от других органических соединений в клетке высокой молекулярной массой и содержанием в составе атомов азота.

Строение белков. Белки — самые сложные среди органических соединений. Они относятсяк к группе полимеров. Молекула полимера представляет собой цепь, состоящую из ряда повторяющихся относительно простых мономеров. Если обозначить мономер буквой А, структуру полимера можно изобразить следующим образом: А–А—А–А...–А.

Помимо белков, в природе встречается много других полимеров, например, целлюлоза, крахмал, каучук. Они состоят из одинаковых мономеров, а нуклеиновые кислоты — из четырех видов мономеров. Мономером белка являются аминокислоты. В составе природных белков встречается 20 аминокислот, различающихся между собой. Соединяясь друг с другом с помощью пептидных связей, аминокислоты образуют полипептидные цепи.

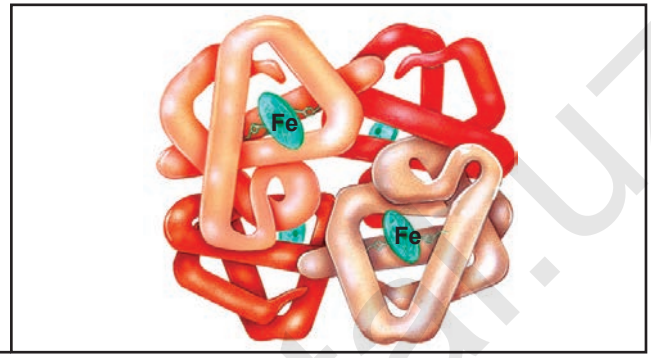
Аминокислоты в составе белков		
некольцевые (ациклические)		кольцевые (циклические)
1. Глицин.	8. Лейцин.	15. Фенилаланин.
2. Аланин.	9. Изолейцин.	16. Тирозин.
3. Серин.	10. Треонин	17. Триптофан.
4. Цистеин.	11. Лизин.	18. Гистидин.
5. Цистин.	12. Аргинин.	19. Пролин.
6. Метионин.	13. Аспарагиновая кислота	20. Оксипролин.
7. Валин.	14. Глутаминовая кислота.	

Белки, встречающиеся в составе живых организмов, весьма

http://eduportal.uz

Рис. 21.

Схема расположения полипептидной цепи молекулы белка гемоглобина



многочисленны и разнообразны. Для каждого из них характерна строго определенная последовательность аминокислот. Молекулы белка имеют нитевидную или овальную форму (рис.21).

Аминокислоты — низкомолекулярные органические соединения, являющиеся производными угольной кислоты. Аминокислота образуется в результате замещения одного или нескольких атомов водорода аминогруппой NH_2 в молекуле органической кислоты. Нередко аминогруппа NH_2 замещает атом водорода карбоксильной группы COOH. Схема строения аминокислот в основном одинаковая:

1) на одном конце молекулы аминокислоты находятся карбоксильные группы (COOH); 2) рядом с ними располагается аминогруппа (NH_2). Амино-карбоксильные группы всех аминокислот одинаковые и различаются лишь строением радикалов. Общую формулу аминокислот можно записать в виде:

$$\begin{array}{c} R \\ | \\ H-C-NH_2; \\ | \\ COOH \end{array}$$

3) третья составная часть молекулы — **радикал**, обозначаемый буквой *R*.

При образовании молекулы белка аминокислоты соединяются между собой с помощью пептидной связи. Из карбоксильной

http://eduportal.uz

группы одной аминокислоты и аминогруппы другой выделяется молекула воды, и за счет свободных валентностей аминокислотные остатки соединяются друг с другом. Между аминокислотами возникает пептидная связь, образовавшееся аминокислотное соединение называется **пептидом**. Пептид, образованный двумя аминокислотами, называется **дипептидом**, тремя аминокислотами — **трипептидом**, многими аминокислотами (до 50) — **полипептидом.** Полипептиды, содержащие более 50 аминокислот, условно называются **белками**.

Общие свойства аминокислот зависят от состава амино- и карбоксильных групп, а также от их расположения в молекуле. Растения и большинство микроорганизмов могут синтезировать аминокислоты из простых соединений (CO_2, воды, аммиака). Десять из существующих в составе белка аминокислот считаются незаменимыми, остальные десять — заменимыми.

В организм человека аминокислоты поступают только с пищей. Недостаток аминокислот является причиной возникновения различных заболеваний у человека, снижения продуктивности, роста и развития, нарушения биосинтеза белка у животных.

В настоящее время многие незаменимые аминокислоты получают с помощью генной инженерии и биотехнологических методов.

1. Расскажите об элементном составе белка.
2. Из каких групп образованы аминокислоты?
3. За счет какой связи соединяются между собой аминокислоты?
4. Каковы свойства аминокислот?

1. Сколько пептидных связей насчитывается в молекуле белка, если в состав его молекулы входят 250 аминокислот?
2. Из приведенных в таблице данных укажите пары подходящих ответов.

http://eduportal.uz

1	Количество азота в составе аминокислоты	А	90 %
2	Количество биомолекул в составе клетки	Б	5—15 %
3	Количество углеводов в животной клетке	В	95 %
4	Количество углеводов в растительной клетке	Г	1—2 % или 5 %
5	Количество жира в клетке	Д	20—30 %
6	Количество жира в клетках жировой ткани	Е	16 %

1-	2-	3-	4-	5-	6-

§ 25. Состав и структура белка

В составе живых организмов содержится множество разнообразных белков, причем каждому виду свойственны только определенные белки. Различаются между собой и белки, выполняющие одинаковые функции у различных видов животных. Так, в эритроцитах крови всех позвоночных животных — рыб, земноводных, птиц, млекопитающих — содержится белок гемоглобин, выполняющий у всех животных одну функцию, т.е. транспорт кислорода. Однако гемоглобин животных одного вида отличается от гемоглобина других видов специфическим строением и свойствами. При объяснении разнообразия белков необходимо учитывать то, что все они различаются по аминокислотному составу, числу аминокислотных цепей, последовательности расположения аминокислот в полипептидной цепи.

Учитывая то, что длина одной аминокислоты равна 0,35–0,37 нм, можно предположить, что длина макромолекулы белка, состоящей из нескольких сотен аминокислотных остатков, составит несколько десятков нанометров. Однако размеры молекул белка намного меньше. Некоторые из них имеют вид шариков диаметром 5–7 нм. Полипептидная цепь белка скручена на ос-

http://eduportal.uz

нове определенной закономерности и собрана в определенном виде. При изучении строения молекулы белка необходимо отметить, что она имеет первичную, вторичную и третичную структуру. Первая самая простая представляет собой полипептидную цепь, в которой аминокислоты соединяются друг с другом с помощью пептидной связи. Эта структура называется **первичной структурой** белка. Полипептидная цепь в большинстве случаев полностью и иногда частично скручивается в спираль. Это — **вторичная структура** белка. При этом аминокислотные радикалы остаются снаружи спирали. Расположение витков спирали плотное. Между NH-группами, находящимися на одном витке спирали, и CO-группой соседнего витка возникают водородные связи. Водородные связи намного слабее ковалентных связей, но они обладают прочностью за счет многократной повторяемости. Примером вторичной структуры белка могут служить кератин и коллаген. Полипептидная спираль продолжает скручиваться. При этом скручивание у каждого белка идет определенным образом, свойственным только этому белку. В результате возникает форма, называемая **третичной структурой**.

Гидрофобные связи, образующиеся между аминокислотными радикалами, способствуют ее сохранению. Примером третичной структуры белка может быть мышечный белок—миоглобин. Важную роль в образовании вторичной и третичной структур белка играют водородная, ионная, дисульфидная, гидрофобная связи.

Четвертичная структура наблюдается у сложных белков, молекула которых состоит из нескольких полипептидных цепей, соединяющихся с помощью гидрофобной, ионной и водородной связи. В зависимости от условий среды эти части могут соединяться (ассоциация) или разъединяться (диссоциация) друг с другом.

1. Чем отличаются белки от других полимеров (крахмала)?
2. Каковы средние размеры аминокислот?
3. Какие структуры выделяются в строении белка?
4. Какие связи имеют важное значение при образовании вторичной и третичной структур белка?

http://eduportal.uz

Укажите, к каким группам относятся приведенные ниже аминокислоты.

1	Глицин, аланин	А	Дикарбоновые кислоты
2	Аспартат, аспарагин	Б	Иминокислоты
3	Лизин, аргинин	В	Моноаминокарбоновые кислоты
4	Фенилаланин, тирозин	Г	Ароматические аминокислоты
5	Гистидин, триптофан	Д	Гетероциклические аминокислоты
6	Пролин, оксипролин	Е	Диамоникислоты

1-	2-	3-	4-	5-	6-

§ 26. Свойства белков. Простые и сложные белки

Белки, выделенные из клеток живых организмов, обладают различными физическими и химическими свойствами. Эти свойства зависят от аминокислотного состава белков. Одним из важных свойств белков является высокая молекулярная масса, обусловленная в основном большим числом аминокислот в их составе. Средняя молекулярная масса аминокислот составляет примерно 138. Поскольку при соединении аминокислот посредством образования пептидной связи выделяется одна молекула воды, их молекулярную массу можно считать равной 120. Молекулярная масса белка, состоящего в среднем из 300 аминокислот, равна 300x120=36 000.

Примером разнообразия свойств белков могут служить совершенно не растворимые в воде и хорошо растворимые в воде белки. Одни белки устойчивы к любым воздействиям, а другие изменяются под влиянием незначительных факторов, например, слабого освещения или небольшого механического воздействия. Однако во всех случаях свойства и структура белков соответствуют выполняемым ими функциям.

http://eduportal.uz

Белки, встречающиеся в составе живых организмов, бывают двух видов: нитевидной и шаровидной (яйцевидной) формы. Шерсть животных, волосы человека, нити коконов шелкопряда, мышцы состоят из нитевидных белков. Белки мышц способны сокращаться и растягиваться и обеспечивают движение. Примером белков шаровидной формы могут служить растворимые белки клетки. К ним относятся в основном белки, выполняющие каталитическую функцию, и гемоглобин крови.

Высокоактивные белки, легко изменяющие свою структуру, принимают сигналы, поступающие из внешней среды, и передают их в клетку.

Молекула белка расщепляется в воде на мелкие частицы и образует коллоидный раствор. Его природные свойства изменяются под влиянием растворов солей. Это явление называется **денатурацией**. При этом изменяются форма, биологические свойства и функции молекулы белка, теряется свойство растворимости. Денатурация наблюдается под влиянием высокой температуры, облучения, тяжелых металлов, ряда органических веществ, сильных минеральных кислот. Например, при кипячении яйца его жидкое содержимое становится твердым. При устранении воздействующей среды и создании благоприятных условий белок, подвергшийся денатурации, может восстановить природное состояние. Это явление называется **ренатурацией** (возвращение к нативному состоянию). Однако яйцо, подвергшееся денатурации, не способно к ренатурации.

Простые и сложные белки. Все белки подразделяются на две большие группы: простые и сложные. Простые белки построены только из аминокислот, в состав сложных белков кроме аминокислот входят атомы металлов или других сложных веществ небелковой природы.

Простые белки отличаются друг от друга растворимостью в воде и других растворителях. Белки, способные растворяться в чистой дистиллированной воде, называются **альбуминами**. Примером альбуминов являются яичный белок, а также белки пшеницы и гороха. Белки, способные растворяться в слабом растворе

http://eduportal.uz

поваренной соли, называются **глобулинами**. Представителями глобулинов можно назвать белки крови и многие растительные белки. В клетках живых организмов содержатся также белки, растворимые в спиртах и слабых щелочных растворах.

Сложные белки. В зависимости от характера соединений небелковой природы, входящих в состав белков, они делятся на нуклеопротеины, хромопротеины, липопротеины и др.

Хромопротеины — окрашенные белки — широко распространены в живых организмах. Так, гемоглобин крови относится к хромопротеинам и содержит атомы железа. Нуклеопротеины — сложные соединения, образовавшиеся в результате соединения белка и нуклеиновых кислот. Они встречаются во всех живых организмах и являются неотъемлемой частью ядра и цитоплазмы.

1. От чего зависят свойства белков?
2. Какую форму имеют белки?
3. Что называется денатурацией белка?

1. Из каких веществ состоят хромопротеины, липопротеины и гликопротеины?
2. Допустим, что в состав фермента рибонуклеазы входят 124 аминокислоты. Вычислите молекулярную массу этого фермента и число пептидных цепей.

§ 27. Функции белков

Функции белков в клетке весьма разнообразны.

Строительная функция. Белки участвуют в образовании всех клеточных мембран и органоидов, а также безмембранных органоидов. Белок — неотъемлемая часть мембраны.

Важной особенностью белков является их **каталитическая функция**. Все биологические катализаторы — ферменты — имеют белковую природу и синтезируются в самой клетке. Они обеспечивают процессы обмена веществ в клетке, ускоряют хи-

http://eduportal.uz

мические реакции в десятки и даже в сотни тысяч раз. Каждый фермент обладает способностью избирательного действия на отдельное соединение.

Сигнальная функция. На поверхности клеточной мембраны располагаются молекулы белка (радопсина), способные изменять третичную структуру под влиянием факторов внешней среды. Прием сигналов из внешней среды и передача информации в клетку осуществляются посредством изменения структуры белка.

Двигательная функция. Все виды движения в клетках высших и простейших животных обеспечиваются сократительными белками.

Транспортная функция — это свойство белков связываться с химическими элементами или биологически активными веществами и доставлять их в ткани и органы. Например, белок гемоглобина выполняет перенос кислорода к различным тканям и органам тела, а образовавшийся в результате деятельности органов углекислый газ переносит к легким.

Защитная функция. В случае попадания в организм чужеродных веществ или микроорганизмов в белых кровяных тельцах — лейкоцитах — образуются особые белки — антитела и антитоксины, которые связываются с чужеродными веществами и обезвреживают их. Под влиянием антител и антитоксинов в организме вырабатывается иммунитет.

Сберегательная функция. Некоторые белки накапливаются в молоке, яйцах, зернах растений в качестве запасных питательных веществ для эмбрионов, почек и др.

Энергетическая функция. Белки являются также важным источником энергии. При полном расщеплении 1 г белка под воздействием кислорода выделяется 17,6 кДж энергии.

Белки выполняют также **гормональную функцию.** Например, гормон инсулин имеет белковую природу и контролирует уровень глюкозы в крови. Таким образом, все функции, присущие всем живым организмам, выполняются белками.

http://eduportal.uz

1. Какие функции выполняют белки в клетке?
2. В чем заключается каталитическая функция белков?
3. Расскажите о транспортной функции белков.
4. В составе суточной нормы пищи 15–16-летнего ученика содержится 100 г белка, 95 г жира, 400 г углеводов. Определите, сколько килокалорий и килоджоулей энергии выделится из биомолекул (а) и биополимеров (б) в результате расщепления данного количество белка, жира и углеводов.

§ 28. Нуклеиновые кислоты

Термин "нуклеиновые кислоты" происходит от латинского “nukleus” — ядро. Впервые нуклеиновые кислоты были выделены из ядер лейкоцитов в 1869 году швейцарским врачом Ф.Мишером. Существует два типа нуклеиновых кислот: ДНК — дезоксирибонуклеиновая кислота и РНК — рибонуклеиновая кислота.

ДНК встречается в основном в клеточном ядре, а также в составе митохондрий и пластид. РНК встречается в клеточном ядре, в составе цитоплазмы, митохондрий, пластид и рибосом.

Биологическое значение нуклеиновых кислот в клетке живых организмов, в том числе в вирусах очень велико. Они обеспечивают возможность хранения, переноса и передачи наследственной информации из поколения в поколение, а также участвуют в осуществлении биосинтеза белков. Благодаря содержащейся в ДНК наследственной информации поколения имеют схожие с родителями признаки и свойства.

ДНК — система, обеспечивающая хранение наследственной информации в клетках всех живых организмов. Среди органических соединений ДНК выделяется своеобразной структурой. Молекула ДНК состоит из двух цепочек, закрученных друг с другом в виде спирали (рис. 22).

Расстояние между парой спиралей составляет около 2 нм,

http://eduportal.uz

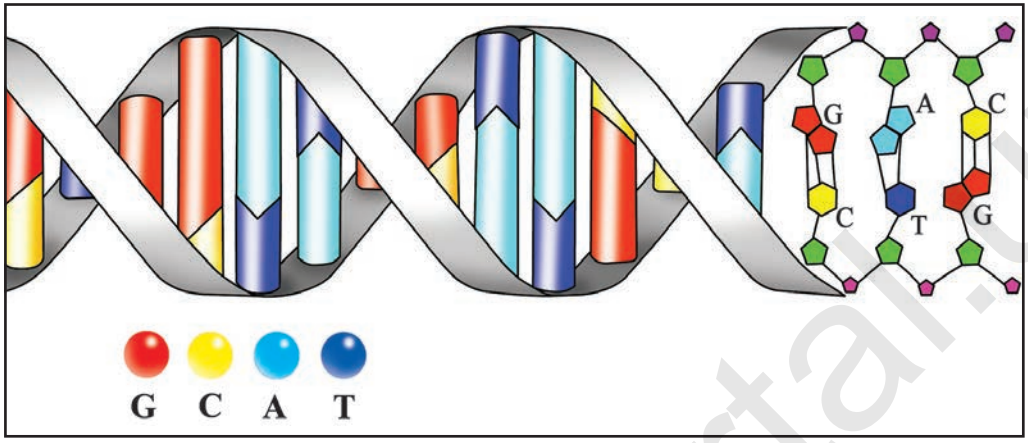


Рис. 22. ***Структура молекулы ДНК:***
G — гуанин; C — цитозин; A — аденин; T — тимин

а длина их может достигать нескольких десятков, а иногда нескольких сотен нанометров. Расстояние между соседними нуклеотидами в спирали ДНК составляет 0,34 нм.

Каждая молекула ДНК является полимером, а ее мономеры — нуклеотиды. Нуклеотиды имеют сложное строение и содержат в своем составе три вещества: азотистые основания (аденин, гуанин, тимин и цитозин), углевод (дезоксирибоза) и остаток фосфорной кислоты. Молекула ДНК образована в результате соединения четырех видов нуклеотидов. Они отличаются друг от друга только по азотистым основаниям. Название нуклеотидов происходит от названия содержащегося в их составе азотистого основания. В соответствии с этим адениновое азотистое основание называется аденин (А) нуклеотидом, гуаниновое азотистое основание – гуанин (Г) нуклеотидом, тиминовое азотистое основание — тимин (Т) нуклеотидом, цитозиновое азотистое основание — цитозин (Ц) нуклеотидом. По величине нуклеотид А равен Г, а Т равен Ц.

Молекулярная масса каждого нуклеотида равна 345.

ДНК — соединение из двух спиралей. Рассмотрим, как располагаются по отношению друг к другу нити ДНК и какие силы их связывают при образовании двойной спирали. При форми-

http://eduportal.uz

ровании двойной спирали ДНК важное значение имеет комплементарность нуклеотидов (от лат. “komplement” — взаимодополняемость). Аденину А всегда комплементарен тимин Т, гуанину Г всегда комплементарен цитозин Ц. Если на одной нити ДНК находится аденин (А), то на второй нити всегда находится тимин (Т), соответственно против гуанина (Г) всегда располагается цитозин (Ц). При таком расположении нуклеотидов обеспечивается одинаковое расстояние между спиралями по всей молекуле ДНК. Между противоположно расположенными нуклеотидами образуются водородные связи. Между аденином и тимином существуют две водородные связи, а между гуанином и цитозином — их три. Образование двойной спирали ДНК обусловлено комплементарностью нуклеотидов друг другу (см. рис. 22). Строение ДНК было открыто американским биологом Дж.Уотсоном и английским физиком Ф.Криком в 1953 году.

РНК. Молекула РНК, как и молекула ДНК, является полинуклеотидной цепью. Но в отличие от ДНК, имеет одну нить. Структуры РНК сходны со структурой ДНК. Молекула РНК, как и молекула ДНК, образована последовательным чередованием четырех нуклеотидов, но по составу нуклеотидов немного отличается от нее: вместо углевода дезоксирибозы — рибоза (отсюда и происходит название рибонуклеиновая кислота), вместо тиминового азотистого основания — близкое по строению урациловое (У).

В клетке имеется три вида РНК, все они участвуют в синтезе белка: 1) транспортные (т-РНК), которые связываются с аминокислотами и доставляют их к месту синтеза белка; 2) информационные РНК (и-РНК), передающие информацию о первичной структуре белка в составе ДНК в место синтеза белка – рибосому; 3) рибосомные РНК (р-РНК), содержащиеся в составе рибосомы и участвующие в сборке молекулы белка.

АТФ. В составе каждой клетки организма содержится аденозинтрифосфат (АТФ). По химическому строению АТФ относится к ряду нуклеотидов. Как и в каждом нуклеотиде, в молекуле АТФ содержатся азотистое основание (аденин),

http://eduportal.uz

углевод (рибоза) и три остатка фосфорной кислоты. Аденин, рибоза и первый фосфат образуют аденозинмонофосфат (АМФ). Если к первому фосфату присоединяется второй, получается аденозиндифосфат (АДФ). Молекула с тремя остатками фосфорной кислоты (АТФ) наиболее энергоемка. Отщепление одного фосфата АТФ сопровождается выделением 40 кДж энергии. Благодаря богатым энергией связям в молекулах АТФ клетка может накапливать большое количество энергии в очень небольшом пространстве и расходовать ее по надобности. Синтез АТФ осуществляется в специальных органоидах клетки — митохондриях.

АТФ играет основную роль в энергетическом обмене в клетке, так как все процессы, протекающие в организме, осуществляются за счет энергии, выделяющейся в результате расщепления АТФ.

1. Какой ученый первым открыл нуклеиновые кислоты?
2. Какие виды нуклеиновых кислот вы знаете?
3. Расскажите о сходстве и различиях ДНК и-РНК.

1. Если последовательность нуклеотидов в правой цепи ДНК имеет вид ЦТАТАГТАА, определите последовательность аминокислот во фрагменте белка, образовавшемся на основе транскрипции левой цепи.

2. Последовательность нуклеотидов в одной цепи фрагмента ДНК имеет вид: ГГТАЦГАТГТЦААГА. Найдите первичную структуру закодированного белка в этой цепи.

http://eduportal.uz

§ 29. Лабораторная работа 4

Влияние амилазы на крахмал

Инструменты и материалы: пробирка, вода, йод, проростки зерна.

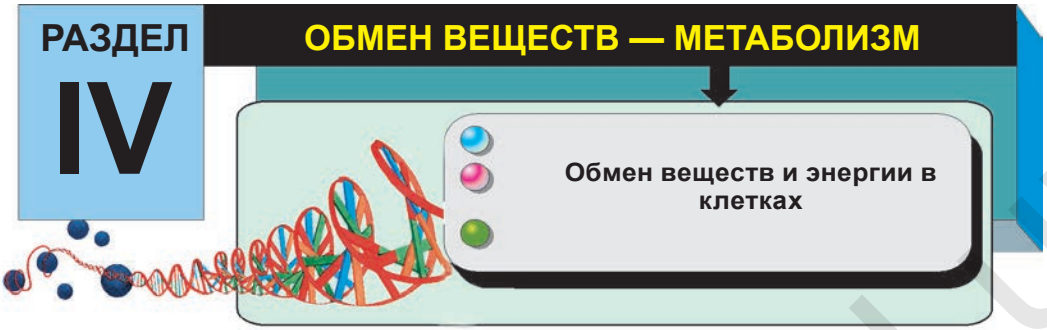
Фермент амилаза расщепляет крахмал до сахара. Этот фермент содержится в больших количествах в прорастающих семенах пшеницы и слюне человека. Поэтому ферментный препарат можно приготовить из зеленой массы прорастающих семян или из слюны. Для этого нужно тщательно прополаскать рот водой, затем подержать глоток воды в течение 2–3 мин во рту и вылить ее в пустой стакан. Раствор слюны, приготовленный таким способом, и является препаратом фермента амилазы. Для проведения опыта необходимо приготовить также 1 %-ный раствор йода и 0,5 %-ный раствор крахмала.

1. Берут две сухие пробирки.

2. В первую пробирку наливают 1–2 мл воды и 1–2 мл раствора крахмала и тщательно перемешивают. Сверху закапывают одну каплю раствора йода. Содержимое пробирки окрашивается в синий цвет.

3. Во вторую пробирку наливают 1–2 мл сока фермента амилазы и 1—2 мл раствора крахмала и через 5 мин закапывают одну каплю раствора йода. При этом содержимое пробирки окрашивается не в синий, а красноватый или желтый цвет. Это свидетельствует о расщеплении крахмала под воздействием фермента.

http://eduportal.uz



Глава 5 ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ В КЛЕТКАХ

§ 30. Обмен веществ

Многочисленные химические вещества, содержащиеся в живых организмах, постоянно изменяются в результате различных реакций. Этот процесс называется **обменом веществ**, или **метаболизмом**. Обмен веществ обеспечивает существование, рост, жизнедеятельность, размножение живых организмов и постоянные их связи с внешней средой. Это в свою очередь приводит к самообновлению живых организмов, преемственности между родительскими особями и их потомством и является необходимым условием их существования.

В процессе обмена веществ живые организмы поглощают различные вещества из внешней среды. Жизненные явления осуществляются в основном через обмен веществ, который включает в себя два противоположных, но взаимосвязанных друг с другом процесса. Это реакции **ассимиляции** (анаболизм, пластический обмен) и **диссимиляции** (катаболизм, энергетический обмен). Обмен веществ выполняет в организме строительную и энергетическую функции.

Пластический обмен (анаболизм). В процессе анаболизма в живых организмах наблюдается образование, то есть синтез веществ, при этом организм поглощает из внешней среды различ-

http://eduportal.uz

ные вещества и усваивает их. Усвоенные вещества расходуются на синтез в клетке белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот. Особенно интенсивно реакции ассимиляции протекают в растущих клетках, хотя в полностью сформировавшихся клетках также синтезируются новые вещества. Процесс синтеза веществ, протекающий в клетках, называется биологическим синтезом, или **биосинтезом**. Все биосинтетические реакции сопровождаются поглощением энергии. Совокупность реакция биологического синтеза называется пластическим обменом, или ассимиляцией. С помощью ферментов из простых веществ с малой молекулой образуются сложные высокомолекулярные соединения: из аминокислот — белки, из моносахаридов — сложные углеводы. При участии азотистых оснований образуются нуклеотиды, из которых формируются нуклеиновые кислоты. Точно в таком же порядке из простых ацетатных кислот возникают сложные жирные кислоты. Последние, вступая в реакцию с глицерином, образуют жиры и масла. Биосинтетические реакции различаются на основе индивидуальных и видовых особенностей. В конечном счете структура крупных органических молекул, синтезируемых с помощью белковых ферментов, определяется последовательностью нуклеотидов в ДНК. Это в свою очередь связано с совокупностью генов данной клетки, то есть с генотипом.

Синтезированные вещества используются в процессе роста для построения клеток и их органоидов и для замены израсходованных или разрушенных молекул. Все реакции синтеза идут с поглощением энергии.

Энергетический обмен (катаболизм). Процесс расщепления веществ, происходящий в клетке, называется также диссимиляцией или катаболизмом. При катаболизме белки расщепляются на аминокислоты, крахмал — на глюкозу, жиры — на жирные кислоты и глицерин. Процесс сопровождается выделением энергии. Биологическое значение этих реакций состоит в том, что они обеспечивают клетки энергией. Любое движение, процесс пластического обмена осуществляется посредством расхода энергии.

http://eduportal.uz

Совокупность реакций расщепления в клетке называется ***энергетическим обменом*** или ***диссимиляцией***.

Диссимиляция и ассимиляция —противоположные, но тесно связанные друг с другом процессы, так как любая реакция ассимиляции идет с поглощением энергии, которая образуется в результате реакций диссимиляции.

Благодаря пластическому и энергетическому обмену обеспечивается жизнь клетки, ее рост, развитие и осуществление функций. Живая клетка — открытая система, между ней и окружающей средой идет непрерывный обмен веществ и энергии.

1. Что понимают под термином “метаболизм”?
2. Какие процессы включает в себя обмен веществ?
3. Расскажите о пластическом обмене.
4. Объясните энергетический обмен.

§ 31. Энергетический обмен

В процессе энергетического обмена в живых организмах происходит расщепление веществ. Это — противоположный ассимиляции процесс. Расщепление высокомолекулярных соединений сопровождается выделением энергии, поэтому энергетический обмен называют еще диссимиляцией.

Один из самых важных процессов, протекающих в живых организмах, — их аэробное (т.е. кислородное) дыхание, при котором в результате окисления сложных органических соединений выделяется большое количество энергии. В организме животных этот процесс осуществляется при участии специальной дихательной системы. У растений органы дыхания отсутствуют, поэтому они дышат через ткани и клетки.

Химическая энергия питательных веществ заключена в различных ковалентных связях между атомами в молекулах органических соединений. В глюкозе количество энергии, заключенной

http://eduportal.uz

в связях между атомами C, H, O, составляет 2800 кДж на 1 моль (т.е. на 180 г глюкозы). При расщеплении глюкозы энергия выделяется поэтапно при участии ряда ферментов согласно уравнению:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 2800 \text{ кДж}.$$

Часть энергии, освобождаемой из питательных веществ, рассеивается в виде теплоты, а часть накапливается в богатых энергией фосфатных связях аденозинтрифосфатной кислоты (АТФ). Именно АТФ обеспечивает энергией все процессы, протекающие в клетке: ее деление, сокращение мышц, активный перенос веществ через мембраны, проведение нервного импульса по сосудам и др. АТФ играет важную роль в энергетическом обмене клетки. Движение, биосинтез и любые виды клеточных функций осуществляются за счет энергии, выделяемой в результате реакций АТФ. Однако запас АТФ в клетках незначителен. Например, запас АТФ в мышцах может обеспечить лишь 20–30 сокращений, тогда как они могут работать часами и сокращаться тысячи раз. Поэтому в клетке наряду с расщеплением АТФ должен беспрерывно происходить ее синтез. Энергия, выделяющаяся при расщеплении углеводов, липидов и других органических веществ, используется на восполнение израсходованных запасов АТФ.

При беге на короткие расстояния сокращение мыщц осуществляется только за счет расщепления содержащейся в них АТФ. После пробежки человек учащенно дышит, и в это время происходит расщепление под влиянием кислорода углеводов и других веществ и восстановление запасов АТФ в клетке. Таким образом, АТФ — единственный универсальный источник, обеспечивающий клетку энергией.

1. Что такое диссимиляция?
2. Какие вещества входят в химический состав АТФ?
3. Где синтезируется АТФ?

http://eduportal.uz

§ 32. Этапы энергетического обмена

Процесс энергетического обмена в клетках живых организмов подразделяется на три этапа.

Первый этап — подготовительный. На этом этапе крупные молекулы углеводов, жиров, белков, нуклеиновых кислот расщепляются на мелкие. Так, крахмал расщепляется на глюкозу, жиры — на жирные кислоты и глицерин, белки — на аминокислоты, нуклеиновые кислоты — на нуклеотиды. В этих реакциях выделяется небольшое количество энергии, которая рассеивается в виде теплоты.

Второй этап — неполный, во время которого осуществляется бескислородное расщепление, называется гликолизом (анаэробное дыхание). Основным источником энергии в клетках человека, многих животных и микроорганизмов считается глюкоза. Гликолиз — это совокупность следующих одна за другой ферментативных реакций. Его протекание сопровождается десятью и более промежуточными реакциями. Общее уравнение гликолиза имеет вид:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ = 2C_3H_6O_3 + 2АТФ + 2H_2O.$$

Из уравнения реакции также видно, что в процессе гликолиза не участвует кислород. В гликолизе всегда участвуют H_3PO_4 и АДФ, которые образуются в результате жизнедеятельности клетки. При расщеплении молекулы глюкозы в процессе гликолиза образуются две молекулы АТФ и две молекулы молочной кислоты и выделяется 200 кДж энергии, 60 % которой рассеиваются в виде теплоты, а 40 % накапливаются в молекуле АТФ.

Процесс гликолиза осуществляется в клетках всех животных и отдельных микроорганизмов. Спиртовое брожение, как и гликолиз, состоит из ряда ферментативных реакций. В результате спиртового брожения образуются CO_2, этиловый спирт, две

http://eduportal.uz

молекулы АТФ, вода и так же выделяется 200 кДж энергии. Общее уравнение реакции спиртового брожения имеет вид:

$$C_6H_{12}O_6 + 2H_3PO_4 + 2АДФ = 2C_2H_5OH + 2АТФ + 2H_2O + 2CO_2.$$

Простые расчеты показывают, что в результате бескислородного расщепления одной молекулы глюкозы выделяется 200 кДж энергии. При превращении одной молекулы АДФ в АТФ 40 кДж энергии сохраняются в молекуле АТФ. В процессе бескислородного расщепления образуются две молекулы АТФ. Таким образом, образуется 2 х 40 = 80 кДж энергии, то есть 80 кДж энергии сохраняются в молекуле АТФ, 120 кДж рассеиваются в виде теплоты.

Третий этап — кислородное расщепление (или аэробное дыхание) — считается полным. В этом процессе обязательно участие кислорода. Аэробное окисление происходит в митохондриях, энергия, выделяемая в ходе промежуточных реакций, намного больше, чем при анаэробном расщеплении. В результате кислородного расщепления выделяется 2600 кДж энергии. При расщеплении двух молекул молочной кислоты при доступе кислорода в митохондриях образуется 36 молекул АТФ. Общая реакция кислородного расщепления имеет вид:

$$2C_3H_6O_3 + 6O_2 + 36H_3PO_4 + 36АДФ = 6CO_2 + 36АТФ + 42H_2O.$$

44,6 % энергии, выделившейся при кислородном расщеплении, рассеиваются в виде теплоты, а 55,4 % накапливаются в молекулах АТФ.

О важности значения этапа кислородного расщепления можно судить по приведенным выше уравнениям реакций. Если при бескислородном расщеплении одной молекулы глюкозы выделяются 200 кДж энергии и две молекулы АТФ, то при кислородном расщеплении — 2600 кДж и 36 молекул АТФ. При полном расщеплении одной молекулы глюкозы образуется 2 + 36 = 38 молекул АТФ. Таким образом, в АТФ накапливается 38 х 40 = 1520 кДж энергии. В

http://eduportal.uz

результате полного расщепления глюкозы образуется 200 + 2600= = 2800 кДж энергии.

Зачастую кислородное расщепление в силу ряда причин (недостаток в клетке кислорода, поврежденность митохондрий) трудно осуществимо или невожможно. В таких случаях образование необходимой для клетки АТФ осуществляется в процессе бескислородного расщепления, что требует увеличения расхода глюкозы в 20 раз.

1. На какие этапы подразделяется энергетический обмен?
2. В чем состоит сущность бескислородного расщепления?
3. В чем заключается сущность кислородного расщепления?
4. Чему равна молекулярная масса глюкозы и АТФ?

§ 33. Питание клетки

Все живые организмы по способу питания клетки делятся на две большие группы: автотрофные и гетеротрофные.

Автотрофные клетки могут синтезировать необходимые для жизнедеятельности органические вещества из неорганических соединений (CO_2, H_2O и др.). Из этих низкоэнергетических веществ клетки синтезируют глюкозу, аминокислоты, а затем более сложные соединения, такие, как сложные углеводы, белок. Клетки, способные синтезировать органические вещества из неорганических, называют **автотрофными клетками,** или **автотрофами.** Это — клетки всех зеленых растений, водорослей и некоторых групп микроорганизмов.

Гетеротрофные клетки не могут синтезировать органические вещества из неорганических. Клетки, испытывающие потребность в готовых органических веществах, называют ***гетеротрофными клетками*** или ***гетеротрофами***.

Фотосинтез. Образование в зеленых растениях под воздействием солнечных лучей сложных органических соединений из ди-

http://eduportal.uz

оксида углерода и воды называется **фотосинтезом**. Процесс фотосинтеза растений является единственным на Земле средством превращения энергии солнечных лучей в химическую. В этом заключается “космическое” значение растений. Органические соединения, образующиеся в данном процессе, служат источником питания и энергии для живых организмов. Вместе с тем процесс фотосинтеза обогащает атмосферу свободным кислородом. Изучение процесса фотосинтеза создает также возможности для получения богатых урожаев сельскохозяйственных культур.

Зеленые растения являются фототрофными организмами. При помощи содержащегося в хлоропластах пигмента хлорофилла они осуществляют фотосинтез — преобразование световой энергии в химическую. Общее уравнение реакции фотосинтеза имеет вид:

$$6CO_2 + 6H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2.$$

В этом процессе из оксида углерода(IV) и воды образуется богатое энергией вещество — глюкоза ($C_6H_{12}O_6$). Фотосинтез подразделяется на две фазы: световую и темновую.

Световая фаза фотосинтеза. Фотосинтез — многоэтапный сложный процесс. Он начинается с освещения хлоропластов видимыми световыми лучами. Кванты света — фотоны — взаимодействуют с молекулами хлорофилла. В результате эти молекулы переходят в богатое энергией “возбужденное” состояние. Избыточная энергия возбужденных молекул рассеивается в виде теплоты и света, остальная часть энергии передается ионам водорода H^+, всегда имеющимся в водном растворе вследствие диссоциации воды. Диссоциация воды под воздействием света называется **фотолизом**: $H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$.

Образовавшиеся атомы водорода посредством непрочных связей соединяются с органическими соединениями — переносчиками водорода: $2H^+$ + орган.соед. $\rightarrow$ орган. соед. H_2.

Ионы гидроксила OH^- отдают свои электроны другим молекулам и превращаются в свободные радикалы. Радикалы взаи-

модействуют друг с другом, в результате чего образуются вода и молекулярный кислород (рис. 23): $4OH \rightarrow O_2 + 2H_2O$.

Таким образом, источником молекулярного кислорода, образующегося в процессе фотосинтеза и выделяющегося в атмосферу, является вода. Солнечная энергия расходуется не только на расщепление воды, но и на образование АТФ из фосфорной кислоты и АДФ. Это очень эффективный процесс: в хлоропластах без участия кислорода образуется в 30 раз больше АТФ, чем в митохондриях тех же растений. Таким путем накапливается

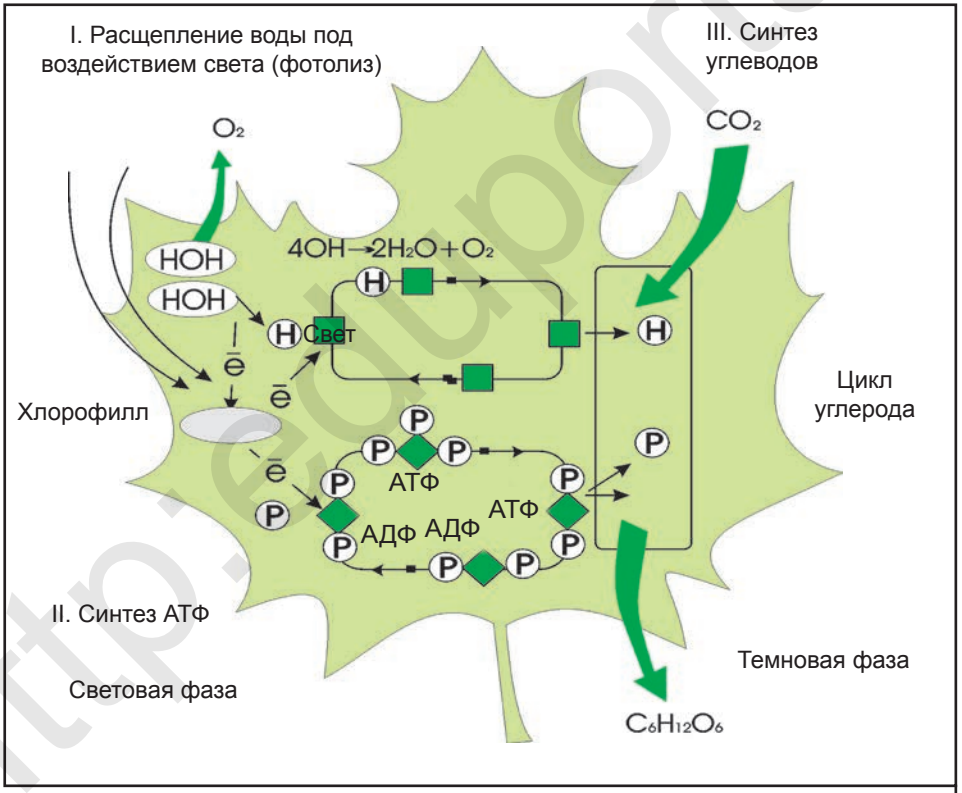


Рис. 23 *Схема фотосинтеза*

http://eduportal.uz

энергия, необходимая для протекания реакций в темновой фазе фотосинтеза. В световой фазе фотосинтеза осуществляются три важных процесса: образование в результате фотолиза воды молекулярного кислорода, атомарного водорода и синтез АТФ.

Темновая фаза фотосинтеза. Последующие реакции фотосинтеза связаны с образованием углеводов:

$$6CO_2 + 24H \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ H_2O.$$

Так как этот процесс протекает как при свете, так и в темноте, его называют **темновой фазой** фотосинтеза. Темновая фаза состоит из совокупности нескольких последовательных реакций, в результате которых из CO_2 и атомарного водорода образуются углеводы. Исходные вещества и энергия для темновых реакций поступают в хлоропласт непрерывно. Оксид углерода(IV) поступает в клетки листьев из атмосферного воздуха, а атомы водорода образуются в результате фотолиза воды. Синтезируемая в световой фазе фотосинтеза АТФ служит источником энергии для синтеза углеводов. Под воздействием всех этих веществ в хлоропластах осуществляется синтез углеводов.

Таким образом, энергия солнечного света преобразуется в энергию химических связей органических соединений (глюкозы).

Значение фотосинтеза. Фотосинтез — единственный источник доставки органических соединений и кислорода, выделяемого в атмосферу. Общая производительность фотосинтеза очень высока. Растения ежегодно усваивают огромное количество углерода, в результате чего синтезируются миллиарды тонн органических веществ. Листья растений расходуют для фотосинтеза лишь 1 % падающей на них солнечной энергии. Производительность фотосинтеза составляет примерно 1 г органического вещества на 1 $м^2$ площади листьев. Летом при фотосинтезе 1 $м^2$ листьев в сутки образуется примерно 15–16 г органического вещества. В теплицах производительность фотосинтеза можно увеличить путем оптимизации искусственного освещения, полива и других условий. Клетки растений при дыхании также выделяют кислород.

http://eduportal.uz

1. На какие группы делятся живые организмы по способу питания?
2. Что называется фотосинтезом?
3. Какие процессы происходят в световой фазе фотосинтеза?
4. Какие процессы происходят в темновой фазе фотосинтеза?

Решите задачу

В клетках растения гороха в результате полного расщепления глюкозы за счет световой энергии синтезируется 2356 молекул АТФ. Какое количество энергии накапливается в клетках растения на втором этапе расщепления глюкозы?

§ 34. Хемосинтез

Некоторые бактерии, лишенные хлорофилла, также способны синтезировать органические соединения. При этом они используют энергию химических реакций неорганических веществ. Преобразование энергии химических реакций в химическую энергию синтезируемых органических соединений называется **хемосинтезом**. В качестве примера организмов-хемотрофов можно указать ряд микроорганизмов: нитрифицирующие бактерии, преобразующие аммиак в азотную кислоту; так называемые железные бактерии, преобразующие двухвалентное железо в трехвалентное; серные бактерии, преобразующие сероводород в серную кислоту. Поглощая атмосферный азот, переводя нерастворимые минералы в форму, пригодную для усвоения растениями, хемосинтезирующие бактерии играют важную роль в круговороте веществ в природе.

Наиболее важным из микроорганизмов, осуществляющих хемосинтез, считаются азотфиксирующие и нитрофицирующие бактерии. Источником энергии для них служат реакции окисления аммиака до азотной кислоты, а также реакции окисле-

http://eduportal.uz

ния азотистой кислоты до азотной. Особенно велика роль азотфиксирующих бактерий. В результате жизнедеятельности этих бактерий не усвояемый растениями азот воздуха превращается в легко усвояемые растениями азотистые соединения.

1. Что такое хемосинтез?
2. Приведите примеры хемосинтезирующих организмов.
3. Какова роль хемосинтезирующих организмов в природе?

§ 35. Пластический обмен в клетке

Совокупность реакций биологического синтеза называется **пластическим обменом**. Название этого вида обмена отражает его сущность: из простых веществ, поступающих в клетку извне, образуются соединения, подобные веществам клетки. Рассмотрим одно из важнейших проявлений пластического обмена — биосинтез ДНК, РНК и белка.

Синтез ДНК. Поскольку молекула ДНК представляет собой двойную спираль, закрученную из двух цепочек, ее синтез состоит в создании такой же двойной спирали. Цепочки полностью комплементарны друг другу. Синтез молекулы ДНК основан на разделении начальной двойной цепи на две отдельные цепочки и создании второй цепи, соответствующей по структуре каждой из них. Отделение цепочек друг от друга происходит с помощью особого фермента, который медленно перемещаясь в молекуле ДНК, постепенно разрывает слабые водородные связи между нуклеотидами. А другой фермент, передвигаясь по каждой цепочке, присоединяет к старой цепочке нуклеотидов новые комплементарные им нуклеотидные цепочки. Следовательно, вновь синтезированная молекула ДНК является двуцепочечной гибридной молекулой, одна цепь которой старая, а вторая — новая. При этом напротив аденина А, находящегося на одной цепочке, располагается тимин Т второй цепочки, напротив гуанина Г располага-

http://eduportal.uz

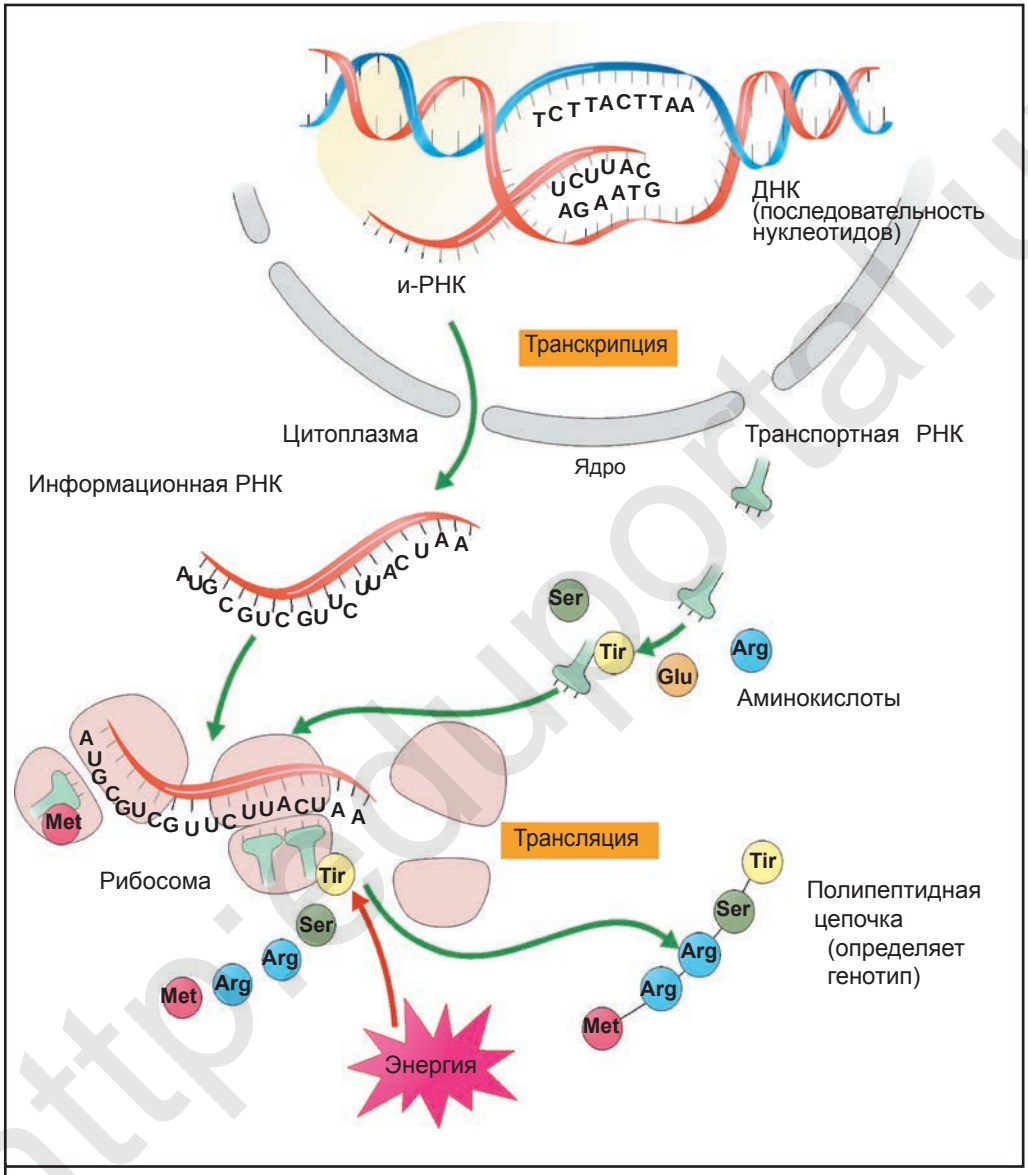


Рис. 24. ***Схема биосинтеза белка***

http://eduportal.uz

ется цитозин Ц и наоборот. Увеличение молекулы ДНК вдвое называется **репликацией ДНК**.

Синтез РНК. Осуществление синтеза РНК в ядре в процессе считывания с помощью и-РНК информации о последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК и передача ее в рибосомы называется ***транскрипцией***. При синтезе РНК на основе матрицы цепочки ДНК последовательность нуклеотидов в молекуле РНК идентична последовательности нуклеотидов молекулы ДНК, только место тимина Т занимает урацил У, а место дезоксирибозы — рибоза. Нужно отметить, что молекулы ДНК очень большие и содержат огромное количество информации. Молекулы РНК составляют лишь малую часть молекулы ДНК. В одной молекуле ДНК могут синтезироваться сотни и тысячи молекул и-РНК, т-РНК и р-РНК. Информация, содержащаяся в каждой молекуле и-РНК, достаточна для синтеза по меньшей мере одной молекулы белка.

Генетический код. Биологическая функция белков определяется в основном местоположением аминокислот в молекуле белка, то есть их последовательностью. Следовательно, биосинтез таких молекул должен осуществляться по заранее определенной программе, которая записана в молекуле ДНК с помощью четырех видов нуклеотидов и именуется копией или матрицей молекулы белка. Кодирование 20 аминокислот в молекуле ДНК с помощью четырех видов нуклеотидов называется ***генетическим кодом***. Каждая аминокислота кодируется с помощью триплета — сочетания трех последовательно расположенных нуклеотидов. Следовательно, одна аминокислота кодируется с помощью двух и боле кодов. Общее число кодов составляет 64 ($4^3 = 4 \times 4 \times 4$). Остальные три кода (УАА, УАГ, УГА) указывают на начало и завершение синтеза белка. Они называются **терминаторными триплетами**. Для кодирования 20 аминокислот требуется 61 кодовый триплет. Конечно, число образующихся комбинаций значительно превышает число кодируемых аминокислот 64 (4^3), однако, как стало известно, 18 из 20 аминокислот могут быть закодированы с помощью двух, трех,

http://eduportal.uz

четырех и шести кодонов. Генетический код является универсальным для всех живых организмов. Следовательно, он одинаков и для микроорганизмов, и для человека.

Синтез белка. Процесс биосинтеза белка протекает на этапах транскрипции и трансляции. Транскрипция осуществляется в ядре, где синтезируется молекула и-РНК, комплементарная части одной цепочки молекулы ДНК. В триплетах и-РНК содержится информация о структуре белка.

Процесс трансляции протекает в рибосомах. Информация о первичной структуре белка, записанная в виде последовательности нуклеотидов в и-РНК, проявляется в виде последовательности аминокислот. Этот процесс носит название ***трансляции***. Участок рибосомы, в котором протекает трансляция,

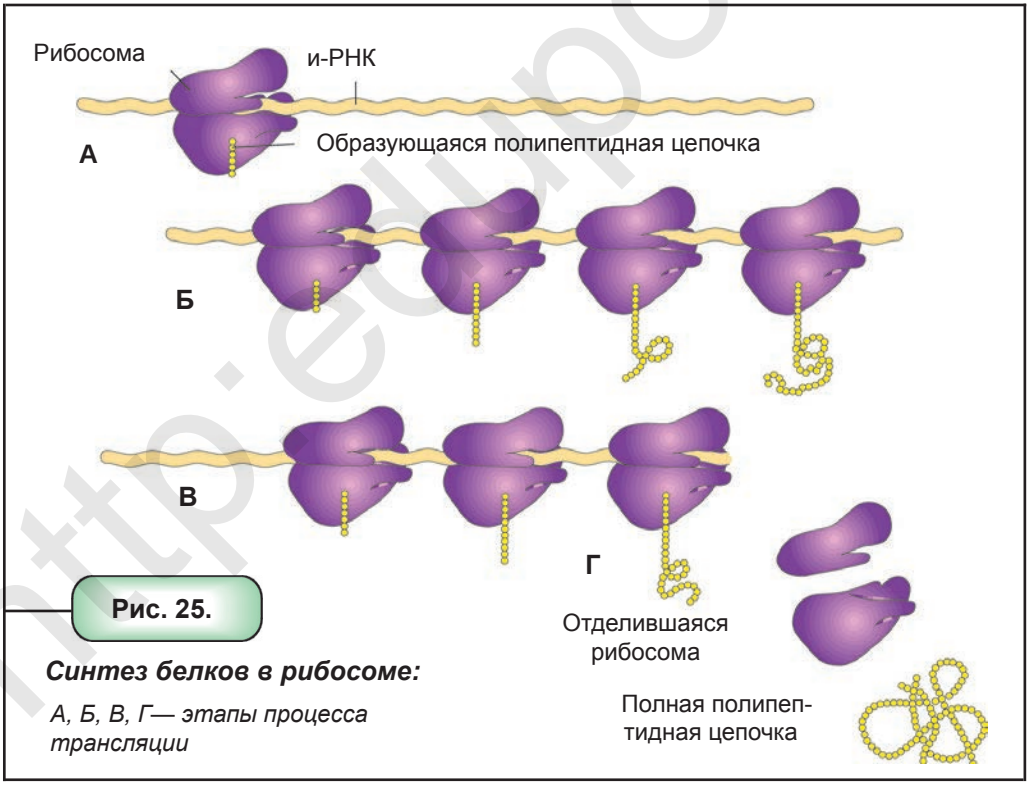


Рис. 25.

Синтез белков в рибосоме:

А, Б, В, Г— этапы процесса трансляции

http:eduportal.uz

соответствует по величине двум триплетам. При перемещении рибосомы вдоль молекулы и-РНК в функциональном центре рибосомы всегда находятся два триплета. Рибосома постепенно перемещается по и-РНК от триплета к триплету (рис. 24), и начинается синтез полипептидной цепочки. Если в рибосоме триплету и-РНК комплементарен триплет т-РНК, аминокислоты пристраиваются к цепочке белка, образуя пептидную связь. С переходом рибосомы к терминаторному триплету синтез белка завершается. Информационная РНК также отделяется от рибосомы (рис. 25).

Маленький участок молекулы ДНК, соответствующий одной молекуле белка в процессе транскрипции и трансляции, называется **геном**. Средняя молекула белка, для построения которой требуется большое количество нуклеотидов, составляет один ген. За счет этих регулирующих ген участков его длина превышает число нуклеотидов, необходимых для кодирования только аминокислот.

Благодаря четкому регулированию процессов, протекающих в клетке, молекулы синтезируются своевременно и в необходимых количествах. Любая ошибка в этом процессе приводит к нарушению синтеза белка и возникновению наследственных заболеваний. Попадание в полипептидную цепочку синтезируемого белка вместо одной аминокислоты другой ведет к появлению другой молекулы белка, не способной выполнять свою функцию.

1. Что понимают под термином “пластический обмен”?
2. Как происходит синтез ДНК в клетке?
3. Охарактеризуйте транскрипцию и трансляцию.

1. Объясните принцип комплементарности на основе модели ДНК.
2. Объясните протекание процессов транскрипции и трансляции на основе рис.24.

http://eduportal.uz

Задачи для самостоятельного решения

1. Учитывая, что расстояние между нуклеотидами равно 0,34 нм, определите число нуклеотидов во фрагменте ДНК, кодирующем молекулу белка, состоящего из 90 аминокислот, и длину ДНК.

2. Одна аминокислота кодируется с помощью трех нуклеотидов. Расстояние между нуклеотидами равно 0,34 нм. Сколько аминокислот в составе белка, образованного на основе гена длиной 316,2 нм, и сколько нуклеотидов в самом гене?

§ 36. Решение задач об обмене веществ и энергии

1. При гликолизе двух молекул глюкозы кислородному расщеплению подверглась только одна молекула. Определите количества выделившегося углекислого газа и АТФ.

2. При гликолизе четырех молекул глюкозы кислородному расщеплению подверглись только две молекулы. Определите количества израсходованного при этом кислорода и накопившейся молочной кислоты.

3. Гликолизу подверглись три молекулы глюкозы. Сколько молекул молочной кислоты, воды, углекислого газа и АТФ образовалось в клетке и какое количество кислорода израсходовано при этом?

4. В результате энергетического обмена в клетке накопилось 40 молекул АТФ и выделилось 12 молекул CO_2. Сколько молекул глюкозы подверглось гликолизу и сколько из них — кислородному расщеплению?

5. В процессе энергетического обмена в клетке образовалось 78 молекул АТФ и 12 молекул углекислого газа. Сколько молекул глюкозы подверглось гликолизу и сколько из них расщепилось полностью до конечных продуктов?

http://eduportal.uz

§ 37. Лабораторная работа 5

Образование органических веществ в листьях растения

Как известно, основным органическим веществом, которое образуется в листьях растений, является крахмал. Крахмал образуется под воздействием солнечных лучей. Если каким-либо способом преградить доступ солнечных лучей к определенной части листа, то на этом месте крахмал не образуется. Это явление можно наблюдать в процессе следующего опыта.

Инструменты и материалы: этиловый спирт, 1 %-ный раствор йода, лист герани или какого-нибудь растения или дерева, растущего на открытом грунте и имеющего большую поверхность листа (щавель или платан).

Порядок работы.

1. Из черной бумаги вырезают две одинаковые фигуры (треугольник или квадрат) и скрепками прикрепляют их к верхней и нижней поверхности листа друг против друга.

2. Через два часа лист отрезают, удаляют бумагу и помещают его на 2–3 мин в кипящую воду. Затем для очищения от пигментов лист помещают в спирт, промывают его водой и перекладывают в сосуд с раствором йода.

3. Расправив лист стеклянной палочкой, можно заметить, что участок листа, закрытый бумагой, не окрасился в синий цвет и стал бесцветным. Это указывает на то, что на закрытом бумагой участке листа крахмал не образовался.

http://eduportal.uz

Глава VI РАЗМНОЖЕНИЕ И ИНДИВИДУАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗМОВ

§ 38. Клеточный цикл

Размножение, или самовоспроизведение, — одна из важнейших характеристик органической (живой) природы. Размножение – свойство, присущее всем без исключения живым организмам — от бактерий до млекопитающих. Существование любого вида животных и растений, бактерий и грибов, преемственность между родительскими особями и их потомством поддерживаются только благодаря размножению.

Продолжительность жизни клетки бывает различной в зависимости от ее строения и функций. Например, нервные и мышечные клетки перестают делиться после завершения эмбрионального периода развития и функционируют на протяжении всей жизни организмов. Другие клетки — костного мозга, эпидермиса, кишечного эпителия — размножаются делением в течение всей жизни. Таким образом, *жизненный цикл клетки представляет собой промежуток времени от момента возникновения клетки в результате деления до ее гибели или до последующего деления*.

Жизнедеятельность и размножение организмов обеспечиваются путем деления клеток. Эукариотические клетки размножаются в основном двумя способами.

http://eduportal.uz

1. Митоз — деление соматических клеток.

2. Мейоз — созревание половых клеток.

Совокупность последовательных и взаимосвязанных процессов в период подготовки клетки к делению — митозу (от греч. “mitos” – нить) и на протяжении самого митоза называется **митотическими циклом**. Подготовительный период от одного митоза до второго называется **интерфазой**. В свою очередь интерфаза делится на три периода (рис. 26).

1. В период подготовки к синтезу ДНК, обозначаемый символом G_1, в клетке усиленно образуются РНК и белки, повышается активность ферментов, участвующих в синтезе ДНК, быстро растет клетка.

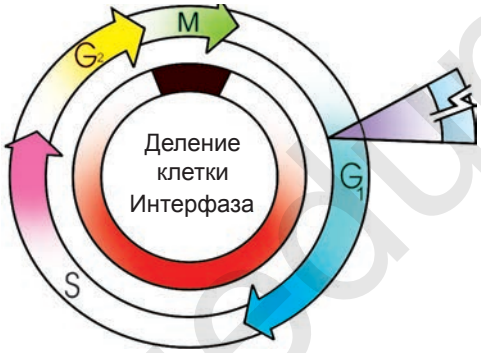


Рис. 26.

Митотический цикл клетки

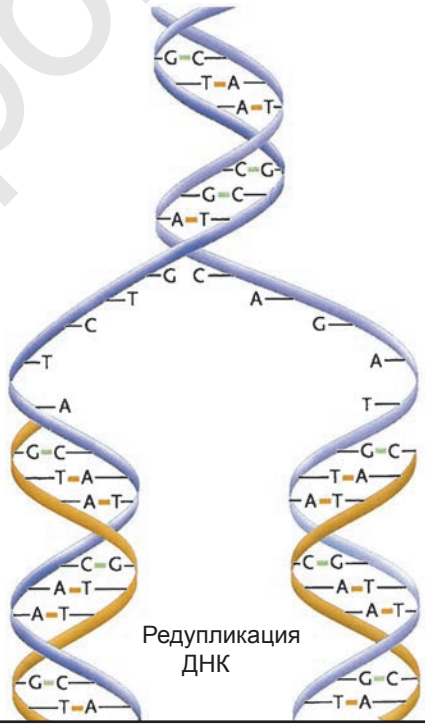


Рис. 27.

Редупликация ДНК, расхождение двух спиралей ДНК: синтез новых нуклеотидов возле старых. Образование двух спиралей новой молекулы ДНК

http://eduportal.uz

2. В период синтеза ДНК, обозначаемый символом S, происходит удвоение (редупликация) молекул ДНК. Синтезируются белки и РНК, на столько же увеличивается и количество клеточных центров. Возрастает число молекул ДНК в митохондриях и пластидах. В результате удвоения молекул ДНК в каждой хромосоме образуется вдвое больше молекул ДНК, число хромосом не изменяется (рис. 27).

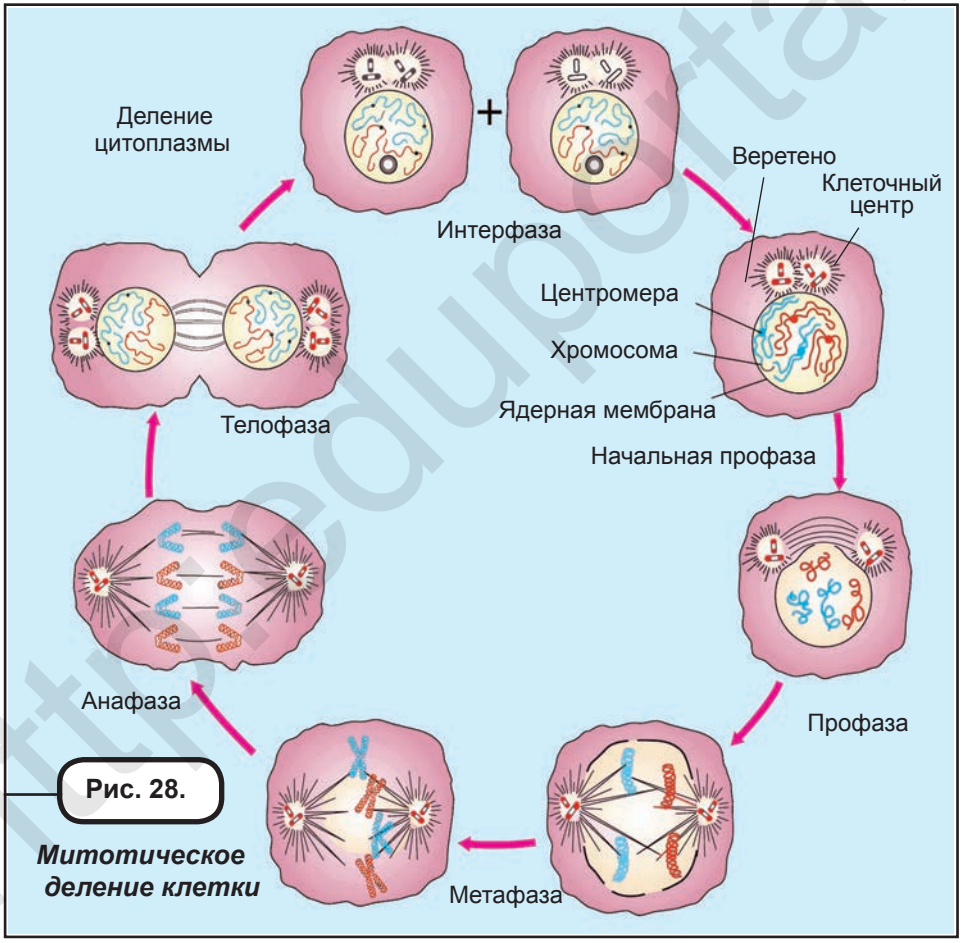


Рис. 28.
Митотическое деление клетки

http://eduportal.uz

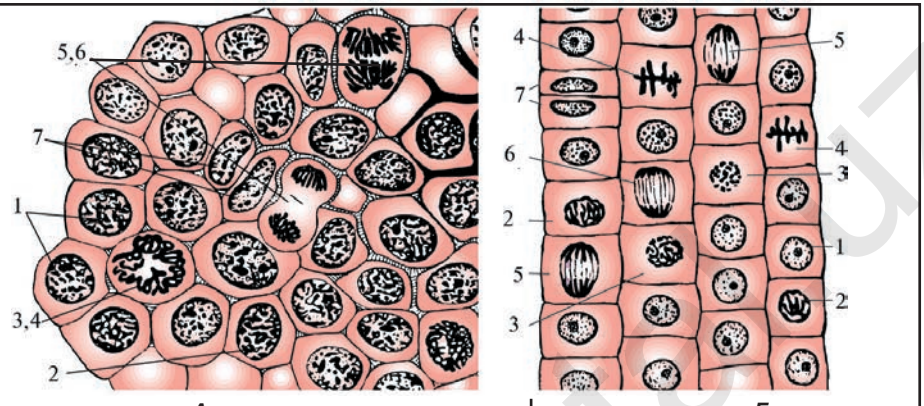


Рис. 29. ***Митоз:***
А *— клетка кожи тритона;*
Б *— клетка кожуры лука.*

1 • интерфаза;
2 • профаза;
3,4 • метафаза;
5,6 • начальная и конечная анафаза;
7 • телофаза

3. В период окончания синтеза ДНК, обозначаемый символом G_2, завершается подготовка клетки к митозу. Продолжается синтез белка и РНК.

По завершении интерфазы начинается митоз. Митоз состоит из четырех фаз – **профазы, метафазы, анафазы и телофазы** (рис. 28, 29).

В профазе увеличивается объем ядра, вязкость ядерного сока понижается. Хромосомы спирализуются, утолщаются и укорачиваются и отчетливо видны в микроскоп. Ядерная оболочка и ядрышки исчезают, по две центриоли расходятся к полюсам клетки. Образовавшееся между ними веретено деления обеспечивает расхождение хромосом к полюсам клетки. В конце профазы ядерная оболочка распадается на отдельные фрагменты. После распада ядерной оболочки хромосомы свободно и беспорядочно лежат в цитоплазме.

В метафазе продолжается спирализация хромосом, и они устремляются к экватору клетки, располагаясь на равном расстоянии от полюсов. Расстояние между хромосомами одина-

http://eduportal.uz

ковое. Центромеры на основе строгой закономерности располагаются в одной плоскости экватора. Хроматиды каждой хромосомы отделяются друг от друга, соединяясь только с первичной перетяжкой. Веретено деления уже полностью сформировано. Каждая хромосома своей центромерой прикрепляется к одной из нитей веретена деления.

В анафазе перетяжка, соединяющая хроматиды хромосом, разрывается, в результате чего хроматиды становятся самостоятельными дочерними хромосомами. Нити веретена деления, прикрепленные к центромерам, сокращаются и начинают тянуть дочерние хромосомы к полюсам клетки.

В телофазе процесс митоза завершается. Во время телофазы хромосомы, собравшиеся у полюсов, деспирализуются и становятся плохо видимыми в световой микроскоп. Из мембранных структур цитоплазмы образуется ядерная оболочка. Вновь формируются ядрышки. В конце телофазы наблюдается деление цитоплазмы надвое (цитокинез). В клетках животных в середине цитоплазмы плазматической мембраны появляется втяжение, в результате постепенного сужения которого клетка делится на две равные части.

В клетках растений цитоплазматическая мембрана возникает в середине клетки и распространяется к периферии, разделяя клетку пополам. После образования поперечной цитоплазматической мембраны у растительных клеток появляется целлюлозная стенка. В митотическом цикле клетки фазы митоза занимают очень короткий промежуток времени и продолжаются от 30 минут до 3 часов.

Биологическое значение митоза. Все дочерние клетки, образовавшиеся в результате митоза, содержат одинаковый набор хромосом и одни и те же гены. Следовательно, митоз характеризуется точным распределением генетического материала между дочерними клетками, в результате которого обе дочерние клетки получают диплоидный набор хромосом.

Митоз обеспечивает такие важные процессы жизнедеятель-

http://eduportal.uz

ности, как эмбриональное развитие, рост, восстановление органов и тканей после повреждения, поддержание структурной целостности тканей при постоянной утрате клеток в процессе их функционирования и др.

1. Что такое митотический цикл клетки?
2. Из каких периодов состоит интерфаза? Какие процессы происходят в эти периоды?
3. Какие процессы протекают в профазе и метафазе митоза?
4. Какие процессы протекают в анафазе и телофазе митоза?

§ 39. Мейоз

Мейоз — это специфический способ деления клеток при половом размножении организмов. Термин «мейоз» означает «уменьшение». В результате мейоза из первичных половых клеток с диплоидным набором хромосом образуются половые клетки с гаплоидным набором. Мейоз включает два последовательных, следующих друг за другом практически без перерыва, деления. Как и при митозе, в каждом мейотическом делении выделяются четыре стадии: профаза, метафаза, анафаза и телофаза. Для их различения после названия фаз первого мейотического деления ставится цифра I, а после фаз второго — цифра II (рис. 30). Как и митоз, мейоз начинается с интерфазы. В результате двух последовательных делений хромосомы претерпевают определенные изменения. Период между первым и вторым мейотическим делением называется **интеркинезом**. Последовательность осуществления фаз первого и второго мейотического деления можно увидеть на следующей схеме:

Интерфаза: профаза I, метафаза I, анафаза I, телофаза I.

Интеркинез: профаза II, метафаза II, анафаза II, телофаза II.

Во многих случаях период интеркинеза может отсутствовать, и профаза II следует сразу за телофазой I.

В профазе I происходит спирализация хромосом. Каждая хро-

http://eduportal.uz

мосома состоит из двух хроматид, соединенных между собой в области центромеры. Затем гомологичные хромосомы (т.е. хромосомы каждой пары) сближаются, каждая точка одной хроматиды совмещается с соответствующей точкой другой гомологичной хроматиды. Тесно сближаясь, хромосомы как бы прилипают друг к другу. Этот процесс соединения гомологичных хромосом в мейозе называется **конъюгацией**. В дальнейшем между хромосомами, соединенными друг с другом, может произойти обмен одинаковыми, или гомологичными, участками — генами. Такой процесс носит название **кроссинговера**. В конце профазы I гомологичные хромосомы начинают отталкиваться друг от друга, что сопровождается расщеплением ядерной оболочки и исчезновением ядрышек.

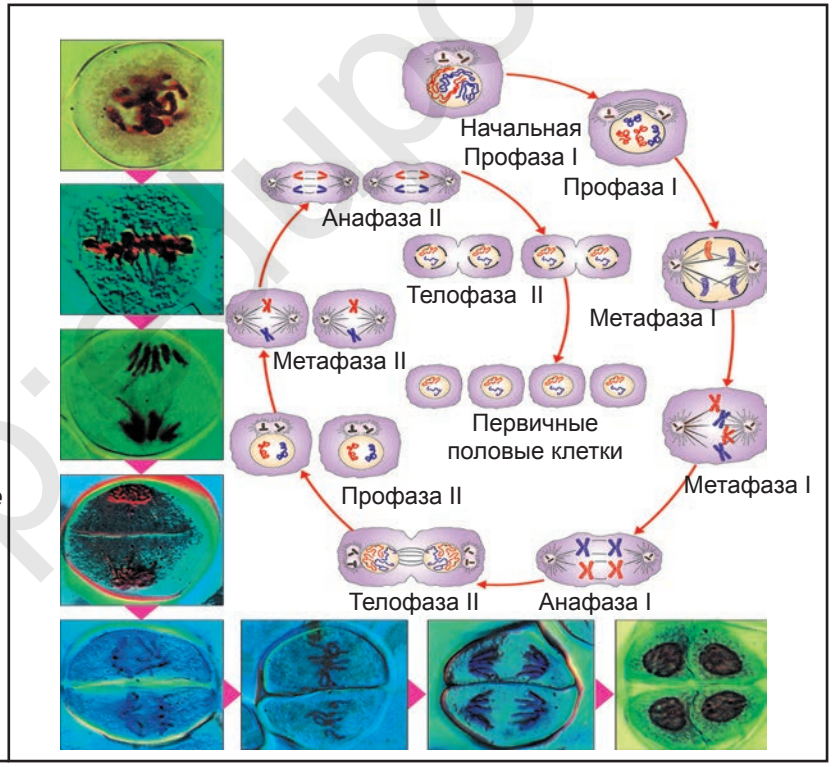


Рис. 30.

Созревание половой клетки (мейоз)

http://uporar.uz

В метафазе I спирализация хромосом достигает максимума. Конъюгированные хромосомы попарно располагаются на плоскости экватора клетки, причем центромеры их обращены к разным полюсам. К ним прикрепляются нити веретена деления.

В анафазе I плечи гомологичных хромосом окончательно расходятся, а хроматиды расходятся к различным полюсам, оставаясь соединенными с центромерой. Из каждой пары гомологичных хромосом в дочернюю клетку попадает только одна.

В телофазе I появляются клетки с числом хромосом, уменьшенным в два раза. На непродолжительное время образуется ядерная оболочка. Во время интеркинеза между первым и вторым делением мейоза редупликации ДНК не происходит. Клетки, образовавшиеся в результате первого деления, отличаются по составу родительских хромосом и, следовательно, по набору генов. Если учесть еще обмен гомологичными участками хромосом, то есть кроссинговер в профазе I деления мейоза, то вполне очевидно, что каждая образующаяся клетка генетически уникальна, так как несет свой неповторимый набор генов.

В **профазе II** и **метафазе II** второго деления мейоза наблюдаются такие же процессы, как и при митозе, с той лишь разницей, что делящаяся клетка гаплоидна. **В анафазе II** центромеры, соединяющие хроматиды в каждой хромосоме, делятся, и хроматиды, как и при митозе, с этого момента становятся самостоятельными хромосомами. **В телофазе II** образуются две клетки с гаплоидным набором хромосом. Таким образом, в результате двух последовательных делений мейоза из исходной первичной половой клетки образуются четыре полноценные половые клетки с гаплоидным набором хромосом — гаметы.

Биологическое значение мейоза. Благодаря мейозу число хромосом при делении клетки на протяжении смены поколений не изменяется. При мейозе осуществляются разнообразные комбинации гомологичных хромосом. В результате конъюгации хромосом и обмена гомологичными участками (кроссинговер) возникают новые наборы генетической информации.

http://eduportal.uz

1. Каковы различия между митозом и мейозом?
2. Сравните конъюгацию и кроссинговер.
3. Опишите фазы мейоза и процессы, протекающие в них.

Задачи для самостоятельного решения

1. Диплоидный набор животной клетки равен 34. Определите количество молекул ДНК до и после митомического деления, а также после первого и второго деления мейоза.

2. Для соматических клеток животных характерен диплоидный набор хромосом. Определите количество хромосом (n) и молекул ДНК (c) в конце телофазы I и в анафазе II мейоза.

§ 40. Виды размножения живых организмов

Размножение — одно из важнейших свойств жизни. Все живые организмы обладают способностью к размножению. Существование в природе каждого вида растений и животных, органическая преемственность между родительскими индивидами и их поколениями обеспечиваются посредством размножения. В основе процесса размножения всегда лежит удвоение молекулы ДНК. Даже митохондрии и пластиды обладают способностью самостоятельно размножаться внутри клетки. В основе размножения одноклеточных и многоклеточных организмов лежат два типа размножения — половое и бесполое.

Бесполое размножение широко распространено в живой природе как у растений, так и у животных. При бесполом размножении новый организм развивается из одной или из нескольких соматических клеток материнской особи. Многие одноклеточные животные размножаются путем бесполого размножения, которое подразделяется на следующие виды.

1. Деление клетки надвое часто встречается у простейших одноклеточных животных. Примером может служить размножение амебы, эвглены, инфузорий (рис. 31).

http://eduportal.uz

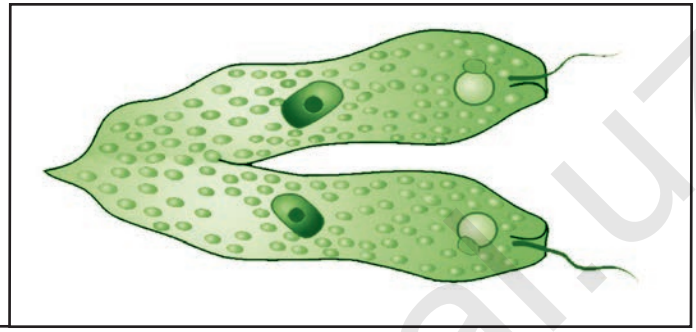


Рис. 31.

Размножение зеленой эвглены

2. Шизогония — деление на большое количество особей. Такой способ размножения встречается у одноклеточных водорослей хлореллы и хламидомонад, у отдельных грибов, из простейших животных у малярийного плазмодия. При шизогонии ядро клетки делится неоднократно, при этом цитоплазма остается целой. Затем цитоплазма обволакивает ядра, и в результате из одной клетки образуются десятки, сотни и тысячи клеточных организмов.

3. Почкование. При почковании на материнской клетке первоначально образуется небольшой бугорок, содержащий ядро — почку. Она растет, достигает размеров, близких к материнским, и затем отделяется, переходя к самостоятельному существованию. Почкование встречается у дрожжевых грибов и некоторых инфузорий (рис. 32).

4. Спорообразование наблюдается у простейших — представителей класса споровых, у одноклеточных грибов, водорослей, у зеленых растений. Клетка распадается на большое число особей, равное количеству ядер, образованных в родительской клетке в результате многократного деления ее ядра.

У многоклеточных животных различаются следующие способы бесполого размножения.

1. Почкование. У многоклеточных животных, например, у пресноводной гидры почка состоит из группы клеток. Она питается за счет материнского организма и быстро развивается. На

http://eduportal.uz

переднем ее конце появляется ротовое отверстие, окруженное щупальцами. Образовавшаяся молодая гидра отделяется от материнского организма и начинает существовать самостоятельно (см. рис. 33).

2. Вегетативное размножение широко распространено в растительном мире. При этом новые организмы образуются за счет размножения отдельных частей материнского организма (рис. 34). В качестве примера вегетативного размножения можно привести размножение растений черенками, усами, корневыми отпрысками, клубнями, луковичками и корневищами. Картофель, батат, канны размножаются видоизмененными подземными побегами, т.е. клубнями; тал, виноград, смородина — с помощью черенков; яблоня, янтак, вишня, тополь — корневыми отпрысками; тюльпан, лук, чеснок — луковичками; клубника — усами; бегония — листовыми черенками; георгин, илак, гумай, пальчатка, фиалка,

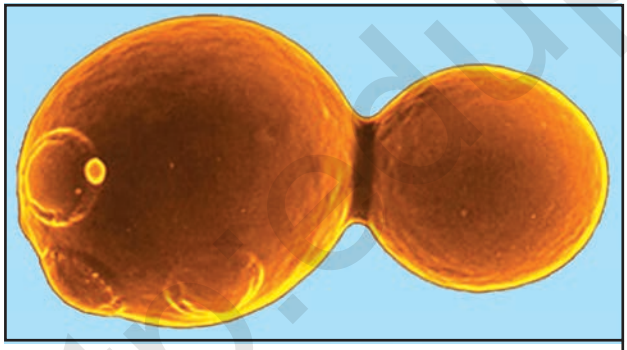


Рис. 32. ***Размножение дрожжевого гриба путем почкования***

Рис. 33. ***Почкование у кишечнополостных: образование самостоятельного организма на теле материнского организма***

http://eduportal.uz

солодка — корневищами. Например, сыть круглая за счет корневища может дать до 1800 новых особей на 1 м^2 почвы.

3. Деление клетки. У отдельных многоклеточных организмов бесполое размножение осуществляется путем деления тела на две части (медузы, кольчатые черви) или путем фрагментации тела на несколько частей (белая планария, иглокожие, ните-

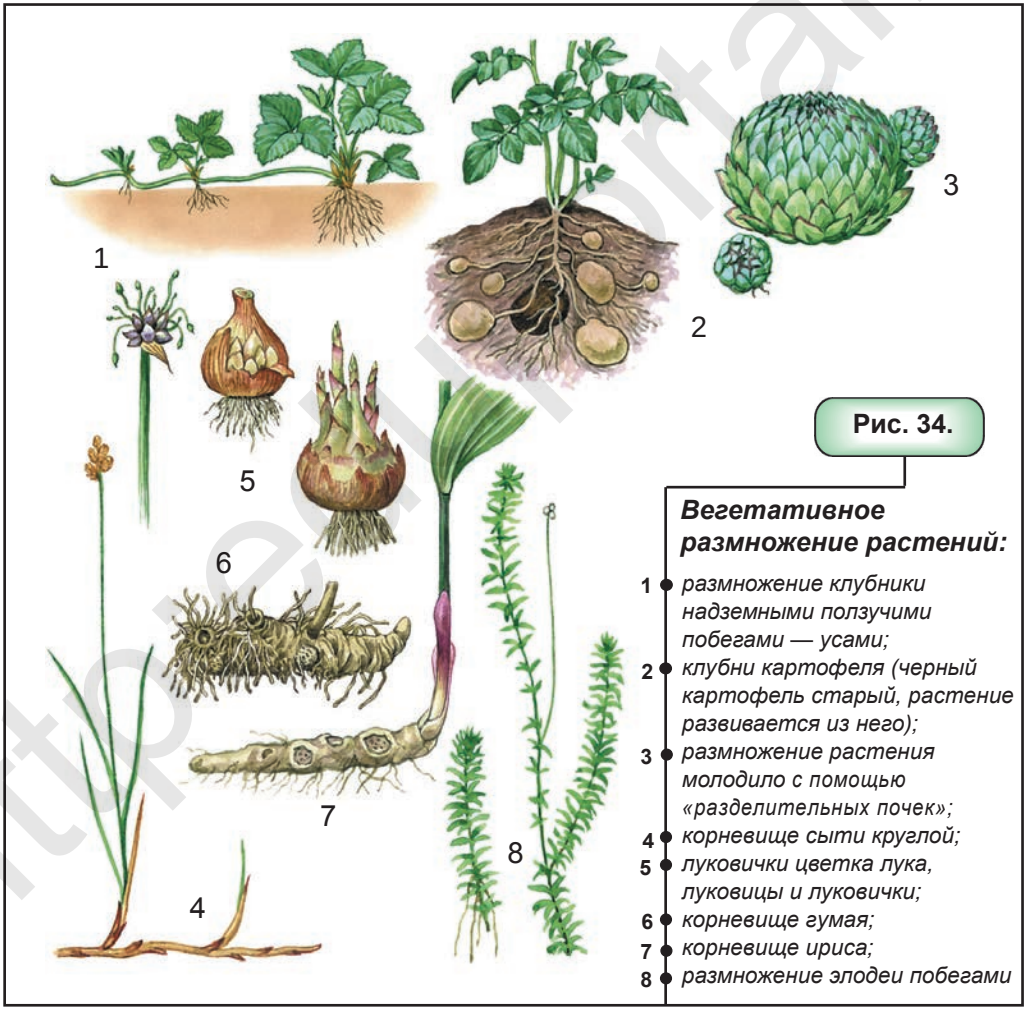


Рис. 34.

Вегетативное размножение растений:

1 • *размножение клубники надземными ползучими побегами — усами;*
2 • *клубни картофеля (черный картофель старый, растение развивается из него);*
3 • *размножение растения молодило с помощью «разделительных почек»;*
4 • *корневище сыти круглой;*
5 • *луковички цветка лука, луковицы и луковички;*
6 • *корневище гумая;*
7 • *корневище ириса;*
8 • *размножение элодеи побегами*

http://eduportal.uz

видные водоросли — спирогира). Из образовавшихся частей могут развиваться полноценные организмы.

4. Спорообразование. Размножение грибов и высших споровых растений с помощью спор способствует их широкому распространению в природе.

Биологические значение бесполого размножения. Так как в бесполом размножении участвует только одна клетка или один организм, образовавшееся потомство является точной копией материнского организма (то есть генотип каждого органима идентичен генотипу материнского организма). В настоящее время на основе использования этого свойства бесполого размножения налажено создание (клонирование) многочисленных копий некоторых сложных растений и животных. Биологическое значение бесполого размножения состоит в обеспечении быстрого размножения и увеличения численности организмов того или иного вида.

1. Какими способами размножаются в основном организмы?
2. Какие виды бесполого размножения вы знаете?
3. Почему организмы, образовавшиеся в результате бесполого размножения, генетически сходны друг с другом и родительскими организмами.

1. Объясните способы бесполого размножения одноклеточных организмов в сравнении друг с другом.
2. Объясните способы бесполого размножения многоклеточных организмов на основе примеров.
3. Каковы сходства и различия бесполого размножения одноклеточных и многоклеточных организмов?
4. Объясните биологическое значение бесполого размножения.

§ 41. Половое размножение

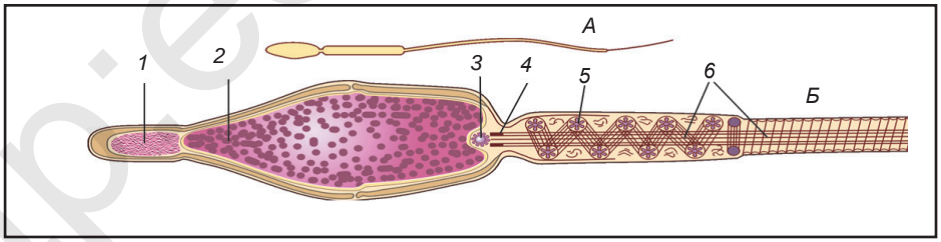
Половым размножением называют смену поколений и развитие организмов на основе специализированных половых клеток,

http://eduportal.uz

образующихся в половых железах. При половом размножении новый организм развивается в результате слияния двух половых клеток, образованных разными родителями.

Половое размножение имеет огоромное биологическое значение. Преимущество его перед бесполым размножением заключается в том, что оно создает возможность комбинации генетических признаков обоих родителей. Поэтому потомство может быть более жизнеспособным, чем родители, и более приспособленным к условиям среды. Половому размножению принадлежит важнейшая роль в эволюции организма.

Половые клетки и их строение. Половые клетки различаются размерами и формой. Мужские половые клетки — сперматозоиды, то есть семенные клетки — отличаются от женских половых клеток — яйцеклеток — значительно меньшими размерами и подвижностью. Сперматозоид млекопитающих (рис. 35) имеет форму длинной нити, которая состоит из трех частей: головки, шейки, хвостика. В головке располагается ядро, в передней части головки имеется уплотненный участок цитоплазмы, с помощью которого сперматозоид проникает в яйцеклетку. В шейке располагаются клеточный центр и митохондрии. Шейка непосредственно переходит в хвостик. По строению хвостик напоминает жгутик и является двигательным органоидом сперматозоида.



Сперматозоиды млекопитающих: *А — общий вид; Б — схема строения:*

Рис. 35.

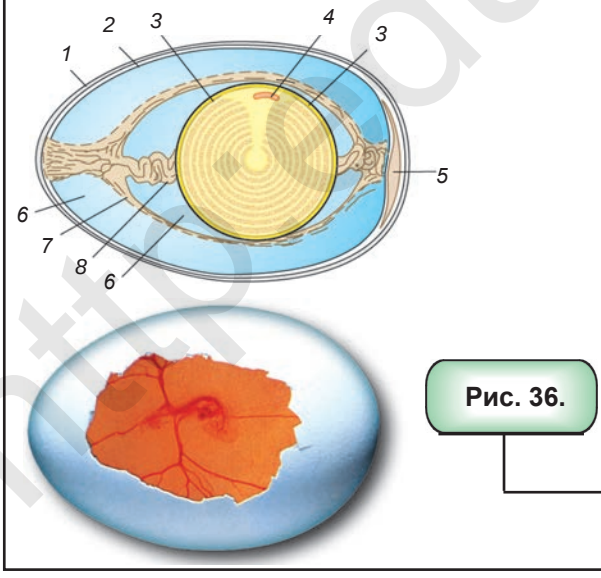
1 акросома;
2 ядро;
3 центриоль в головной части;
4 центриоль в задней части;
5 митохондриальная спираль;
6 стержневая нить или жгутик

http://eduportal.uz

Яйцеклетки имеют чаще всего округлую амебовидную форму, они неподвижны. Основное отличие яйцеклеток от других клеток — крупные размеры, что связано с наличием в цитоплазме богатого белком вещества — желтка. Наиболее крупных размеров достигают яйцеклетки у яйцекладущих позвоночных (пресмыкающиеся и птицы, см. рис. 36). Яйцеклетка несет в себе всю наследственную информацию, необходимую для развития организма.

Развитие половых клеток (гаметогенез). Половые клетки (гаметы) развиваются в половых железах. Мужские — сперматозоиды — в семенниках, женские — яйцеклетки (или яйца) — в яичниках. Развитие сперматозоидов называют ***сперматогенезом***, развитие яйцеклеток — овогенезом (рис. 37). Процесс образования половых клеток — как сперматозоидов, так и яйцеклеток — осуществляется в несколько стадий.

Первая стадия — период размножения, в котором первичные половые клетки делятся путем митоза, в результате чего увеличивается их количество. При сперматогенезе размножение первичных половых клеток очень интенсивное, оно начинается с



1 • скорлупа;
2 • подскорлуповая оболочка;
3 • желток;
4 • зародышевый диск;
5 • воздушная камера;
6 • белковая оболочка;
7 • белковые волокна;
8 • халаза (канатик)

Рис. 36. ***Схематическое строение куриного яйца:***

http://eduportal.uz

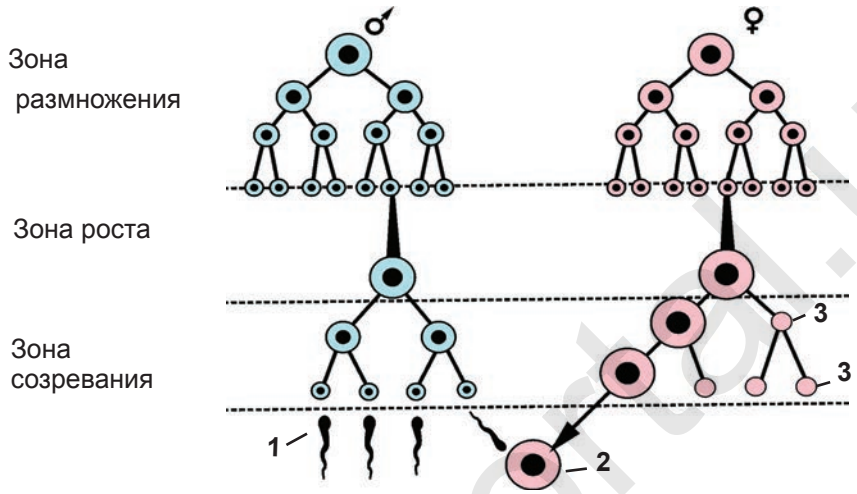


Схема развития сперматозоидов и яйцеклетки:

Рис. 37.

1 • *сперматозоид;*
2 • *яйцеклетка;*
3 • *направительные тельца*

наступления половой зрелости и затухает лишь к старости. При овогенезе размножение женских половых клеток у низших беспозвоночных также продолжается всю жизнь.

Вторая стадия — период роста. Отдельные первичные половые клетки переходят в зону роста, увеличиваются в размерах, накапливают питательные вещества. Количество молекул ДНК в них увеличивается вдвое. Первичные сперматозоиды в зоне роста увеличиваются незначительно. Однако яйцеклетки – овоциты — увеличиваются в размерах иногда в сотни, а чаще в тысячи раз. Рост яйцеклеток осуществляется за счет веществ, образуемых другими клетками организма. Например, у рыб, амфибий, пресмыкающихся и птиц основную массу яйца составляет желток. Желток — совокупность питательных веществ (жиров, белков, углеводов и др.), необходимых для питания развивающегося зародыша. Кроме того, в первичной половой клетке синтезируют-

http://eduportal.uz

ся многочисленные белки и большое количество разнообразных ДНК.

Третья стадия — период созревания, или мейоз. Клетки, вступающие в период созревания, содержат диплоидный набор хромосом и уже удвоенное количество ДНК. В этот период клетки путем мейоза образуют гаплоидный набор хромосом.

Четвертая стадия — период формирования — состоит в приобретении клетками определенной формы и размера. К этому периоду яйцеклетки покрываются специальными оболочками и готовы к оплодотворению. Во многих случаях, например, у пресмыкающихся, птиц и млекопитающих вокруг клетки возникает ряд дополнительных оболочек (см.рис.36). Их функция заключается в защите яйцеклетки и зародыша от внешних неблагоприятных воздействий.

В зависимости от строения сперматозоиды имеют различные размеры и форму. Основная функция сперматозоидов состоит в

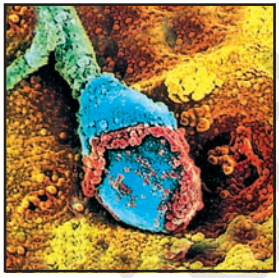


Рис. 38. ***Проникновение сперматозоида в яйцеклетку при оплодотворении***

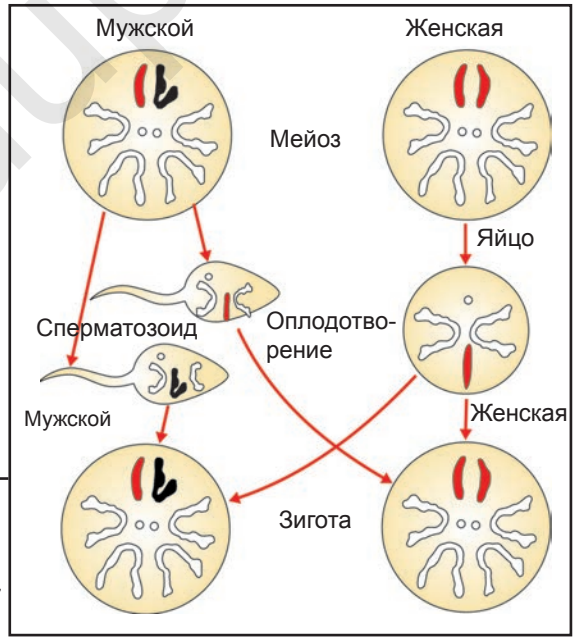


Рис. 39. ***Схема восстановления диплоидного набора хромосом при присоединении сперматозоида к оплодотворяемой яйцеклетке***

http://eduportal.uz

доставке в яйцеклетку генетической информации и стимуляции ее развития. В сформировавшихся сперматозоидах содержатся митохондрии, коплекс Гольджи и специальные ферменты, растворяющие мембрану яйцеклетки во время оплодотворения. В результате оплодотворения яйцеклетки сперматозоидом возникает зигота, обладающая диплоидным набором (см. рис. 38, 39).

1. В чем заключается осоновное отличие полового размножения от бесполого?
2. На какие стадии делится гаметогенез?
3. Чем отличается яйцеклетка от сперматозоида?
4. Объясните биологическое значение полового размножения.

§ 42. Оплодотворение

Оплодотворение представляет собой процесс слияния женской и мужской гамет – клеток с гаплоидным набором хромосом. Оплодотворенная яйцеклетка носит название зиготы. В ядре зиготы все хромосомы вновь становятся парными: в каждой паре гомологичных хромосом одна хромосома отцовская, другая — материнская. Следовательно, диплоидный набор хромосом, характерный для соматических клеток каждого вида организмов, восстанавливается при оплодотворении.

Оплодотворение у животных. У большинства водных и земноводных животных оплодотворение непосредственно связано с водой. Эти животные в период размножения выделяют очень много яйцеклеток и сперматозоидов в воду, где сперматозоиды проникают в яйцеклетку и оплодотворяют ее. Это — внешнее осеменение. У животных, обитающих на суше, наблюдается внутреннее осеменение.

В процессе оплодотворения сперматозоид сначала приближается к яйцеклетке. Под воздействием ферментов, находящихся в головке сперматозоида, оболочка яйцеклетки растворяется и в

http://eduportal.uz

ней образуется небольшое отверстие, через которое ядро сперматозоида проникает внутрь яйцеклетки. Гаплоидные ядра обеих гамет, соединяясь, образуют единое гаплоидное ядро, после чего начинается деление и развитие ядра зиготы.

В большинстве случаев одну яйцеклетку оплодотворяет только один сперматозоид. У некоторых животных в яйцеклетку могут проникать два или несколько сперматозоидов, однако в оплодотворении яйцеклетки участвует только один сперматозоид, остальные погибают.

Оплодотворение у растений. Рассмотрим процесс оплодотворения у покрытосеменных (цветковых) растений (рис. 40). У покрытосеменных растений мужские гаметы созревают в пыльцевом зерне, которое состоит из двух клеток. Более крупная из этих клеток называется **вегетативной**, а более мелкая **— генератив-**

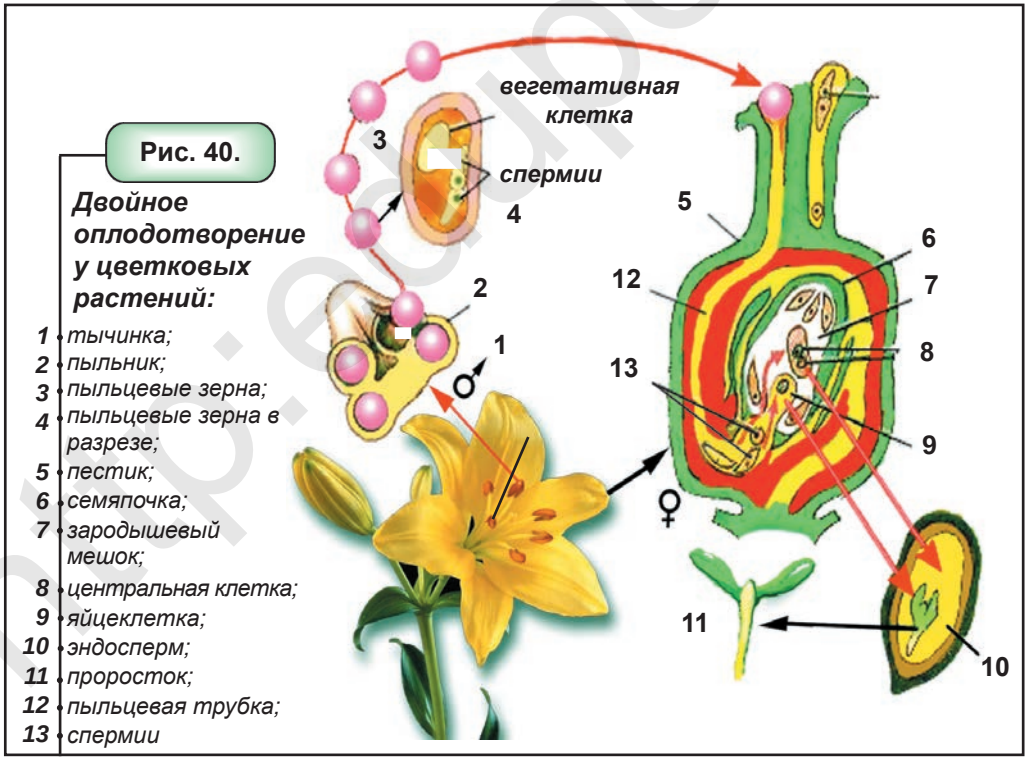


Рис. 40.

Двойное оплодотворение у цветковых растений:

1 • *тычинка;*
2 • *пыльник;*
3 • *пыльцевые зерна;*
4 • *пыльцевые зерна в разрезе;*
5 • *пестик;*
6 • *семяпочка;*
7 • *зародышевый мешок;*
8 • *центральная клетка;*
9 • *яйцеклетка;*
10 • *эндосперм;*
11 • *проросток;*
12 • *пыльцевая трубка;*
13 • *спермии*

http://eduportal.uz

ной клеткой. Вырастая, вегетативная клетка образует длинную тонкую трубку. Генеративная клетка в вегетативной клетке делится надвое, образуя два спермия. Пыльцевые трубки быстро растут и проникают в рыльце и столбик пестика и направляются в сторону завязи. Пыльцевые трубки растут с различной скоростью, однако только одна из них, опередив остальные, достигает зародышевого мешка, где происходит оплодотворение. Один из спермиев, находящихся в пыльцевой трубке, сливается с яйцеклеткой и образует диплоидную зиготу, из которой развивается зародыш. Второй спермий сливается с диплоидной центральной клеткой, и в результате возникает новая клетка с триплоидном ядром, т.е. в нем содержится три набора хромосом. Из нее развивается эндосперм семени. У покрытосеменных (цветковых) растений триплоидный эндосперм является запасным питательным материалом для развивающегося зародыша.

Следовательно, сущность двойного оплодотворения у цветковых растений состоит в том, что один из спермиев,сливаясь с яйцеклеткой, образует зародыш, а второй спермий, сливаясь с центральной клеткой, образует эндосперм.

Этот универсальный для всех покрытосеменных растений половой процесс был открыт в 1898 г. академиком С.Г.Навашиным, а триплоидная природа эндосперма была открыта в 1915 г. его сыном М.С.Навашиным.

Партеногенез — это развитие зародыша из неоплодотворенной яйцеклетки. Партеногенез бывает естественным и искусственным. Естественный партеногенез наблюдается у отдельных ракообразных (дафнии), чешуекрылых (пчелы, осы), тлей и частично у птиц (фазаны). При искусственном партеногенезе неоплодотворенная яйцеклетка развивается под воздействием различных механических и химических факторов. Например, если на неоплодотворенную яйцеклетку лягушки воздействовать иглой, из нее может развиться зрелый, но только женский организм.Искусственный партеногенез используется при размножении шелко-

http://eduportal.uz

пряда, лягушек, кроликов, водорослей, грибов, зерновых и бобовых культур.

1. Как происходит оплодотворение у животных? Объясните на примерах.
2. Как происходит двойное оплодотворение у растений?
3. Когда и кем было открыто двойное оплодотворение и триплодная природа эндосперма?
4. Что такое партеногенез? Объясните его виды на примерах.

§ 43. Эмбриональный период развития

Индивидуальное развитие организмов называется ***онтогенезом***. Понятие онтогенеза было введено в науку в 1886 году Е.Геккелем. Онтогенез одноклеточных организмов начинается с их возникновения и завершается их делением или гибелью. Онтогенез многоклеточных организмов начинается с образования зиготы и завершается естественной смертью организма.

Различают три типа онтогенеза. 1. Личиночное развитие. Такой тип онтогенеза наблюдается у насекомых, лягушек, у многих паразитических червей. 2. Безличиночное развитие. Этот тип онтогенеза характерен для рыб, пресмыкающихся и птиц. 3. Развитие в утробе матери. Оно происходит у человека и других высших млекопитающих.

Онтогенез делится в основном на два периода: 1) **эмбриональное** развитие; 2) **постэмбриональное** развитие. У многоклеточных организмов, независимо от сложности их организации, стадии эмбрионального развития едины. В эмбриональном периоде выделяют три основных этапа: дробление, гаструляцию и первичный органогенез.

Дробление. Зигота образуется в результате слияния яйцевых и семенных клеток. На стадии зиготы наблюдаются перераспределение веществ цитоплазмы, поляризация и синтез бел-

http://eduportal.uz

ка. Оплодотворенное яйцо – клетка и в то же время уже организм на самой ранней стадии его развития. В результате многократных делений одноклеточный организм превращается в многоклеточный. Уже через несколько минут после оплодотворения яйцеклетки начинает делиться ядро, а вместе с ним делится и цитоплазма. Яйцеклетка делится на две одинаковые по величине клетки, называемые **бластомерами**. В первый раз яйцеклетка делится в меридианной плоскости. Затем каждый из бластомеров одновременно делится также в меридианной плоскости, в результате чего образуются четыре одинаковые клетки. Следующее третье деление происходит в экваториальной плоскости – образуются восемь клеток.

В дальнейшем меридианное и экваториальное деления чередуются, что приводит к образованию 16, 32, 64 и т.д. бластомеров, представляющих собой очень близко расположенные друг к другу клетки. Клетка, образующаяся после каждого деления, уменьшается в размерах, поэтому данный процесс называется **дроблением**. В период дробления накапливается клеточный материал для дальнейшего развития клеток (рис. 41). Завершается дробление образованием многоклеточного зародыша **бластулы**. Бластула имеет форму шара со стенкой, состоящей из одного слоя клеток. Внутренняя полость бластулы заполнена жидкостью и носит название первичной полости тела – **бластоцеля**.

При дроблении митотический цикл протекает очень быстро, бластомеры не растут и их размеры уменьшаются с увеличением количества клеток. Для дробления характерны и другие особенности, свойственные всем видам животных.

Гаструляция. Бластула, состоящая из большого числа клеток (например, у ланцетника их 3000), в результате дальнейшего развития переходит во вторую стадию, которая называется **гаструлой**. На стадии гаструлы зародыш становится двухслойным. Наружный слой клеток зародыша называют **эктодермой**, внутренний слой – энтодермой. Совокупность процессов, приводящих к образованию гаструлы, называют **гаструляцией**.

http://eduportal.uz

У ланцетника гаструла образуется за счет впячивания стенки бластулы в первичную полость тела, у некоторых животных — путем послойного расположения стенки бластулы (рис. 42).

У многоклеточных животных (кроме кишечнополостных) возникает третий слой, называемый **мезодермой**. Мезодерма располагается между экто- и энтодермой в первичной полости тела — бластоцеле. Вследствие появления мезодермы зародыш становится трехслойным. Теперь он состоит из эктодермы, энтодермы и мезодермы, называемых зародышевыми листками (рис. 43). У всех позвоночных животных зародышевые листки гомологичны.

Сущность процесса гаструляции заключается в перемещении клеточных масс. Клетки зародыша практически не делятся и не растут. Однако на этой стадии начинается использование генетической информации клеток зародыша, появляются первые признаки дифференциации.

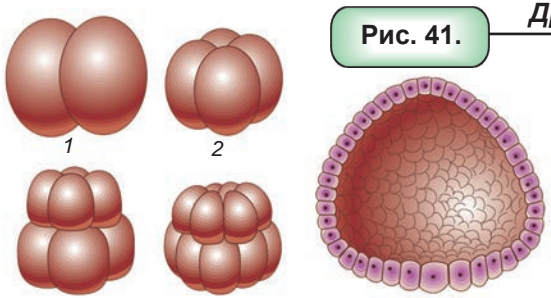
Дифференциация – это процесс возникновения и нарастания структурных и функциональных различий между отдельными клетками и частями зародыша. С **морфологической** точки зрения дифференцирование выражается в том, что образуются несколько сотен типов клеток специфического строения, отличающихся друг от друга. Из неспециализированных клеток бластулы постепенно появляются клетки эпителия кожи, кишечника, легких, нервные, мышечные и другие клетки.

С **биохимической** точки зрения специализация клеток характеризуется синтезом определенных белков, свойственных только данному типу клеток. Например, лимфоциты синтезируют защитные белки — антитела, мышечные клетки – сократительный белок — миозин. Каждая клетка синтезирует белки, свойственные только ей. Биохимическая специализация клеток обеспечивается дифференциальной активностью генов, т.е. в клетках зародышевых листков – зачатков определенных органов и систем — начинают функционировать разные группы генов.

У разных видов животных одни и те же зародышевые листки дают начало одним и тем же органам и тканям. Это свидетель-

http://eduportal.uz

Рис. 41. ***Дробление зиготы ланцетника:***



1 • 2 бластомера;
2 • 4 бластомера;
3 • 8 бластомеров;
4 • 16 бластомеров

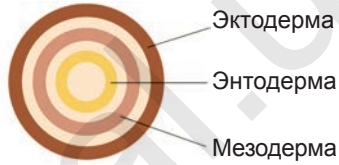


Рис. 43. ***Схема расположения зародышевых листков в первичных тканях зародыша***

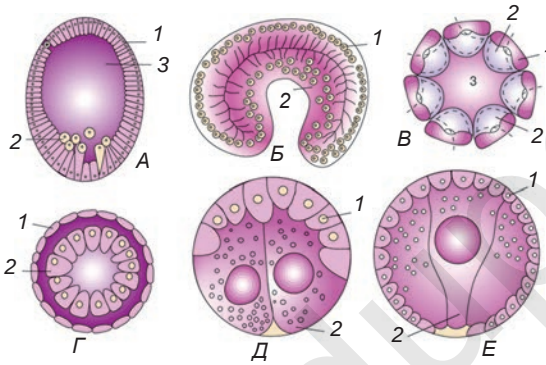
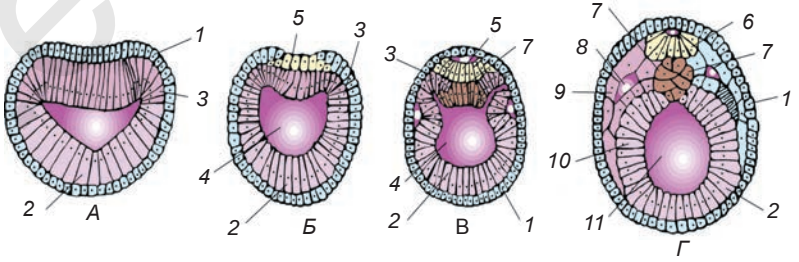


Рис. 42. ***Различные виды гаструляции:***

А • миграция клеток у кишечнополостных;
Б • впячивание бластулы у ланцетника;
В,Г • послойное расположение бластулы у пресмыкающихся и птиц;
Д,Е • врастание бластулы у амфибий;

1 — эктодерма,
2 — энтодерма,
3 — бластоцель

Рис. 44. ***Схема образования осевых органов у ланцетника:***



А • гаструла (поперечный разрез);
Б,В • формирование нервной трубки;
Г • образование хорды, кишечной трубки и третьего зародышевого листка;

1 • эктодерма;
2 • энтодерма;
3 • начальная мезодерма;
4 • полость гаструлы (гастроцель);
5 • нервная пластинка;
6 • нервная трубка;
7 • хорда;
8 • вторичная полость (целостная);
9 • мезодерма;
10 • кишечная трубка;
11 • кишечная полость

http://eduportal.uz

ствует о том, что все они гомологичные органы. Из зародышевого листка эктодермы у членистоногих, хордовых (рыб, амфибии, рептилий, птиц и млекопитающих) образуются эпителий кожи, а также его производные, нервная система и органы осязания, эмаль зубов. Из энтодермы образуются эпителий кишечника пищеварительные железы, печень, поджелудочная железа, легкие и жабры. Из мезодермы формируются соединительные (хрящи, кости, кровь и лимфа) и мышечные ткани, кровеносная и выделительная системы, а также половые органы.

Гомологичность зародышевых листков у большинства животных является одним из доказательств общности происхождения животного мира.

Органогенез. После завершения гаструляции у зародыша образуется комплекс осевых органов: нервная трубка, хорда, кишечная трубка. Образование осевых органов называют также стадией **нейрулы.** У ланцетника осевые органы формируются, как показано на рис. 44. Особого внимания заслуживает развитие нервной трубки. Эктодерма спинной стороной прогибается по средней линии, превращаясь в желобок, а эктодерма, расположенная справа и слева от него, начинает нарастать на его края. Желобок — зачаток нервной системы – погружается под эктодерму и края его смыкаются. Образуется нервная трубка. Вся остальная эктодерма — зачаток кожного эпителия.

Спинная часть энтодермы, располагающаяся непосредственно под нервным зачатком, обособляется от остальной энтодермы и сворачивается в хорду. Дальнейшая дифференциация клеток зародыша приводит к возникновению из зародышевых листков многочисленных тканей и органов. На протяжении развития эмбриона его различные части, взамодействуя между собой, регулируют развитие друг друга. Такое взаимодействие называется **эмбриональной индукцией**. Эмбриональная индукция впервые была открыта в 20–30-х годах XX века немецким ученым Г.Шпеманом в результате экспериментов над лягушками. Для изучения этого процесса часть эмбриона пересаживают в другую часть

http://eduportal.uz

второго эмбриона. Если пересадить развивающуюся часть нервной системы в гаструле лягушки в брюшную эктодерму в гаструле другой лягушки, то в том месте начнут развиваться дополнительная нервная трубка, хорда и образуется дополнительный плод. Таким образом, пересаженный осевой орган, воздействуя на окружающие ткани, играет организационную роль и регулирует их развитие.

1. Что называется онтогенезом?
2. Опишите типы онтогенеза.
3. Объясните этап дробления эмбриона.
4. Перечислите зародышевые листки и органы, образующиеся из них.
5. Что такое эмбриональная индукция? Какой ученый открыл ее?

Задачи для самостоятельного решения

1. Сколько бластомеров образуется на этапе дробления эмбриона ланцетника после третьего деления в экваториальной плоскости?

2. Сколько раз должно произойти деление клеток в меридианной и экваториальной плоскостях, чтобы число бластомеров в эмбрионе ланцетника достигло 128?

§ 44. Постэмбриональное развитие

В момент выхода организма из яйцевых оболочек или рождения заканчивается эмбриональный и начинается постэмбриональный период развития. Постэмбриональное развитие может быть прямым и непрямым (метаморфоз). При **прямом** развитии из яйцевых оболочек или у матери рождается организм, похожий на взрослый, но небольших размеров (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие). Постэмбриональное развитие этих животных сводится в основном к росту и половому созреванию. При **непрямом** (метаморфоз) развитии из яйца выходит личинка, резко отли-

http://eduportal.uz

чающаяся от взрослого организма по своему строению. Личинка питается, растет и со временем личиночные органы заменяются органами взрослого организма. Следовательно, при непрямом развитии разрушаются личиночные органы и возникают органы, присущие взрослым животным.

Рассмотрим непрямое постэмбриональное развитие на нескольких примерах. У асцидий (тип хордовые, подтип личиночнохордовые) образуется личинка, обладающая всеми основными признаками хордовых животных: хордой, нервной трубкой, жаберными щелями в глотке (рис. 45).

Личинка свободно плавает, затем прикрепляется к какой-либо твердой поверхности на дне и подвергается метаморфозу. Хвост исчезает, хорда, мышцы и нервная трубка распадаются на отдельные клетки, образуя фагоциты. От нервной трубки остается лишь группа клеток, участвующих в образовании нервного узла. Строение тела взрослой асцидии нисколько не напоминает обычное строение хордовых животных. Только знание строения асцидий позволяет сделать вывод, что это животное происходит от хордовых, которые вели свободный образ жизни. Основная при-

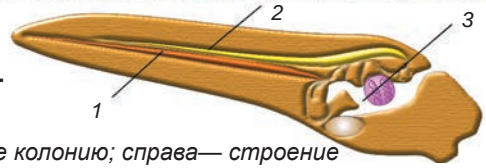


Рис. 45. **Метаморфоз у асцидий.**

Сверху — взрослые животные, образующие колонию; справа— строение личинки асцидии: 1— хорда, 2— нервная трубка, 3— жаберные щели

http://eduportal.uz

чина возникновения метаморфоза у асцидий — переход к сидячему образу жизни.

Личиночная форма лягушки — головастик (рис. 46), для которого характерны жаберные щели, боковая линия, двухкамерное сердце, один круг кровообращения. В процессе метаморфоза под влиянием гормона щитовидной железы тироксина исчезают хвост и боковая линия, развиваются легкие и второй круг кровообращения. По ряду особенностей головастики схожи с рыбами (боковая линия, строение сердца и кровеносной системы, жаберные щели).

Примером непрямого развития – метаморфоза может служить также развитие насекомых (рис. 47). Личинки жуков и бабочек резко отличаются от взрослых животных по внешнему строению, образу жизни и среде обитания. Их предки схожи с кольчатыми червями. Таким образом, метаморфоз связан с переменой образа жизни и среды обитания.

Биологическое значение метаморфоза заключается в том, что личинки и взрослые особи одного вида обитают в различ-

Рис. 46.

Стадии метаморфоза у лягушки.

Сверху слева — вышедшие из яиц головастики; вверху справа — начало метаморфоза; внизу — молодая лягушка с остаточным хвостом

http://eduportal.uz

Рис. 47.

Стадии развития (метаморфоза) бабочки с полным превращением:

выход гусеницы из яйца, образование куколки, выход бабочки из куколки

ных условиях, поэтому они не соперничают за среду обитания и источники питания. Свободно живущие личинки оседлых или паразитических организмов, передвигаясь, помогают расширению ареала вида.

Постэмбриональный период развития может иметь разную продолжительность. Например, личиночная стадия гусеницы шелкопряда длится 20—24 дня, а взрослая бабочка живет 5—10 дней. Личинка лягушки — головастик превращается в лягушку за 2—3 месяца. Взрослая лягушка живет несколько лет. Постэмбриональное развитие сопровождается ростом. У растений, кольчатых червей, некоторых моллюсков и рыб рост продолжается всю жизнь. У большинства животных рост прекращается после полового созревания. Человек перестает расти после 20–25 лет.

1. Какое развитие называется постэмбриональным?
2. На какие виды делится постэмбриональное развитие?
3. Объясните прямое постэмбриональное развитие на примерах.
4. Объясните метаморфоз асцидий.
5. В чем заключается биологическое значение метаморфоза?

http://eduport.uz

§ 45. Влияние внешней среды на развитие эмбриона

На эмбриональное и постэмбриональное развитие организмов большое влияние оказывают факторы внешней среды. Особенно восприимчивы к изменениям условий внешней среды эмбрионы. К числу факторов, отрицательно воздействующих на развитие плода в утробе матери, относятся алкоголь, никотин, содержащийся в составе табака, наркотические вещества. Они не только наносят вред здоровью человека, но и обусловливают появление хромосомных и генных мутаций в половых клетках.

Употребление беременными женщинами даже незначительных количеств алкоголя, никотина и наркотических веществ оказывает отрицательное влияние на физическое и психическое развитие плода и является причиной рождения слабого и нездорового потомства. В постэмбриональном периоде на развитие организма оказывают существенное влияние и абиотические факторы — температура, влажность, недостаток кислорода, различные химические соединения, которые могут ускорять или замедлять развитие организма.

В настоящее время наблюдается ускорение роста и полового созревания у детей и подростков по сравнению с предшествующими поколениями. Это явление называется **акселерацией**.

Гомеостаз. Свойство организмов сохранять неизменными свое строение и постоянство внутренней среды независимо от факторов внешней среды называется **гомеостазом**. В обеспечении гомеостаза — сохранении морфологического строения и целостности организма — важное значение имеет регенерация. **Регенерацией** называется восстановление отживших в результате жизнедеятельности организма или поврежденных из-за какого-либо воздействия клеток, тканей или органов организма.

В сохранении постоянства внутренней среды участвуют все системы организма. В результате сохраняется постоянство темпе-

http://eduportal.uz

ратуры тела, химический состав ионов и газов, кровяное давление, дыхание и скорость сердцебиения, обмен веществ.

Анабиоз. Иногда при наступлении неблагоприятных условий у организмов наблюдается крайнее замедление или временная приостановка обмена веществ. Это состояние называется анабиозом (от греч. “ana” — новый, “bios” — жизнь). Примером анабиоза являются споры микроорганизмов, цисты простейших животных, яйца птиц, семена растений.

1. Какое влияние оказывают абиотические факторы на постэмбриональное развитие?
2. Что называется акселерацией? Каковы ее причины?
3. Что называется гомеостазом?
4. Что такое анабиоз? Приведите примеры анабиоза.

§ 46. Общие закономерности развития. Биогенетический закон. Закон зародышевого сходства

Все многоклеточные организмы развиваются из оплодотворенного яйца (зиготы). Развитие зародышей у организмов, относящихся к одному типу, во многом сходно. У всех хордовых животных в эмбриональном периоде развития формируется внутренний скелет – хорда, возникает нервная трубка, в переднем отделе глотки образуются жаберные щели. На ранних стадиях развития зародыши позвоночных очень схожи (рис. 48). Эти факты подтверждают справедливость закона зародышевого сходства, сформулированного К.Бэром: «Эмбрионы обнаруживают, уже начиная с самых ранних стадий, известное общее сходство в пределах типа». Сходство зародышей разных систематических групп свидетельствует об общности их происхождения.

В дальнейшем в строении зародышей проявляются признаки класса, семейства, вида и, наконец, признаки, характерные для данной особи. Расхождение признаков зародышей в процессе

http://eduportal.uz

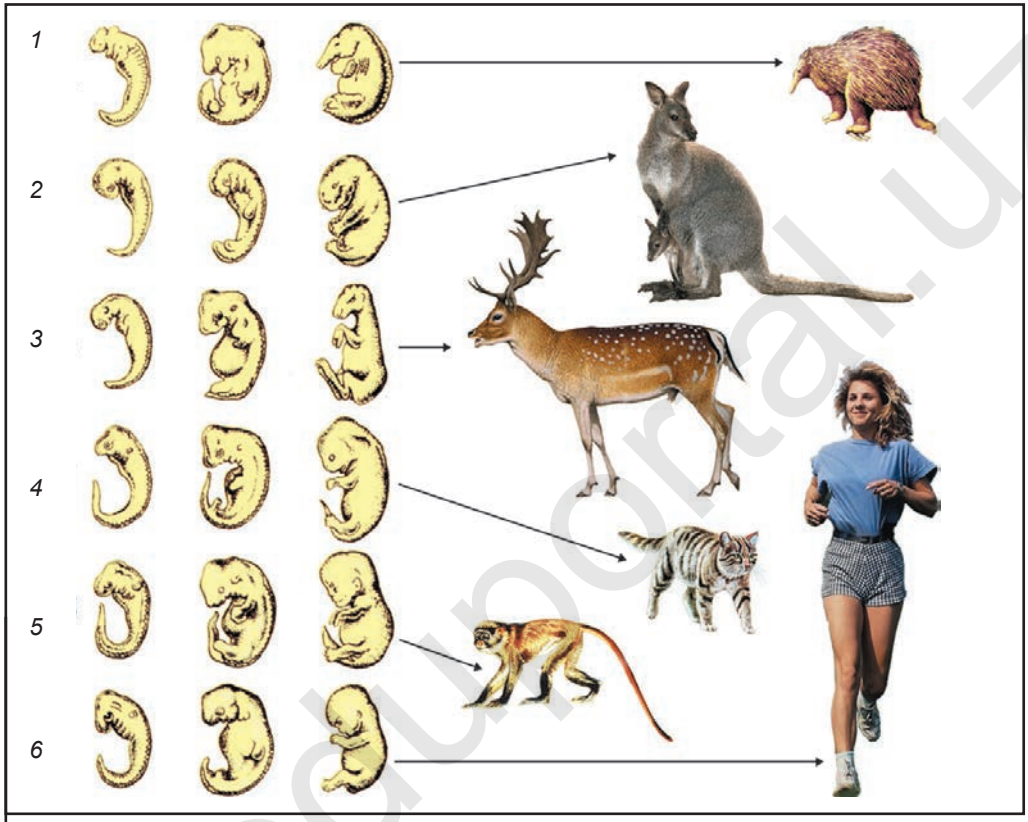


Рис. 48.

Зародышевое сходство у позвоночных.

1 • *клоаковые (ехидна);*
2 • *сумчатые (кенгуру);*
3 • *парнокопытные (олень);*
4 • *хищники (кошки);*
5 • *приматы (мартышка);*
6 • *человек*

эмбрионального развития называют **эмбриональной дивергенцией.**

В ходе своего развития организм претерпевает постоянные изменения. **Мутация** приводит к изменению генов, влияющих на строение и обмен веществ зародыша на ранних стадиях его развития. Измененные признаки играют огромную роль в последующих процессах развития. Зачаток хорды влияет на образование

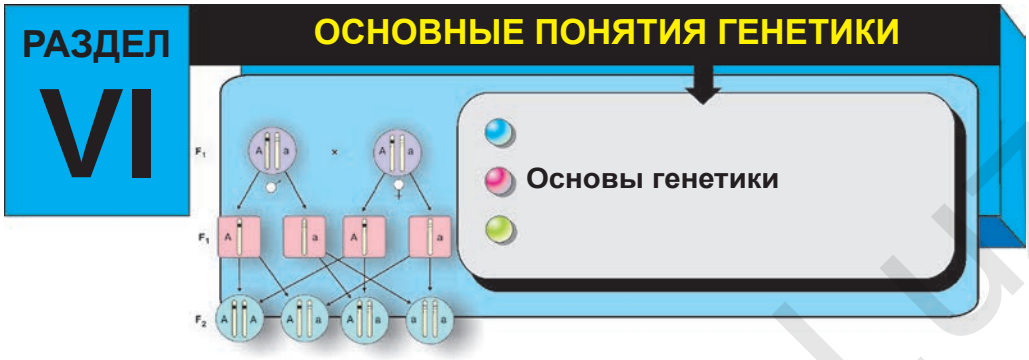
http://eduportal.uz

нервной трубки, с его утратой развитие прекращается. Поэтому изменения на ранних стадиях обычно приводят к отставанию в развитии или к гибели. Изменения на более поздних стадиях развития, воздействуя на менее значительные признаки, выявляют полезные для организма признаки, которые выбираются в процессе естественного отбора.

Появление в эмбриональном периоде развития современных животных признаков, присущих их далеким предкам, отражает эволюционные преобразования в строении органов. Организм в своем развитии проходит одноклеточную стадию (зигота), т.е. филогенетически повторяет стадию первобытной амебы. У всех позвоночных, даже у имеющих высшую организацию, вначале появляется хорда, которая затем замещается позвоночником, а у их предков хорда оставалась на всю жизнь. В процессе эмбрионального развития у птиц, млекопитающих и человека в глотке появляются жаберные щели. Строение сердца эмбриона человека на ранних стадиях его развития схоже со строением сердца у рыб: оно с одним желудочком, одним предсердием и одним кругом кровообращения. У беззубых китов в эмбриональном периоде появляются зубы, которые не прорезываются, а разрушаются и рассасываются. Приведенные выше примеры указывают на тесную связь между индивидуальным и историческим развитием организмов. Эта взаимосвязь нашла свое отражение в **биогенетическом законе,** открытом немецкими учеными Ф.Мюллером и Е.Геккелем во второй половине XIX века: “Каждый индивид в процессе своего развития (онтогенеза) в кратце повторяет историческое развитие (филогенез) вида, к которому он относится, то есть онтогенез — это краткое повторение филогенеза”.

1. Какой закон был сформулирован К.Бэром?
2. Что называется эмбриональной дивергенцией?
3. Какими учеными был открыт биогенетический закон? Объясните его на основе примеров.

http://eduportal.uz



Глава VII ОСНОВЫ ГЕНЕТИКИ

§ 47. История развития генетики

Термин “генетика” (от греч. “genetikos” — рождение, происхождение) был введен в науку в 1906 году английским ученым В.Бетсоном.

Генетика изучает два свойства организмов – наследственность и изменчивость.

Наследственность – это свойство родителей передавать свои признаки и особенности развития следующим поколениям. Благодаря этому все особи в пределах вида сходны между собой. Наследственность позволяет животным, растениям и микроорганизмам сохранять из поколения в поколение характерные признаки рода, породы, сорта и штамма.

Изменчивость – это способность организмов проявлять новые признаки и свойства. Благодаря изменчивости все особи в пределах вида различаются между собой. Следовательно, наследственность и изменчивость – это два противоположных, но взаимосвязанных свойства организма. Если благодаря наследственности сохраняется однородность вида, то изменчивость, напротив, делает вид неоднородным. Различия между особями одного вида могут зависеть от изменения генотипа организма. Изменчивость определяется и внешними условиями.

Генетика доказывает существование наследственной единицы — гена, обеспечивающего передачу из поколения признаков

http://eduportal.uz

и свойств организмов. Передача генов последующим поколениям осуществляется путем размножения.

Совокупность всех генов одного организма называют **генотипом.** Совокупность всех характерных признаков организмов называют **фенотипом.** Фенотип организмов зависит от их генотипа, а также в определенной степени от факторов внешней среды.

Перед наукой генетикой стоят слеующие задачи:

— изучение материальных основ наследственности — структуры и функций хромосом и генов;

— выяснение закономерностей передачи последующим поколениям признаков и свойств организмов и их развития;

— раскрытие закономерностей появления у организма наследственной изменчивости под влиянием физических и химических факторов;

— разработка эффективных методов создания необходимых для человека продуктивных сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов;

— изучение причин возникновения у людей различных наследственных заболеваний, поиск и нахождение эффективных методов их профилактики и лечения.

Для решения этих задач генетика использует ряд следующих методов.

Гибридологический метод. Сущность данного метода состоит в изучении наследования поколениями, полученными в результате скрещивания, признаков и свойств родителей.

Цитогенетический метод. При использовании этого метода наряду с наследованием родительских признаков с помощью специальных микроскопов изучается состояние хромосом.

Молекулярно-генетический метод. С помощью данного метода изучаются структура и функции ДНК и РНК, являющихся материальной основой наследственности.

Онтогенетический метод. С помощью этого метода изучается

http://eduportal.uz

влияние генотипа и факторов внешней среды на проявление фенотипа в процессе индивидуального развития организмов.

Генная инженерия. Данный метод позволяет осуществлять работы по пересадке ценных генов одного организма в другой организм.

История развития науки генетики. В истории развития генетики можно выделить следующие основные этапы.

Первый этап. Открытие Г.Менделем и его последователями законов наследственности и наследования.

Второй этап. Создание хромосомной теории и ее развитие.

Третий этап. Внедрение в генетические исследования достижений химии, физики. кибернетики и других наук. Этот этап связан в основном с использованием таких методов, как электронная микроскопия и рентгеноструктурный анализ.

В развитие генетики внесли свой вклад многие зарубежные ученые. Научные исследования в области генетики проводили также ученые Узбекистана академики АН РУз Д.А.Мусаев, О.Джалилов, Н.Назиров, С.Мирахмедов, А.Абдукаримов, Абдуллаев и другие. Они внесли достойный вклад в развитие этой науки.

При изучении наследственности гибридологическим методом используются следующие генетические символы. Скрещивание обозначается символом “x”; материнский организм — “♀” (зеркало Венеры), отцовский организм — “♂” (щит и копье Марса), родительские организмы — буквой “P” (от лат. “Parents” — родители); гаметы, образующиеся у родительских организмов и гибридов, — буквой Г; первое поколение гибридов, полученных в результате скрещивания, — буквой F_1, второе поколение гибридов — буквой F_2 (от лат. “Filio”— дети). Скрещивание гибридов первого поколения F_1 с доминантными или рецессивными гомозиготными организмами называется повторным —**анализирующим скрещиванием**, или **беккроссом**. Полученное при этом поколение обозначается символом $F_в$.

http://eduportal.uz

1. Что называется наследственностью? Объясните на примерах.
2. Что называется изменчивостью?
3. На какие этапы делится история развития генетики? Опишите каждый этап.
4. Кого из ученых Узбекистана, проводивших исследования в области генетики, вы знаете?

§ 48. Законы Менделя. Первый закон Менделя

Основные закономерности передачи признаков в ряду поколений при половом размножении были впервые установлены чешским ученым Грегором Менделем. Его исследования долгое время не были правильно оценены. Лишь в 1900 году они были заново открыты и подтверждены крупными учеными Г.де Фризом, Э.Чермаком и К.Корренсом. Поэтому 1900 год считается годом, когда закладывались основы генетики — новой отрасли биологии — науки о закономерностях наследственности и изменчивости.

Мендель проводил свои опыты на растениях гороха, различающихся по одному, двум и, наконец, трем и более признакам. Полученные гибриды он проверял на протяжении нескольких поколений (F_1, F_2, F_3), обращая особое внимание на поколение каждого гибридного растения. У растения гороха много разных сортов, отличающихся друг от друга хорошо выраженными наследственными признаками. Например, имеются сорта с белыми и пурпурными цветками, с высоким и низким стеблем, с желтыми и зелеными семенами, с гладкими или морщинистыми семенами. Каждая из указанных особенностей наследуется в пределах данного сорта. Наследственные признаки гороха, изученные Менделем:

Признак	Доминантный	Рецессивный
Форма семян	Гладкая	Морщинистая
Окраска семян	Желтая	Зеленая
Окраска цветка	Красная	Белая
Длина стебля	Длинный	Короткий
Форма стручка	Простые бобы	Членистые бобы

http://eduportal.uz

У гороха обычно происходит самоопыление, но возможно и перекрестное опыление.

Мендель применил гибридологический метод исследования — скрещивание родительских форм, отличающихся друг от друга определенными признаками, и проследил проявление изучаемых признаков в ряду поколений.

Аналитическим путем он вычленял из большого разнообразия признаков растений одну или несколько пар противоположных друг другу признаков и прослеживал их проявление в последующих поколениях. Сущность опытов Менделя состояла в точном количественном учете проявления изучаемых признаков у всех особей. Это позволило ему выявить определенные количественные закономерности в наследственности.

Метод, использованный Менделем, получил название **гибридологического метода** или **метода скрещивания**. Обычно скрещивание родительских форм, наследственно различающихся только по одной паре признаков, называется **моногибридным скрещиванием**. Скрещивание родительских форм, различающихся по двум парам признаков, носит название **дигибридного скрещивания** и, наконец, скрещивание организмов, различающихся по трем и более парам признаков, — **полигибридным скрещиванием**.

Моногибридное скрещивание. Анализ закономерностей скрещивания Мендель начал с моногибридного скрещивания.

Примером моногибридного скрещивания является, например, скрещивание растений гороха с красными и белыми цветками, растений гороха с желтыми и зелеными семенами. Если скрестить растения гороха с желтыми и зелеными семенами, то у всех растений первого поколения гибридов, полученных в результате скрещивания, семена будут желтыми.

Противоположный признак (зеленые семена) как бы исчезает. В этом проявляется установленное Менделем правило единообразия первого поколения гибридов. Признак желтой окраски семян как бы подавляет проявление противоположного признака (зеленой окраски) и все семена у гибридов F_1 оказываются желтыми. Явление

http://eduportal.uz

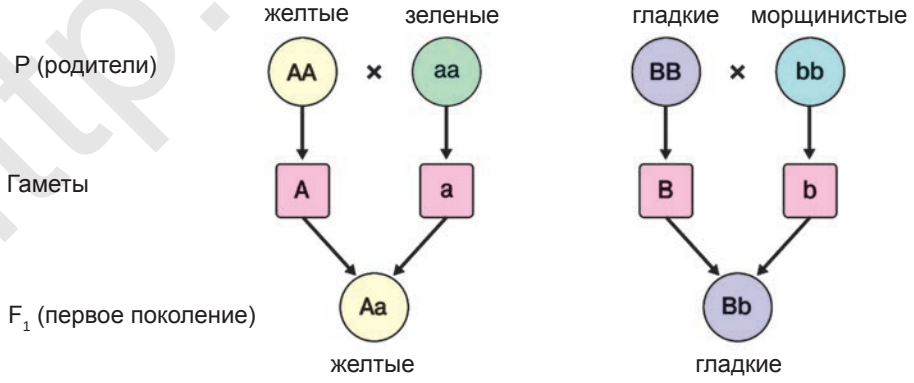
преобладания признака получило название **доминирования**, а преобладающий признак — называют **доминантным**.

Закон единообразия гибридов первого поколения — первый закон Менделя – называют **законом доминирования.**

В рассматриваемых примерах желтая окраска и гладкая форма семян, красная окраска цветков доминируют над зеленой окраской, морщинистой формой семян и белой окраской цветков.

Противоположный признак, не проявляющийся в поколении F_1, называют **рецессивным** признаком. Доминантные признаки принято обозначать прописной буквой А, а рецессивные признаки – строчной а. Если в генотипе организма (зиготы) есть два одинаковых аллельных гена, такой организм называют **гомозиготным**. Организм может быть гомозиготным по доминантным (АА или ВВ) или по рецессивным генам (аа или bb). Если же гены отличаются друг от друга, например, один из них доминантный, а другой рецессивный (Аа или Bb), такой организм называется **гетерозиготным**.

Первый закон Менделя можно сформулировать следующим образом: *При скрещивании двух гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все первое поколение гибридов (F_1) окажется единообразным по генотипу и фенотипу и будет нести признак одного из родителей*. Приводим результаты, полученные в поколении F_1 при скрещивании сортов растений гороха с желтой и зеленой окраской и гладкой и морщинистой формой семян:



http://eduportal.uz

Второй закон Менделя (закон расщепления). Если гибридов первого поколения F_1 в гетерозитном состоянии скрестить между собой, то во втором поколении F_2 будет наблюдаться явление расщепления. Признаки обоих родителей проявляются в определенном соотношении: 3/4 полученных особей будут иметь доминантный признак, 1/4 – рецессивный.

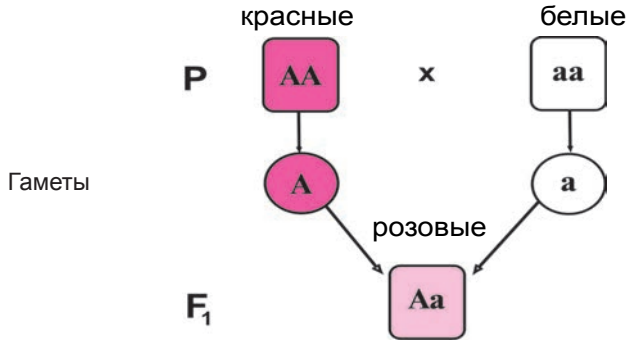
В результате скрещивания гетерозиготных организмов определенная часть полученных поколений проявляет доминантные признаки, другая часть – рецессивные. Это явление называется **вторым законом Менделя, или законом расщепления признаков.**

Таким образом, второй закон Менделя, или закон расщепления, можно сформулировать следующим образом: *При скрещивании двух потомков первого поколения F_1 между собой (двух гетерозиготных особей) во втором поколении F_2 наблюдается расщепление в определенном числовом соотношении: по фенотипу 3:1, по генотипу 1:2:1*.

25 % организмов, полученных во втором поколении F_2, являются гомозиготными доминантными (АА), 50 % — гетерозиготны по доминантному признаку (Аа) и 25 % – гомозиготны по рецессивному признаку (аа).

Неполное доминирование. В опытах Менделя желтая окраска семян гороха полностью доминировала над зеленой, красная окраска цветков — над белой. Однако в природе при скрещивании некоторых растений и животных это наблюдается не всегда. Часто признаки у гетерозиготных форм носят промежуточный характер, т.е. доминирование может быть неполным. Ниже представлены результаты скрещивания двух наследственных форм растения ночной красавицы. Одна из них имеет красные цветки, другая белые. Все гибриды первого поколения имеют розовые цветки, т.е. носят промежуточный характер:

http://eduportal.uz



При скрещивании между собой гибридов первого поколения F_1 в потомстве гибридов второго поколения F_2 расщепление по фенотипу и генотипу составляет 1 : 2 : 1 (рис.49).

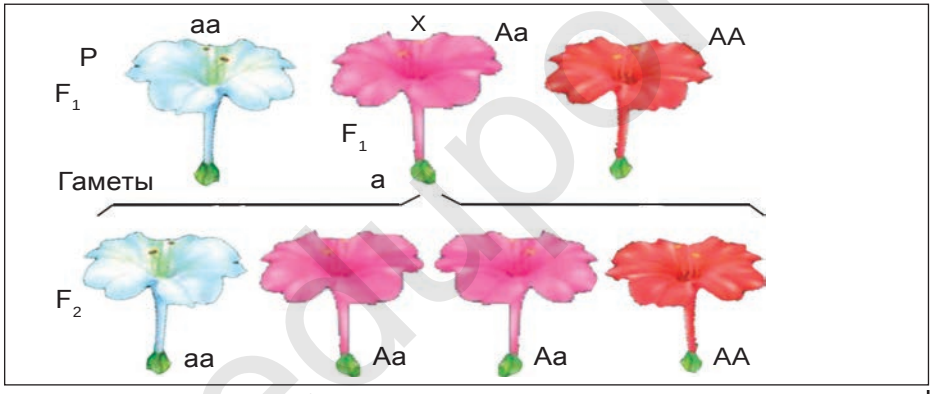


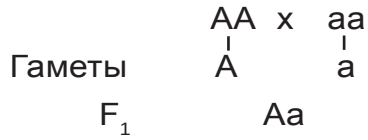
Рис. 49. ***Неполное доминирование у ночной красавицы***

Неполное доминирование, или промежуточное наследование наблюдается при изучении окраски ягод клубники, строения перьев у птиц, окраски перьев у андалузских кур, биохимических признаков у человека и др.

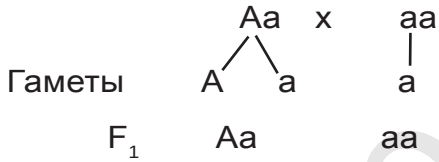
Анализирующее скрещивание. Полное доминирование наследственных признаков, полученное Менделем при моногибридном скрещивании, не позволяет определить по фенотипу первого поколения гибридов гомозиготность или гетерозиготность их генотипа. Для этого повторно скрещивают организм с неизвестным генотипом и гомозиготный организм, имеющий рецессивный фенотип. Такое

http://eduportal.uz

скрещивание носит название анализирующего скрещивания. Если доминантный организм гомозиготен, потомство в первом поколении будет единообразным, то есть расщепления не произойдет:



Если же организм гетерозиготен, то получится иная картина:



Такой результат является прямым доказательством того, что один из родительских организмов гетерозиготен и образует два вида гамет.

Гипотеза чистоты гамет. Мендель предположил, что наследственные факторы при образовании гибридов не смешиваются, а сохраняются в неизменном виде. Гибрид F_1, полученный от скрещивания родителей, различающихся по альтернативным признакам, содержит оба признака: доминантный и рецессивный. Связь между поколениями при половом размножении осуществляется через половые клетки гаметы. Допустим, что каждая гамета несет только один признак из пары. Тогда при оплодотворении слияние двух гамет с рецессивными признаками приводит к образованию организма с рецессивным признаком, проявляющимся фенотипически. Слияние же гамет, несущих по доминантному признаку, или же двух гамет, одна из которых содержит доминантный, а другая — рецессивный признак, будет приводить к развитию организма с доминантным признаком. Таким образом, появление во втором

http://eduportal.uz

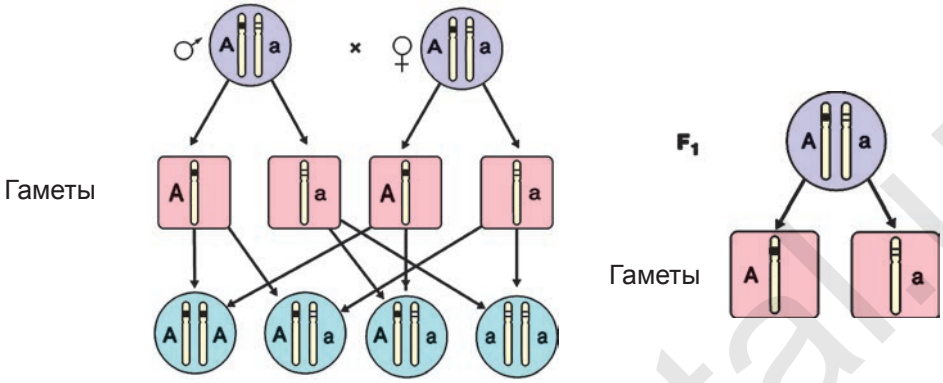
поколении (F_2) организма с рецессивным признаком может иметь место только при соблюдении двух условий: 1) если у гибрида наследственные факторы сохраняются неизменными; 2) если половые клетки (гаметы) содержат только один наследственный фактор из аллельной пары.

Расщепление признаков в потомстве при скрещивании гетерозиготных особей Мендель объяснил тем, что гаметы генетически чисты, то есть несут только один ген из аллельной пары.

Цитологические основы наследования. В то время, когда Мендель сформулировал гипотезу чистоты гамет, еще ничего не было известно о митозе, развитии гамет и мейозе. В настоящее время благодаря успехам цитологии законы Менделя получили твердую цитологическую основу.

Каждый вид растений и животных обладает определенным числом хромосом. В соматических клетках число всех хромосом парное, то есть все хромосомы диплоидные, а в половых клетках хромосомы гаплоидные. Легко понять, что при мейозе из каждой пары гомологичных хромосом в гаметы попадает по одной, а следовательно, и по одному гену из каждой пары хромосом. При образовании диплоидного набора хромосом хромосомы и пары генов в них вновь восстанавливаются в зиготе. Понятно, что если начальные родительские организмы гомозиготны и один из них содержит хромосомы с доминантными генами, а другой — хромосомы с рецессивными генами, то первое поколение гибридов будет гетерозиготным. Во время созревания половых клеток у гетерозиготной особи в процессе мейоза гомологичные хромосомы попадают в разные гаметы и в гаметах будет по одному гену из каждой пары. Цитологической основой расщепления признаков при моногибридном скрещивании является то, что в результате мейоза гомологичные хромосомы расходятся и образуются гаплоидные половые хромосомы.

http://eduportal.uz



Аллельные гены. Образование пар генов, определяющих взаимоисключающие признаки, прослеживается на примере наследования у растений гороха, ночной красавицы и др. Так, гены, обусловливающие желтую и зеленую окраску семян гороха, а также белую и красную окраску цветков ночной красавицы и др., являются примером таких пар. Парные гены называются **аллельными генами**. Таким образом, гены, определяющие желтую и зеленую окраску семян гороха, — аллельные гены (аллели). Аллельные гены располагаются в гомологичных, то есть парных хромосомах, вследствие чего при мейозе они переходят в разные гаметы.

1. О чем было не известно в науке, когда Мендель сформулировал гипотезу чистоты гамет?
2. Каким числом хромосом обладают соматические клетки?
3. Что является цитологической основой расщепления признаков при моногибридном скрещивании?

§ 49. Лабораторная работа 6
Решение задач о моногибридном скрещивании

1. У кур розовидный гребень является доминантным (А) признаком, а простой —рецессивным (а). Каким будет фенотип и генотип гибридов

http://eduportal.uz

поколения F_1 при скрещивании между собой кур с розовидным гребнем и петухов с простым гребнем?

а) какой результат можно ожидать в поколении F_2 при скрещивании между собой кур и петухов поколения F_1?

б) а при повторном скрещивании кур поколения F_1 и петухов с простым гребнем?

2. У кроликов нормальная длина шерсти является доминантным (B) признаком, а короткая шерсть — рецессивным (b). Организмы с каким фенотипом могут быть получены при скрещивании между собой организмов, имеющих следующие генотипы:

Bb x Bb; BB x bb; Bb x BB?

3. Красная окраска (A) плодов томата доминирует над желтой (a). В опыте плоды родительских организмов имели красную окраску, однако при скрещивании их между собой 3/4 полученных томатов были красными, 1/4 — желтыми. Определите фенотипы родительских организмов и гибридов поколения F_1.

4. Скрестили форму гомозиготного хлопчатника, имеющую неограниченное (S) число плодоносных ветвей с формой, имеющей ограниченное (s) число плодоносных ветвей. Определите генотипы и фенотипы гибридов первого F_1 и второго F_2 поколений.

§ 50. Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя

Организмы отличаются друг от друга по многим признакам. Закономерности наследования двух и более пар признаков можно изучить путем дигибридного, или полигибридного, скрещивания.

Дигибридным, или полигибридным, скрещиванием называют скрещивание родительских форм организмов, различающихся по двум и более парам признаков. Для дигибридного скрещивания Мендель взял гомозиготные растения гороха, различающиеся по двум парам признаков: цветом (желтый и зеленый) и формой (гладкие и морщинистые) семян. Желтый цвет (A) и гладкая форма (B) семян гороха доминантны, а зеленый цвет (a) и морщинистая

http://eduportal.uz

форма (b) рецессивны. Каждое растение образует один тип гамет по изученным аллелям. Потомство, полученное при слиянии этих гамет, будет единообразным, т.е. желто-гладким.

В гибридах первого поколения из каждой пары аллельных генов в гамету попадает только один. При этом в результате первого деления мейоза ген А может попасть в одну гамету с геном В или с геном b, точно так же, как и ген а может попасть в одну гамету с геном В или с геном b. В каждом организме образуется много половых клеток, и в силу статистических закономерностей у каждого гибрида F_1 образуются четыре типа гамет в одинаковом количестве (по 25 %): AB,Ab,aB, ab.

В процессе оплодотворения каждая из четырех типов гамет одного организма может случайно встретиться с любой из гамет другого организма. Это можно легко установить с помощью решетки Пеннета. Над решеткой по горизонтали выписывают гаметы одного организма, а по левому краю решетки по вертикали – гаметы второго организма. В квадратики же вписывают генотипы зигот, образующихся при слиянии гамет (см. рис. 50). Подсчитать, на сколько групп делятся по фенотипу организмы, возникшие во втором поколении F_2, очень легко.

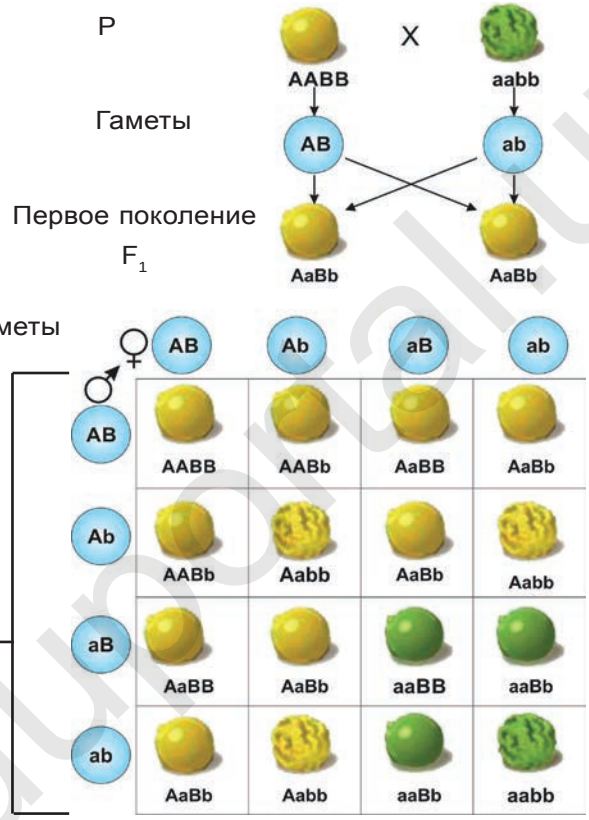
По фенотипу дигибриды делятся на четыре группы в следующем соотношении: 9 желтых гладких, 3 зеленых гладких, 3 желтых морщинистых, 1 зеленый морщинистый. Если рассчитать результаты расщепления в отдельности, то отношение числа желтых семян к числу зеленых и отношение числа гладких к числу морщинистых для каждой пары составит 3:1. Таким образом, при дигибридном скрещивании каждая пара признаков подвергается расщеплению, как и при моногибридном скрещивании, независимо от другой пары признаков. При дигибридном скрещивании во втором поколении F_2 соотношение по фенотипу составляет 9 : 3 : 3 : 1, по генотипу — 1:2:2:4:1:2:1:2:1.

В процессе оплодотворения вероятность случайных сочетаний гамет для всех них одинакова. В образовавшихся зиготах возникают

http://eduportal.uz

Рис. 50.

Наследование цвета и формы семян у растений гороха



различные комбинации генов. Независимое распределение признаков в результате возникновения различных комбинаций генов при дигибридном скрещивании возможно лишь в том случае, если пары аллельных генов расположены в разных гомологичных хромосомах. Отсюда можно сформулировать третий закон Менделя: *При скрещивании родительских организмов, отличающихся друг от друга по двум или более парам альтернативных признаков, гены и соответствующие им признаки наследуются независимо друг от друга.*

С помощью законов Менделя можно понять расщепление и в более сложных случаях – при различиях гибридов по трем, четырем и более парам признаков. Если родительские организмы

http://eduportal.uz

различаются по одной паре признаков, расщепление во втором поколении будет 3:1, при дигибридном скрещивании – 9:3:3:1. Можно рассчитать также число типов гамет, образующихся у гибридов. Общая формула расчета гамет у полигибридов – 2^n, где n – число гетерозиготных пар генов в генотипе. У гетерозиготы (Аа) образуется два типа гамет — А и а; у дигетерозиготы Аа и Bb — четыре типа гамет, у тригетерозиготы AaBbCc – восемь типов гамет.

Анализирующее скрещивание. Гибридологический метод, разработанный Менделем для изучения наследственности, позволяет установить, гомозиготен или гетерозиготен организм с фенотипом, доминантным по изучаемому гену. Для этого повторно скрещивают организм с неизвестным генотипом и гомозиготный организм, имеющий рецессивный фенотип.

Анализирующее скрещивание при гетерозиготности организма по двум парам признаков имеет следующий вид:

F_b AaBв x aaвв

	АВ	Ав	аВ	ав
ав	AaBв	Aaвв	aaBв	aaвв

Гибриды, полученные при таком скрещивании, образуют четыре группы отличающихся друг от друга фенотипов в соотношении 1:1:1:1.

1. Что называют дигибридным скрещиванием?
2. Какие законы Менделя имеют место при дигибридном скрещивании?
3. Какие комбинации генов возникают у второго поколения гибридов при дигибридном скрещивании?
4. Какое отношение по фенотипу и генотипу может быть во втором поколении гибридов при дигибридном скрещивании?

http://eduportal.uz

§ 51. Практическая работа 1. Решение задач о дигибридном скрещивании

1. У томата круглая форма (A) плодов доминирует над грушевидной (a), а красный цвет плодов (B) — над желтым (b). Какие гаметы образуют растения томата, имеющие следующие генотипы: а) AABB; б) AaBB; в) aaBB; г) AABb; д) AaBb; е) Aabb ж) aabb.

2. При скрещивании формы хлопчатника, имеющей неограниченное (S) число плодоносных ветвей и цветки желто-лимонного цвета (И), с формой, имеющей ограниченное (s) число плодоносных ветвей и цветки бледно-желтого цвета (и), получили 1/4 растений с неограниченным числом плодоносных ветвей и желто-лимонными цветками, 1/4 растений с ограниченным числом плодоносных ветвей и желто-лимонными цветками, 1/4 растений с неограниченным числом плодоносных ветвей и бледно-желтыми цветками, 1/4 растений с ограниченным числом плодоносных ветвей и бледно-желтыми цветками. Определите генотипы родительских форм, участвовавших в скрещивании.

3. При скрещивании между собой растений гороха с длинным стеблем, белыми цветками и с коротким стеблем, красными цветками в поколении F_1 образуются 120 растений с длинным стеблем, красными цветками, а в поколении F_2 — 720 растений:

а) сколько генотипов будет в поколении F_1?

б) сколько видов гамет будет в поколении F_1?

в) сколько растений в поколении F_2 будут иметь длинный стебель и красные цветки?

г) сколько растений в поколении F_2 будут иметь длинный стебель и белые цветки?

4. У арбуза круглая форма доминирует над удлиненной, зеленая корка — над пятнистой. Круглую пятнистую форму скрестили с удлиненной зеленой. В результате образовалось в F_1 120, в F_2 — 920 растений:

а) определите генотипы и фенотипы родительских организмов и F_1 и F_2;

http://eduportal.uz

б) сколько фенотипов образуют растения поколения F_2?

в) сколько среди них круглых зеленых и удлиненных пятнистых форм?

5. У растений гороха желтая (A) окраска семян доминирует над зеленой (a), гладкая (B) форма — над морщинистой (b), красная (C) окраска цветков — над белой (c). Определите фенотипы растений гороха, полученных в результате скрещивания форм гороха, имеющих следующие генотипы:

а) AaBbCc; aabbcc; б) AaBbCC; aaBBCc.

§ 52. Лабораторная работа 7. Изучение результатов скрещивания растений хлопчатника, томата и ночной красавицы на основе гербария

Цель. Закрепление знаний учащихся о наследовании на основе гербария.

Необходимое оборудование. Гербарии, приготовленные из различных сортов хлопчатника, томата и ночной красавицы, волокна хлопка белой, бурой, рыжей, светло-бежевой окраски, плоды томата различной формы и цвета.

Порядок работы. Учащиеся разделяются на три группы. Каждая группа работает над отдельными растениями, сообщает результаты и обосновывает их.

1. Изучите гербарии различных сортов растений томата. Определите доминантные и рецессивные признаки, изучите форму стеблей, листьев, плодов и сопоставьте их между собой.
2. Изучите гербарии различных сортов растений хлопчатника. Определите доминантные, рецессивные и промежуточные признаки. Определите причину различной окраски волокон.
3. Изучите гербарии сортов растений ночной красавицы с красной, белой и розовой окраской цветков. Сопоставьте стебли, листья и строение цветков. На основе результатов работы заполните следующую таблицу.

http://eduportal.uz

Растение	Доминантный признак	Рецессивный признак	Промежуточный признак
Хлопчатник			
Томат			
Ночная красавица			

§ 53. Взаимодействие неаллельных генов

Открытые Г.Менделем законы наследственности отражают состояния, когда каждый ген определяет развитие только одного какого-либо признака, независимо от других.

В результате изучения наследования признаков у многих других видов, сортов и пород организмов открыты новые закономерности деятельности генов, доказывающие, что наследование большинства признаков в организме связано с деятельностью не одного, а нескольких генов, относящихся к различным парам аллелей.

Неаллельные гены проявляют в основном две формы взаимодействия: 1) комплементарную (взаимодополняющую);

2) эпистатическую (эпистаз) и полимерную (полимерия).

Наряду с несколько независимым воздействием на развитие некоторых признаков, гены, относящиеся к различным парам аллелей, часто проявляют и другие формы взаимодействия. В результате развитие какого-либо признака в организме происходит под контролем нескольких генов. Примером этого является различная форма гребня у разных пород кур. В результате различных комбинаций генов, возникающих при взаимодействии двух пар генов, образуются четыре варианта формы гребня: простой (aabb), гороховидный (aaBB или aaBb), розовидный (AAbb или Aabb), ореховидный (AABB, AaBB, AABb или AaBb) (рис.51).

Развитие у организма новых признаков, отсутствующих у родителей,в результате взаимодействия двух и более пар

http://eduportal.uz

Рис. 51.

Форма гребня у петухов:

А • простой (aabb);
Б • гороховидный (aaBB или aaBb);
В • ореховидный (AABB или AaBb);
Г • розовидный (AAbb или Aabb)

А Б В Г

неаллельных генов называется комплементарным (или взаимодополняющим) взаимодействием.

Комплементарное взаимодействие четко проявляется при скрещивании между собой растений душистого горошка с белыми цветками. Гибриды первого поколения получаются с красными цветками. При скрещивании гибридов первого поколения между собой у растений второго поколения расщепление идет в соотношении 9:7, то есть растения одного фенотипического класса (9/16) имеют красные цветки, другого (7/16) — белые, следовательно,конечное соотношение равно 9:7. Генотип родительских растений — AAbb и aaBB, и каждый из них обладает доминантным геном (А или В). По отдельности эти гены (А и В) не могут обусловить красную окраску цветков, поэтому цветки родительских растений бывают белыми. При комплементарном наследовании расщепление по фенотипу в поколении F_2 бывает в соотношении 9:3:3:1, 9:7, 9:3:4, 9:6:1.

Эпистатическое взаимодействие генов. Явление доминантности одного аллельного гена в отношении другого неаллельного гена называется **эпистазом**. Рассмотрим сущность данной закономерности на примере наследования цвета перьев у кур. Установлено, что у двух пород кур с белыми перьями генотипы по этому признаку различные, хотя фенотипы одинаковые. Для подтверждения этого были скрещены две породы кур с белыми перьями. Все полученные в первом поколении F_1 гибриды

http://eduportal.uz

имели белые перья. Во втором поколении F_2, полученном при скрещивании между собой кур и петухов первого поколения F_1, наблюдалось расщепление по цвету перьев на две фенотипические группы. 13/16 частей этих кур и петухов имели белые перья, а 3/16 – черные. Таким образом, во втором поколении гибридов, полученных путем скрещивания пород кур и петухов с белыми перьями, появились организмы с новым признаком (черными перьями).

Ознакомимся теперь с генетическими основами такого расщепления у кур и петухов второго поколения при наследовании признака. Белый цвет перьев у пород кур регулируется генотипами IiCC, IICC, IiCc, iicc, IIcc, Iicc, а генотипы iiCC, iiCc обеспечивают черный цвет перьев. Черно-белая окраска перьев кур зависит от двух пар неаллельных генов. Первая пара – ген Cc. Доминантный аллель этого гена и в состоянии CC, и в состоянии Cc обеспечивает черный цвет перьев. Состояние cc этого гена обусловливает белый цвет перьев. Вторая пара неаллельных генов (I–i) регулирует деятельность гена C–c. Этот ген называется ***геном-ингибитором*** и в состояниях II и Ii приостанавливает деятельность гена C, определяющего цвет перьев. В результате, несмотря на наличие в генотипе гена C, черный цвет перьев фенотипически не проявляется, и они остаются белыми. Таким образом, в процессе наследования под воздействием эпистатического взаимодействия неаллельных генов у гибридных поколений также появляются новые признаки, отсутствовавшие у родительских организмов.

При эпистатическом взаимодействии доминантных генов в поколении F_2 наблюдается расщепление в соотношении 13 : 3, 12 : 3 : 1, при эпистазе рецессивных генов — 9 : 3 : 4.

1. В каких формах проявляется взаимодействие генов?
2. Что называется комплементарным взаимодействием генов?
3. Что такое эпистаз? Приведите примеры.

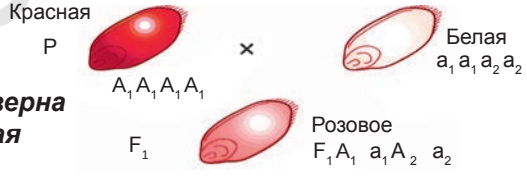
http://eduportal.uz

§ 54. Полимерное и множественное взаимодействие генов

Полимерное взаимодействие генов. Одинаковое действие двух и более неаллельных генов на развитие одного и того же признака в организме называется **полимерным взаимодействием генов**. Полимерное взаимодействие проявляется в количественных признаках: например, масса, рост животных, высота растений, яйценоскость кур, количество и жирность молока у скота, содержание витаминов в растениях и т.п. Степень развития количественных признаков зависит от числа воздействующих полимерных генов.

Явление полимерии первоначально было изучено шведским ученым Нильсоном Эле. Путем скрещивания сортов пшеницы с красными ($A_1A_1A_2A_2$) и белыми ($a_1a_1a_2a_2$) зернами он получил растения F_1, зерна которых были розового цвета (рис. 52). Скрестив гибриды F_1, он получил растения F_2, которые можно разделить на пять групп по цвету их зерен. Количественное соотношение их было следующим: растения с красным зерном —1, с бледно-красным

Рис. 52.



Наследование окраски зерна пшеницы (кумулятивная полимерия)

	$A_1\ A_2$	$A_1\ a_2$	a_1A_2	$a_1\ a_2$
$A_1\ A_2$	Красное $A_1A_1A_2A_2$	Бледно-красное $A_1A_1A_2a_2$	Бледно-красное $A_1a_2A_2A_2$	Розовое $A_1a_1A_2a_2$
$A_1\ a_2$	Бледно-красное $A_1A_1A_2a_2$	Розовое $A_1A_1a_2a_2$	Розовое $A_1a_1A_2a_2$	Бледно-розовое $A_1a_1a_2a_2$
a_1A_2	Бледно-красное $A_1a_1A_2A_2$	Розовое $A_1a_1A_2a_2$	Розовое $a_1a_1A_2A_2$	Бледно-розовое $a_1a_1A_2a_2$
$a_1\ a_2$	Розовое $A_1a_1A_2a_2$	Бледно-розовое $A_1a_1a_2a_2$	Бледно-розовое $a_1a_1A_2a_2$	Белое $a_1a_1a_2a_2$

http://eduportal.uz

зерном — 4, с розовым зерном — 6, с бледно-розовым зерном — 4, с белым зерном —1.

Полимерное наследование делится на кумулятивное и некумулятивное. Некумулятивная полимерия проявляется в наследовании качественных признаков вне зависимости от числа доминантных генов. Наследование количественных признаков осуществляется под воздействием кумулятивной полимерии. Различная степень развития признака у гибридов при кумулятивной полимерии зависит от числа доминантных генов. При кумулятивной полимерии расщепление по фенотипу в поколении F_2 бывает в соотношении 1:4:6:4:1, а при некумулятивной полимерии — в соотношении 15 :1.

Изучение закономерностей наследования путем полимерии имеет очень большое значение. Количественные признаки организмов, в частности, полезные для человека количественные признаки культурных растений и домашних животных, наследуются и развиваются под воздействием полимерных генов. Например, такие признаки, как масса тела животных, количество и жирность молока, содержание сахара в корнеплодах сахарной свеклы, длина колоса зерновых, длина початка кукурузы и др.

Множественное действие генов. Выше мы рассмотрели влияние нескольких генов на развитие одного признака. Вместе с тем выяснено также влияние одного гена на развитие нескольких признаков. Это явление называется **плейотропией**. Плейотропия широко распространена в природе и имеет важное значение. Она встречается во многих генах растений и животных. Например, ген, обусловливающий отсутствие пигмента в глазах хорошо изученной в генетическом отношении плодовой мушки дрозофилы, снижает ее плодовитость, воздействует на окраску некоторых внутренних органов и является причиной сокращения продолжительности жизни. Ген, обеспечивающий темно-красную окраску цветков у цветковых растений, определяет и темно-красную окраску стебля и веток.

Встречаются, например, породы кур с махровым оперением.

http://eduportal.uz

Такие перья обычно не прилегают к телу и часто выпадают, что приводит к выделению из тела кур большого количеств тепла, к нарушению пищеварения и сердечно-сосудистой системы. Все это оказывает отрицательное воздействие на плодовитость и жизнеспособность кур.

В результате плейотропного воздействия некоторых генов развитие различных органов в организме претерпевает существенные изменения, вследствие чего они погибают. Такие гены называют **летальными,** т.е. генами, приводящими к гибели. Например, желтая и черная окраска шерсти у мышей зависит от одной пары аллельных генов (Аа). Если этот ген находится в рецессивном гомозиготном состоянии (аа), то шерсть мыши будет иметь черную окраску.

Мыши с желтой шерстью всегда имеют гетерозиготное состояние (Аа). Среди них никогда не встречаются доминантно гомозиготные (АА) особи, так как ген, обусловливающий желтую окраску шерсти, в доминантно гомозиготном состоянии приводит к гибели организма. Указанное подтверждается результатами следующего опыта. Были скрещены родительские мыши с желтой шерстью, имеющие генотип (Аа). В их поколении получены мыши с желтой и черной шерстью. Но количественное их соотношение составляло не 3:1, как обычно, а 2:1. Это связано с тем, что доминантно гомозиготные (АА) мыши погибают уже в период эмбрионального развития.

Следовательно, доминантно гомозиготный ген обладает летальным свойством, т.е. приводит к гибели организма. Обширный материал, накопленный в настоящее время в генетике по изучению наследственности у самых различных растений, животных и микроорганизмов, свидетельствует о многостороннем действии генов. Представленные факты и наблюдения, касающиеся взаимодействия и множественного действия генов, позволяют значительно углубить знания о природе наследственной основы организма — генотипа. Данные о расщеплении в потомстве гибридов дают возможность утверждать, что генотип состоит из

http://eduportal.uz

отдельных элементов — генов, которые могут отделяться друг от друга и наследоваться независимо. Вместе с тем генотип обладает целостностью и его нельзя рассматривать как простую механическую сумму отдельных генов.

Развитие признаков организма зависит от взаимодействия множества генов, а каждый ген обладает множественным действием, оказывая влияние на развитие не одного, а многих признаков организма.

1. Какой ученый первым изучил полимерное наследование генов?
2. Каково соотношение по фенотипу и генотипу при полимерном наследовании генов?
3. В чем состоит сущность множественного действия генов?
4. Чем отличается взаимодействие генов от законов Менделя?

§ 55. Практическая работа 2. Решение задач о взаимодействии неаллельных генов

1. При скрещивании кур с ореховидным гребнем и петухов с простым гребнем получен следующий результат: а) 50 % кур и петухов с ореховидным гребнем, 50 % — с розовидным гребнем; б) все куры и петухи с ореховидным гребнем; в) 50 % кур и петухов с ореховидным, 50 % — с гороховидным гребнем; г) 25 % кур и петухов с розовидным, 25 % — с гороховидным, 25 % — с ореховидным и 25 % — с простым гребнем. Определите генотипы кур и петухов, взятых для скрещивания, и гибридов F_1.

2. Красная окраска цветков душистого горошка проявляется под влиянием двух неаллельных доминантных генов. Дигетерозиготное растение душистого горошка с красными цветками скрестили с гомозиготным по двум неаллельным генам рецессивным растением душистого горошка с белыми цветками. Определите генотипы и фенотипы гибридов первого поколения F_1.

3. Цветное оперение у кур зависит от доминантного гена С. Рецес-

http://eduportal.uz

сивный ген с не участвует в образовании цвета. Так как ген I, расположенный в другой хромосоме, доминирует над геном C, окраска перьев получается белой, а ген i не влияет на ген C.

Какой будет окраска оперения гибридов F_1 при скрещивании кур и петухов со следующими генотипами: IiCc X iicc; IICC X IiCc?

4. При скрещивании линий хлопчатника с рыжей и зеленой окраской волокна в первом поколении гибридов F_1 получены растения с рыжей окраской волокна. При самоопылении гибридов F_1 в F_2 получены в основном растения с рыжей окраской волокна, частично — с зеленой окраской волокна и в очень незначительном количестве растения с белым волокном. Чем объясняется это явление?

5. Скрестили два сорта кукурузы с длиной початков 20 и 8 см соответственно. Если каждый доминантный ген обусловливает длину початка в 5 см, а рецессивный ген — длину початка в 2 см, какой будет длина початков у первого поколения гибридов F_1 и какую часть от 960 растений поколения F_2 составят формы с тремя доминантными генами?

§ 56. Сцепленное наследование генов

В своих опытах Мендель наблюдал за наследованием семи пар признаков у душистого горошка. Впоследствии многие ученые, изучая наследование различных пар признаков у самых разных организмов, подтвердили законы Менделя. Было признано, что эти законы носят общий характер. Однако в ходе последующих научных исследований было установлено, что отдельные признаки душистого горошка – форма тычинки и окраска цветков – не претерпевают независимого распределения в потомстве. Потомки остались похожими на родителей. Постепенно таких исключений из третьего закона Менделя стало накапливаться все больше. Выяснилось, что в распределении признаков в потомстве и комбинировании расщепляются не все гены. Конечно, у любого организма признаков очень много, а число хромосом невелико. Следовательно, в каждой хромосоме должно находиться много генов. Такие гены называются

http://eduportal.uz

сцепленными и образуют группы сцепления, которые соответствуют гаплоидному набору хромосом. Например, у человека содержится 46 хромосом и 23 группы сцепления, у мушки дрозофилы 8 хромосом — 4 группы, у гороха 14 хромосом — 7 групп сцепления.

Закономерности наследования генов, локализованных в одной хромосоме, изучены Т.Морганом и его учениками в опытах на плодовой мушке дрозофиле. Это насекомое очень удобно для генетических исследований. Мушка очень плодовита: легко разводится при температуре 25 °С в лабораторных условиях, она дает потомство каждые 10—15 дней, обладает многочисленными и разнообразными наследственными признаками и малым числом хромосом (в диплоидном наборе — 8).

Как известно из опытов, гены, локализованные в одной хромосоме, не обнаруживают независимого распределения и наследуются, в основном, совместно. Рассмотрим это на конкретном примере. Если скрестить мушку дрозофилу, имеющую серое тело и нормальные крылья, с мушкой, обладающей темной окраской тела и зачаточными крыльями, то в первом поколении гибридов все мухи будут серыми с нормальными крыльями. Это гетерозиготы по двум парам аллелей (серое тело и нормальные крылья; темное тело и зачаточные крылья). Проведем анализирующее скрещивание дигетерозиготных самок (с серым телом и нормальными крыльями) с самцами, имеющими рецессивные признаки (темное тело и зачаточные крылья).

В соответствии со вторым законом Менделя можно было бы ожидать получения в потомстве мух с четырьмя фенотипами: 25 % с нормальными крыльями и серым телом, 25 % с зачаточными крыльями и серым телом, 25 % с нормальными крыльями и темным телом и 25 % с зачаточными крыльями и темным телом. Однако в опытах Моргана был получен совершенно другой результат.

В данном примере при беккроссе выделяются не четыре, как у дигибридов, а две генотипические группы. Одна из них имеет серое тело и нормальные крылья, а вторая — темное тело и зачаточные крылья. Соотношение составляет 1:1. Это свидетельствует о том,

http://eduportal.uz

что гены А—В и а—b наследуются в сцепленном виде. Такое наследование считается полным сцепленным наследованием генов. На основе этих данных Морган открыл закон сцепленного наследования.

Морган и его ученики доказали также, что иногда гены, расположенные в одной хромосоме, могут наследоваться отдельно друг от друга. Причина состоит в том, что сцепленные гены гомологичных хромосом в процессе мейоза вследствие кроссинговера обмениваются отдельными участками. Их называют гаметами, претерпевшими кроссинговер, так как в результате обмена схожих участков гомологичные хромосомы структурно перестраиваются, и сцепленные гены в них, расходясь из-за кроссинговера, вновь сцепляются в измененном варианте. В результате взятый для беккросса организм образует четыре типа гамет — две гаметы, не подвергшиеся кроссинговеру, и две гаметы, претерпевшие кроссинговер.

Как показали результаты аналитического скрещивания, 83 % мух первого поколения F_1 сохранили исходную родительскую комбинацию признаков — серое тело — нормальные крылья (41,5 %) и темное тело — зачаточные крылья (41,5 %). В поколении $F_в$ 17 % мух отличались от родителей, то есть 8,5 % мух имели серое тело — зачаточные крылья, а 8,5 % — темное тело — нормальные крылья. Эти 17 % называются процентом кроссинговера. Такое наследование называется **неполным сцепленным наследованием**. Из этого примера видно, что гены, обусловившие признаки серое тело – нормальные крылья и темное тело — зачаточные крылья, наследуются преимущественно вместе, или, иначе говоря, в сцепленном виде. Это сцепление является следствием локализации генов в одной и той же хромосоме. Поэтому при мейозе эти гены не расходятся, а наследуются вместе. *Явление сцепления генов, локализованных в одной хромосоме, известно под названием закона Моргана*.Число групп сцепления генов соответствует числу хромосом в гаплоидном наборе.

http://eduportal.uz

Почему же среди гибридов второго поколения появляется небольшое число индивидов с перекомбинацией родительских признаков? Почему сцепление генов не является абсолютным? Согласно исследованиям, указанная выше перекомбинация генов связана с тем, что в процессе мейоза гомологичные хромосомы при конъюгации иногда обмениваются своими участками, или, иначе говоря, между ними происходит перекрест. Очевидно, что при этом гены, расположенные сначала в одной из двух гомологичных хромосом, окажутся в разных гомологичных хромосомах. Между ними произойдет перекомбинация.

Частота перекреста для разных генов оказывается различной, что зависит от расстояния между ними. Чем ближе друг к другу расположены гены в хромосоме, тем реже они разделяются при перекресте и тем выше частота сцепления. Это объясняется тем, что хромосомы обмениваются участками, и близко расположенные гены имеют больше вероятности оказаться вместе. На основе этих закономерностей удалось создать генетические карты хромосом для хорошо изученных в генетическом отношении организмов, на которых указаны расположение генов в хромосомах, их число, признак и относительные расстояния между генами.

Перекрест и обмен участками у гомологичных хромосом имеет место только у самок мушки дрозофилы. У самцов дрозофилы этого явления не наблюдается, поэтому у них сцепление генов, расположенных в одной хромосоме, считается полным сцеплением. Именно по этой причине для анализирующего скрещивания необходимо отбирать самок мушки дрозофилы.

1. В каком соотношении, согласно закону Менделя, будет наблюдаться расщепление в первом поколении, полученном в результате аналитического скрещивания?
2. Почему для проведения генетических экспериментов часто используется плодовая мушка дрозофила?
3. Чем объясняется полное и неполное сцепленное наследование? Что отражено на генетическах картах?

http://eduportal.uz

§ 57. Генетика пола

Изучение половых различий, механизма определения пола и соотношений полов в животном мире имеет важное значение в биологии как с теоретической, так и с практической точек зрения. Так, возможность искусственного регулирования пола животных была бы весьма полезна для сельского хозяйства. У раздельнополых организмов (в том числе и у человека) соотношение полов составляет 1:1. У большинства раздельнополых организмов хромосомы самцов и самок неодинаковы. Рассмотрим эти различия на примере набора хромосом у дрозофилы. У дрозофилы хромосомный набор в диплоидном состоянии равен 8. По трем парам хромосом самцы и самки не отличаются друг от друга. Но в отношении одной пары имеются существенные различия. У самки две одинаковые (парные) палочковидные хромосомы, у самца такая хромосома только одна, ее пару составляет особая двуплечая хромосома. Одинаковые хромосомы, по которым самцы и самки не отличаются друг от друга, называются **аутосомами**. Хромосомы, по которым самцы и самки отличаются друг от друга, называются **половыми хромосомами**.

Таким образом, хромосомный набор дрозофилы состоит из шести аутосом и двух половых хромосом. Половая палочковидная хромосома, присутствующая у самок в двойном числе (XX), а у самца — в единичном (XY) называется **X-хромосомой**, вторая половая хромосома (отсутствующая у самки двуплечая хромосома самца) называется **Y-хромосомой**.

Как сохраняются эти половые различия в хромосомном наборе самцов и самок дрозофилы в процессе размножения? Для ответа на этот вопрос необходимо выяснить, как ведут себя хромосомы в мейозе и при оплодотворении.

При созревании половых клеток у самки мушки в каждую яйцеклетку в результате мейоза переходит гаплоидный набор из четырех хромосом, в том числе одна X-хромосома. При мейозе у

http://eduportal.uz

самца дрозофилы образуется два вида сперматозоидов. Половые хромосомы расходятся к противоположным полюсам клетки. Таким образом, X-хромосома отходит к одному полюсу, а Y-хромосома — к другому.

В связи с этим у самцов дрозофилы образуется два вида сперматозоидов в равном количестве. В сперматозоиды одного вида входят три аутосомы и одна X-хромосома, другого вида – три аутосомы и одна Y-хромосома. При оплодотворении возможны две комбинации. Яйцеклетка с равной вероятностью может быть оплодотворена спермием с X- или Y-хромосомой.

В первом случае из оплодотворенного яйца сформируется самка, во втором — самец. Пол организма зависит от хромосомного набора зиготы.

Хромосомный механизм определения пола у человека точно такой же, что и у дрозофилы. Диплоидный набор хромосом у человека равен 46. В это число входят 22 пары аутосом и две половые хромосомы. У женщин половые хромосомы состоят из двух X-хромосом, а у мужчин из одной X-хромосомы и одной Y-хромосомы. В соответствии с этим у мужчин образуются сперматозоиды двух видов – с X- и Y-хромосомами (рис. 53).

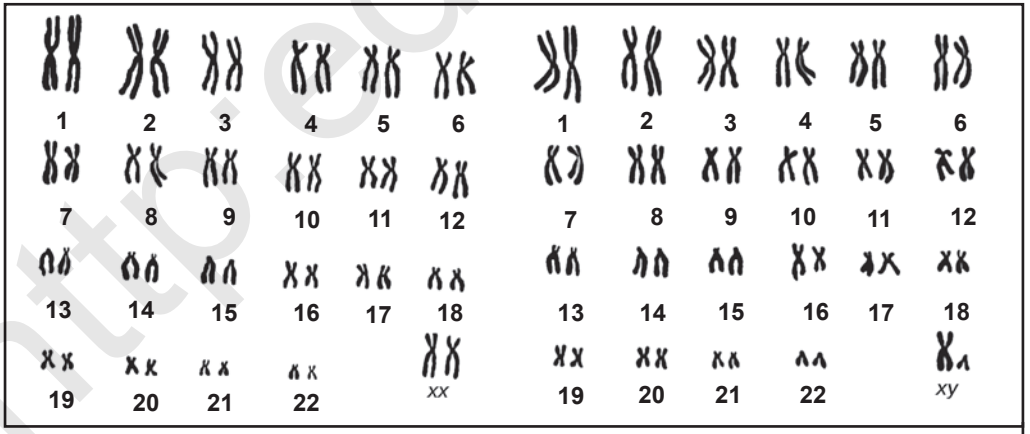


Рис. 53. ***Кариотип человека.*** *Справа— женщины, слева— мужчины*

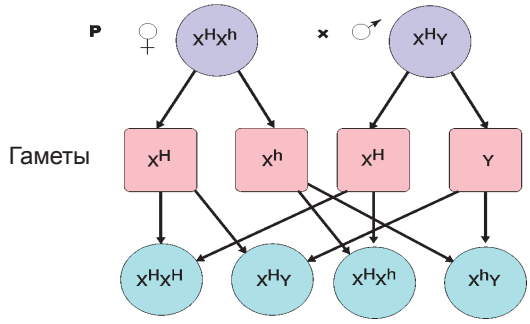
http://eduportal.uz

У некоторых раздельнополых организмов (например, у отдельных насекомых) Y-хромосом вообще не бывает. В таких случаях у самца оказывается на одну хромосому меньше: вместо X- и Y-хромосом у него бывает лишь X-хромосома. При образовании в процессе мейоза мужских гамет эта X-хромосома не имеет партнера для конъюгации и переходит в одну из клеток. В результате половина сперматозоидов имеет X-хромосому, а другая половина лишена ее. При оплодотворении яйцеклетки спермием с X-хромосомой образуется комплекс с двумя X-хромосомами, и из такой яйцеклетки развивается женский организм. В случае же оплодотворения яйцеклетки спермием без X-хромосомы развивается организм с одной X-хромосомой, который будет самцом.

Вместе с тем в природе существует и другой тип определения пола, который характеризуется женской гетерогаметностью. Здесь имеют место отношения, обратные рассмотренным выше. Женскому полу свойственны разные половые хромосомы или только одна X-хромосома. Мужской пол обладает парой одинаковых X-хромосом. По всей видимости, в этих случаях будет иметь место женская гетерогаметность, тогда как все спермии в отношении хромосомного комплекса остаются одинаковыми (всегда имеют одну X-хромосому).

Следовательно, пол зародыша будет определяться тем, какое яйцо – с X-хромосомой или Y-хромосомой – будет оплодотворено. Женская гетерогаметность наблюдается у бабочек, птиц и пресмыкающихся.

Наследование, сцепленное с полом. Морган и его ученики не только установили возможность определения пола по половым хромосомам, но и выявили закономерности наследования в сцепленном с полом виде. Согласно их утвержде-



ниям, гены располагаются не только в аутосомах, но и в половых хромосомах. Признаки, обусловленные такими генами, наследуются в сцепленном с полом виде. Например, ген дрозофилы, обусловливающий красный (A) и белый (a) цвет глаз, расположен в половой X-хромосоме. Этот признак наследуется в сцепленном с полом виде.

Гены, расположенные в половых хромосомах человека, также наследуются в сцепленном с полом виде. Например, гены, обусловливающие такие заболевания, как гемофилия (несвертываемость крови) и дальтонизм (неспособность различать красный и зеленый цвета), расположены в X-хромосомах. Эти заболевания наследуются в сцепленном с полом виде.

Наследование гемофилии показано на схеме на примере брака женщины, имеющей ген, обусловливающий гемофилию (X^HX^h), и здорового мужчины (X^HY). У половины детей, рожденных от этого брака, было заболевание гемофилией. Гены, расположенные в Y-хромосоме, передаются от отца только сыновьям. В настоящее время изучено наследование очень многих нормальных и патологических признаков, сцепленных с полом.

1. Какие хромосомы называют половыми?
2. Какие хромосомы называют аутосомами?
3. Какой пол называется гомогаметным и гетерогаметным?

§ 58. Практическая работа 3. Решение задач о наследовании, сцепленном с полом

1. Гены, определяющие длину стеблей и форму плодов томата, находятся в хромосоме в сцепленном виде. В результате скрещивания между собой гомозиготного растения томата с длинными (H) стеблями и круглыми (R) плодами и растения с короткими (h) стеблями и грушевидным (r) плодами в первом поколении F_1 получено 110, а в F_2 — 1200 растений.

http://eduportal.uz

а) сколько в F_2 растений с длинными стеблями и круглыми плодами? б) сколько видов гамет образуется в F_1? в) сколько видов генотипических классов образуется в F_2? г) сколько растений с короткими стеблями и грушевидными плодами в F_2?

2. Гены, определяющие окраску столбика и рыльца цветков китайской примулы, расположены в одной хромосоме. Короткий (L) столбик — доминантный признак, длинный — рецессивный, зеленый (R) цвет рыльца столбика доминирует над красным (r) цветом. В результате скрещивания гомозиготного растения примулы с коротким столбиком и красным рыльцем и растения с длинным столбиком и зеленым рыльцем в первом поколении F_1 получено 100, а в поколении F_2 — 990 гибридов: а) сколько видов гамет образуется в поколении F_2? б) сколько в F_2 растений с коротким столбиком и зеленым рыльцем? в) сколько генотипов образуется в F_2?

3. Гладкость зерен кукурузы доминирует над морщинистостью, а цвет — над бесцветностью. В результате скрещивания сорта кукурузы с гладкими и цветными зернами и сорта с морщинистыми и бесцветными зернами в первом поколении F_1 получено 4152 формы с гладким и цветным зерном, 149 с морщинистым и цветным зерном, 152 с гладким и цветным зерном и 4163 с морщинистым и бесцветным зерном. Определите расстояние между генами.

Решение задач о наследовании, сцепленном с полом

1. Аллель W, определяющая красный цвет глаз плодовой мушки дрозофилы, доминирует над аллелью w, определяющей белый цвет глаз. Эти аллели расположены в половых хромосомах. В опыте скрестили самку дрозофилы с красными глазами и самца с белыми глазами. При скрещивании между собой мужских и женских форм, полученных в первом поколении F_1, во втором поколении F_2 получено 300 особей дрозофилы: а) сколько особей составляют из них самки, а сколько — самцы? б) сколько самцов дрозофилы имеют красные глаза, а сколько — белые?

2. Ген h, обусловливающий у человека гемофилию, находится в X-хромосоме. В браке женщины, отец которой болел гемофи-

http://eduportal.uz

лией, со здоровым мужчиной родились 8 детей: а) сколько детей родились здоровыми? б) сколько среди них здоровых девочек; в) сколько мальчиков больны гемофилией?

3. Куры породы виандот имеют серебристое и золотистое оперение. Серебристое оперение является доминантным признаком, а золотистое — рецессивным. При скрещивании кур с серебристым оперением с петухами, имеющими золотистое оперение, получено 30 цыплят: а) сколько из них составляют курочки? б) сколько генотипов получено в поколении F_1? в) сколько цыплят имеют золотистое оперение? г) сколько петушков с серебристым оперением? д) сколько курочек с золотистым оперением?

§ 59. Изменчивость

Изменение признаков и свойств организмов в пределах вида называется изменчивостью. Благодаря изменчивости увеличивается разнообразие видов. **Изменчивость** считается источником для естественного и искусственного отбора. Изменчивость бывает наследуемой и ненаследуемой.

Изменчивость, возникающую в организмах, можно подразделить на следующие виды:

1) комбинационная изменчивать, проявляющаяся вследствие возникновения новых комбинаций генов у последующих поколений в результате свободного скрещивания родительских организмов;

2) рекомбиногенез, проявляющийся вследствие кроссинговера между гомологичными хромосомами в процессе мейоза;

3) мутационная изменчивость, возникающая вследствие изменения структуры генов и хромосом;

4) онтогенетическая изменчивость, проявляющаяся при изменении признаков организмов в процессе их индивидуального развития;

5) фенотипическая (модификационная) изменчивость, связанная

http://eduportal.uz

с изменением фенотипов организмов при неизменном генотипе под воздействием факторов внешней среды.

Фенотипическая (модификационная) изменчивость. Каждый организм живет и развивается в определенных внешних условиях, испытывая на себе действие факторов внешней среды – колебаний температуры, влажности, количества и качества пищи, а также вступает во взаимоотношения с другими организмами. Все эти факторы могут изменять морфологические и физиологические свойства организмов, т.е. их фенотип. Рассмотрим изменчивость признаков, вызванную действием внешних по отношению к организму условий среды.

Если у гималайского кролика на спине выщипать белую шерсть и поместить его в холод, на этом месте вырастет черная шерсть (рис. 54). Если черную шерсть удалить и наложить теплую повязку, опять вырастет белая шерсть. При выращивании гималайского кролика при температуре 30 °С вся шерсть будет белая. У потомства двух таких белых кроликов, выращенного в нормальных условиях, будет обычное распределение пигмента. При недостатке корма или кормлении родителей спиртонасыщенным кормом крольчата родятся недоношенными и будут развиваться слабо. Изменения признаков, вызванные действием факторов внешней среды, не наследуются.

Рис. 54.

Фенотипическое изменение окраски шерсти гималайского кролика под влиянием различных температур

http://eduportal.uz

Отметим еще одну особенность изменчивости, вызванную факторами внешней среды. Листья лотоса (рис. 55) и водяного ореха (рис. 56) имеют разную форму в зависимости от того, находятся они под водой или на поверхности воды: подводные листья лотоса узкие, ланцетовидные, надводные — воронкообразные; у водяного ореха подводные листья перьевидные, изрезанные, а надводные — круглые. Точно так же под действием ультрафиолетовых лучей у всех людей (если они не альбиносы) возникает загар – накопление в коже пигмента меланина. Таким образом, под воздействием определенного фактора внешней среды каждый вид организмов претерпевает специфические изменения, которые одинаковы у всех представителей данного

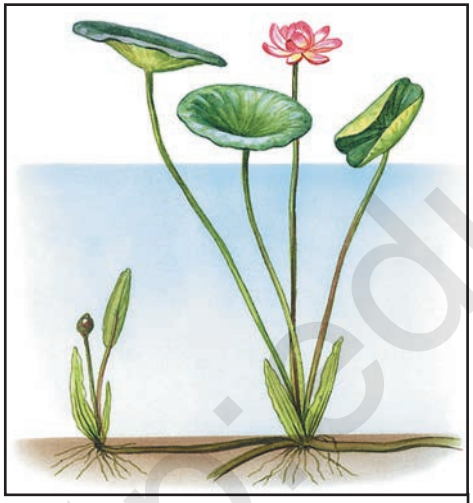


Рис. 55. ***Общий вид водяного лотоса***

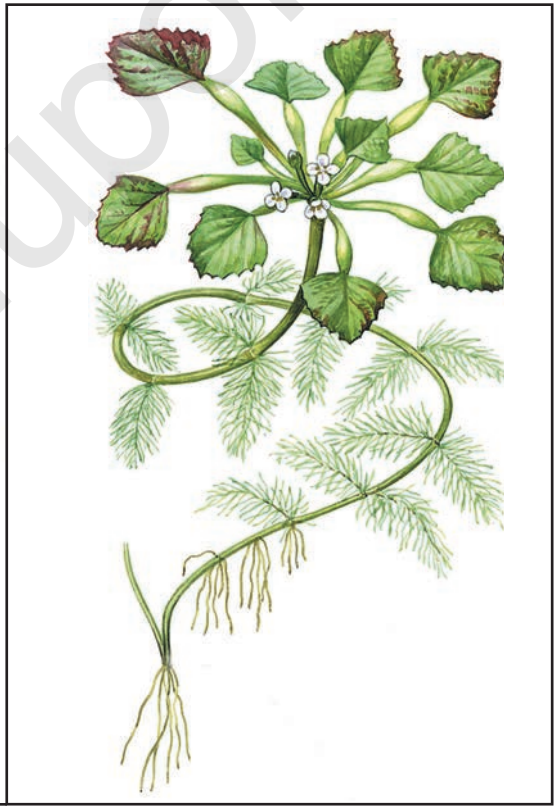


Рис. 56. ***Общий вид водяного ореха***

http://eduportal.uz

вида. Вместе с тем изменчивость признака под влиянием условий внешней среды не беспредельна. Степень варьирования признака или пределы изменчивости называются **нормой реакции**.

Широта нормы реакции обусловлена генотипом и зависит от важности признака в жизнедеятельности организма. Узкая норма реакции свойственна таким важным признакам, как размеры мозга или сердца. В то же время количество жира в организме млекопитающих изменяется в широких пределах (жирность молока зависит от породы и генотипа).

У насекомоопыляемых растений цветки изменяются очень редко, тогда как размеры листьев весьма изменчивы.

Знание норм реакции модификационной изменчивости имеет важное значение в селекционной практике при создании полезных для человека растений, животных и микроорганизмов. Наряду с выведением новых высокопродуктивных пород и сортов в сельском хозяйстве, это создает возможности для высокоэффективного использования уже существующих пород животных и сортов растений. Изучение закономерностей модификационной изменчивости играет важную роль в медицине для поддержания организма человека в пределах нормы реакции и его развития.

Таким образом, фенотипическая (модификационная) изменчивость характеризуется следующими свойствами:

1) ненаследуемость; 2) групповой характер изменений;

3) зависимость изменений от влияния внешних факторов;

4) обусловленность пределов изменчивости генотипом.

Это означает, что хотя направленность изменений одинакова, степень проявления изменений у разных организмов различна.

1. Что такое изменчивость?
2. Какие виды изменчивости вы знаете?
3. Что такое норма реакции?
4. Укажите свойства фенотипической изменчивости.

http://eduportal.uz

§ 60. Лабораторная работа 8. Изучение статистических закономерностей модификационной изменчивости

Цель. Углубление знаний учащихся о норме реакции, границе приспособляемости организмов; формирование знаний о статистических закономерностях модификационной изменчивости, о вариационной изменчивости признаков; получение вариационного ряда и образование кривой нормы реакции опытным путем, закрепление основных правил лабораторной работы; изменение признаков организма под воздействием факторов внешней среды; статистические закономерности модификационной изменчивости; причины частоты промежуточных признаков в организме.

Оборудование (на каждом столе)**.** Набор биологических объектов: семена фасоли, бобовые, колосья пшеницы, листья яблони, акации и др. в количестве не менее 100 каждый.

Методические рекомендации. Учитель сообщает краткие сведения о статистических закономерностях модификационной изменчивости, о демонстрируемых биологических объектах.

Порядок работы.

1. Указания учителя по цели, задаче и получаемым выводам лабораторной работы.
2. Проведение работы.
3. Обобщающая беседа по итогам лабораторной работы.

Инструктивная карточка:

а) разложите листья, семена, бобы и колосья растений в последовательности возрастания их длины;

б) измерьте длину листьев, запишите полученные данные в тетрадь.

в) начертите на графике вариационную кривую изменчивости.

http://eduportal.uz

§ 61. Мутационная (генотипическая) изменчивость

Изменчивость, связанная с изменением генотипа организма и сохраняющаяся в ряду поколений, называется наследственной (мутационной) изменчивостью. Иногда это крупные заметные изменения, например, коротконогость у овец, отсутствие оперения у кур (рис. 57), раздвоенные пальцы у кошек, отсутствие пигмента (альбинизм), короткопалость (рис. 58) и многопалость (полидактилия) (рис. 59) у человека.

Вследствие внезапных изменений, стойко передающихся по наследству, возникли новые признаки: карликовый рост душистого горошка, растения с махровыми цветками и многие другие. Чаще всего это мелкие, но заметные отклонения от нормы. Наследственные изменения генетического материала называют **мутациями**. Мутации возникают вследствие изменения структуры гена или хромосом и служат единственным источником разнообразия внутри вида.

Характер проявления мутаций. Мутации бывают доминантными и рецессивными. Большинство их являются рецессивными и не проявляются у гетерозигот. Это обстоятельство очень важно для существования вида.

Мутации, как правило, оказываются вредными, так как вносят

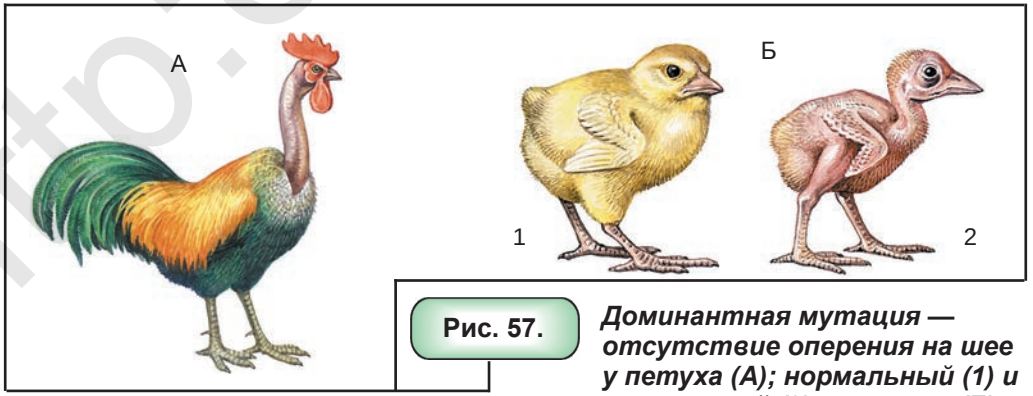


Рис. 57. ***Доминантная мутация — отсутствие оперения на шее у петуха (А); нормальный (1) и мутантный (2) цыпленок (Б)***

http://eduportal.uz

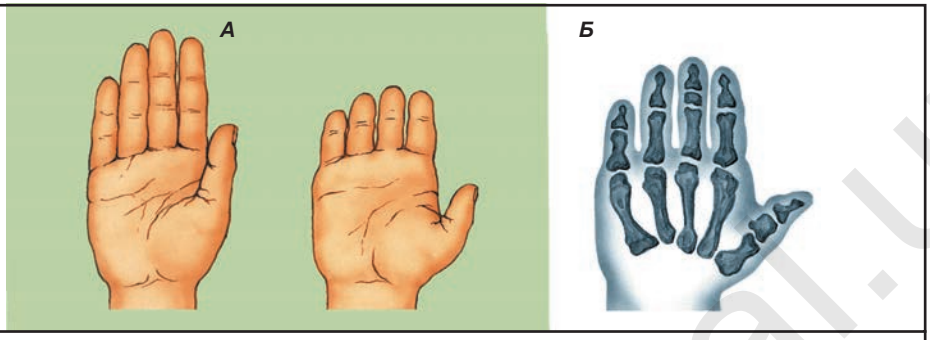


Рис. 58. ***Короткопалость у человека:***

А • слева — нормальная рука, справа — короткопалая,
Б • вид с тыльной стороны фаланг пальцев и их слияние

нарушения в тонко сбалансированную систему биохимических превращений организма. Организмы с доминантными мутациями нежизнеспособны в гетеро- и гомозиготном состояниях и погибают уже на ранних стадиях индивидуального развития. При изменении внешней среды некоторые мутации, бывшие ранее вредными, могут оказывать полезное воздействие на организм. Организмы — носители таких мутаций получают преимущество в процессе естественного отбора.

Проявление мутаций. Мутации могут быть генеративными и соматическими. Мутации, возникшие в половых клетках, не влияют на признаки данного организма, а проявляются только в следующих поколениях. Такие мутации называют **генеративными**.

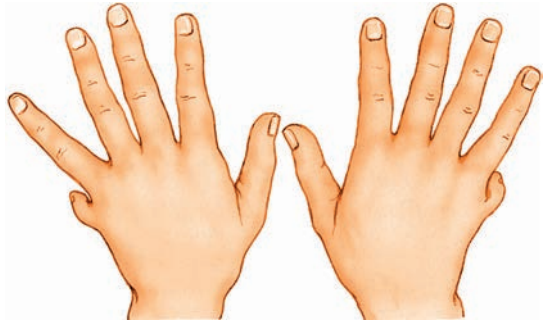


Рис. 59.

Полидактилия у человека

http://eduportal.uz

Если в соматических клетках гены изменяются, то такие мутации проявляются у данного организма и не наследуются потомством при половом размножении. Однако при бесполом размножении, если организм размножается из одной клетки или из группы клеток, в которых присутствует изменившийся — мутировавший ген, мутации могут передаваться потомству. Такие мутации называются **соматическими**.

В растениеводстве соматические мутации широко используются при создании новых сортов культурных растений.

Уровни возникновения мутаций. Мутации, связанные с изменением или заменой одного или нескольких нуклеотидов в пределах одного гена, называются **генными**, или **точечными**, **мутациями**. Они привносят изменения в строение белков, обусловливающие появление новой последовательности аминокислот в полипептидной цепи, а вместе с этим изменение функциональной активности белковой молекулы.

Изменения структуры хромосом называют **хромосомными мутациями**. Такие мутации возникают вследствие утраты определенного участка хромосомы. В отдельных случаях отделившийся участок хромосомы присоединяется к негомологичной хромосоме, образуя новую комбинацию генов, изменяющую характер их взаимодействия. В период оплодотворения в зиготе, образовавшейся в результате слияния таких гамет с нормальной гаплоидной гаметой, число хромосом на одну хромосому больше или меньше по сравнению с диплоидным набором, характерным для данного вида. В таких случаях нарушение генного баланса приводит к нарушениям в развитии организма.

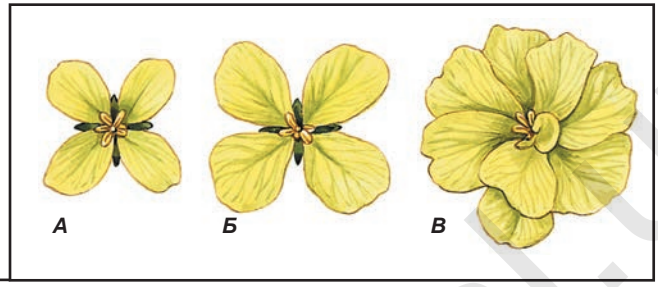
У простейших животных и растений часто наблюдается увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному набору. Такое изменение хромосомного набора называют **полиплоидией**. Степень полиплоидии бывает различной. У простейших животных число хромосом может увеличиваться в несколько сотен раз. Явление полиплоидии широко распространено у высших растений. С

http://eduportal.uz

Рис. 60.

Цветки капусты:

А • диплоидные;
Б • тетраплоидные;
В • октаплоидные



увеличением числа хромосом в кариотипе возрастает генетическая стабильность организма, уменьшается опасность снижения жизнеспособности при мутациях.

Полиплоидия повышает жизнеспособность, плодовитость и другие свойства организмов. Она широко используется в растениеводстве, так как искусственно полученные полиплоидные сорта отличаются высокой урожайностью (рис. 60).

Свойства мутаций. Мутации наследственны, если они стойко передаются из поколения в поколение. Одна и та же мутация может возникать у различных организмов, относящихся к одному виду. По своему проявлению мутации могут быть полезными и вредными, нейтральными, доминантными и рецессивными.

Одно из важных свойств генов — способность к мутированию. Впервые резкое повышение частоты наследственных изменений было получено с помощью рентгеновских лучей. Под влиянием рентгеновских лучей число возникающих мутаций удалось повысить более чем в 150 раз. Помимо рентгеновских лучей и других форм ионизирующей радиации, мутации могут возникать под влиянием химических веществ. Факторы, воздействующие на процесс обмена веществ, в частности на синтез ДНК, оказывают действие и на мутационный процесс.

Мутации, получаемые искусственным путем, имеют практическое значение, так как они повышают генетическое разнообразие внутри вида и популяции и тем самым создают вспомогательный материал для селекционеров.

http://eduportal.uz

1. На какие виды делятся мутации по характеру проявления?
2. Объясните на основе примеров места проявления мутации.
3. На какие виды делятся мутации по уровню возникновения?
4. Что называют полиплоидией?

§ 62. Методы изучения генетики человека

В последние годы интерес к генетике человека особенно возрос в связи с ее огромным практическим значением для человечества. В настоящее время более или менее подробно изучено наследование у человека около 4000 нормальных и патологических признаков. Установлено существование болезней, обусловленных наследственными факторами. Правильное распознавание этих заболеваний важно для их профилактики и лечения. Указанные успехи стали возможны после того, как были разработаны методы генетического исследования человека.

Методы изучения наследственности человека. Изучение наследственности человека представляет значительные трудности. Известно, что методы экспериментальной генетики неприменимы к человеку. Человек размножается медленно и достаточно поздно достигает зрелости. Число детей в одной семье относительно невелико. Эти обстоятельства затрудняют изучение наследственности человека. При изучении генетики человека используются в основном генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционный и онтогенетический методы исследования.

Остановимся кратко на характеристике этих методов.

Генеалогический метод состоит в изучении родословной людей (возможно большее число поколений). Используя его, можно определить многие признаки человека, в частности, переход из поколения в поколение наследственных заболеваний. С помощью генеалогического метода установлено, что развитие способностей, одаренности и других достоинств (например, музыкальная одаренность, математические способности) обусловлено наследственными факторами.

http://eduportal.uz

В истории известны многие династии и семейства, подарившие человечеству целую плеяду талантливых известных людей. Среди них особое место занимает династия Темуридов, взрастившая великих государственных деятелей, военачальников, ученых, писателей и поэтов — Амира Тимура, Мирзо Улугбека, Захириддина Мухаммада Бабура, Акбаршаха и др.

Разумеется, проявление тех или иных генетически обусловленных психических особенностей человека, в частности, одаренности, определяется социальной средой. Генеалогическим методом установлена передача по наследству многих заболеваний в рецессивном состоянии. Это, в частности, сахарный диабет, врожденная глухота, гемофилия, некоторые формы шизофрении (тяжелое психическое заболевание). Наследственные заболевания, определяемые не рецессивными, а доминантными генами, например, брахидактилия, или короткопалость, ведущая к слепоте наследственная дегенерация роговицы, предрасположенность к заболеванию туберкулезом, также выявлены генеалогическим методом.

Близнецовый метод заключается в изучении развития признаков у близнецов. Близнецы являются удобным биологическим объектом для изучения влияния генотипа и условий внешней среды на наследование признаков и развитие. Известно, что у человека близнецы бывают двух категорий. В некоторых случаях оплодотворяется не одна яйцеклетка, а две (в редких случаях три и даже четыре).

Признаки	
доминантные	рецессивные
Кудрявые волосы (у гетерозигот волнистые)	Прямые
Раннее выпадение волос	Норма
Не рыжие волосы	Рыжие волосы
Карие глаза	Голубые или серые глаза
Веснушки	Отсутствие веснушек
Карликовость	Нормальный рост
Полидактилия (лишние пальцы)	Число пальцев в норме

http://eduportal.uz

Близнецы развиваются из одной и из разных яйцеклеток. Близнецы, развившиеся из одной яйцеклетки, обычно одного пола и удивительно похожи друг на друга. Это понятно, так как они обладают одинаковым генотипом, а различия между ними обусловлены влиянием среды.

Близнецы, развившиеся из разных яйцеклеток, могут быть разного или одного пола, они похожи друг на друга как обычные братья и сестры.

Цитогенетический метод за последние годы приобрел большое значение. Он дает много ценного материала для понимания причин наследственных заболеваний человека. С генетической точки зрения наследственные заболевания представляют собой мутации, большинство из которых рецессивны. Этот метод дает возможность изучения видимых изменений в хромосомном наборе человека.

Существует такая категория хромосомных мутаций, которые выражаются в видимых изменениях структуры или числа хромосом. У человека такие мутации определяются цитогенетическим методом. В последние годы разработаны новые методы, позволяющие легко и быстро изучить хромосомный набор любого человека, не причиняя ему никакого вреда. Сущность их состоит в том, что лейкоциты крови помещают в особую питательную среду при температуре 37 °С, в которой они делятся. Из них приготавливают препараты, на которых видны число и строение хромосом. Недавно разработаны методы окраски хромосом человека особыми красителями, что позволяет не только подсчитывать количество хромосом, но и изучать более тонкие изменения в структуре отдельных хромосом.

Молекулярно-генетический метод. С помощью этого метода изучается генетическая информация, хранящаяся в молекуле ДНК, которая составляет геном человека, то есть исследуются структура и функции генов.

Биохимический метод. Наблюдаемые у человека многие патологические состояния обусловлены различными нарушениями нормального хода обмена веществ. Эти нарушения можно выявить

http://eduportal.uz

соответствующими биохимическими методами. С помощью данного метода изучаются причины сахарного диабета. Это заболевание связано с нарушением нормальной деятельности поджелудочной железы, которая не выделяет в кровь необходимое количество гормона инсулина. В результате содержание сахара в крови повышается и происходят глубокие нарушения обмена веществ в организме человека.

1. Охарактеризуйте генеалогический метод.
2. В чем состоит сущность близнецового метода?
3. Охарактеризуйте цитогенетический метод.
4. Что изучается с помощью биохимического метода?

§ 63. Наследственные болезни у человека

Генетика приобретает все большее значение для медицины. Отклонения от нормы и заболевания обусловлены генотипом. В человеческой популяции выявлено более 2000 наследственных заболеваний, которые передаются из поколения в поколение. Изучением наследственных заболеваний человека занимается медицинская генетика. Перед медицинской генетикой стоят следующие важнейшие задачи.

1. Выяснение причин возникновения у людей мутаций. К числу факторов, обусловливающих их появление, относятся радиоактивное излучение, оказывающее отрицательное влияние на наследственость человека, различные химические мутагенные вещества, наркотические вещества, такие как опиум, гашиш, спиртные напитки.

2. Создание методов профилактики и лечения наследственных заболеваний.

С целью выявления и лечения наследственных заболеваний медицинской генетикой разработаны скоростные иммунологический, биохимический, цитогенетический и другие методы. Найдены пути лечения фенилкетонурии, рахита, полиомиелита с использованием различных препаратов.

http://eduportal.uz

В последнее время значение медицинской генетики возрастает в связи с резким ухудшением экологической среды и отрицательным влиянием на все организмы, в том числе на организм человека, физико-химических мутагенных факторов, обусловливающих увеличение наследственных заболеваний.

Наследственные заболевания условно подразделяются на две группы: генные и хромосомные.

Генные болезни проявляются в доминантном и рецессивном состояниях. Доминантные генные болезни четко проявляются в фенотипе. Наследственные болезни, возникающие у человека в результате мутационных изменений отдельных нормальных генов, хорошо изучены. К числу генных болезней, вызванных мутациями генов, расположенных в аутосомах (не в половых хромосомах) человека и передающихся из поколения в поколение в доминантном состоянии, можно отнести синдактилию — срастание пальцев, полидактилию — образование дополнительных пальцев, микроцефалию — неестественно большое лицо и очень маленькая голова. Перечисленные генные болезни наследуются в доминантном состоянии и выявляются относительно легко. Это дает возможность своевременного проведения лечебных мероприятий. Рецессивные генные болезни не проявляются в фенотипе в гетерозиготном состоянии. Ген, обусловливающий болезнь, остается в скрытом бездеятельном состоянии, и болезнь не развивается. Но когда рецессивный ген скрыто сохраняется в генотипе человека в гетерозиготном состоянии и у его потомков переходит в гомозиготное состояние, он становится причиной появления генной болезни. В качестве примера генных болезней можно привести фенилкетонурию, альбинизм, гемофилию, дальтонизм. Фенилкетонурия встречается у одного из 10 000 новорожденных. В случаях, когда отсутствует своевременная и точная диагностика заболевания и из питания новорожденного не исключен фенилаланин, нарушается формирование мозга и развивается микроцефалия, появляются признаки слабоумия. Заболевание альбинизм возникает в результате перехода рецессивных генов в гомозиготное состояние. Эта болезнь

http://eduportal.uz

встречается у одного из 10 000 или у одного из 200 000 человек. Болезнь характеризуется отсутствием пигмента в коже, белым цветом волос, пониженной зрительной способностью, повышенной восприимчивостью к солнечным лучам. Гемофилия и дальтонизм передаются по наследству в сцепленном с половой Х-хромосомой состоянии.

Хромосомные болезни. Использование в медицинской генетике цитогенетического метода позволило установить наличие многих наследственных заболеваний, связанных с изменением числа и строения хромосом. Рассмотрим некоторые хромосомные болезни, возникающие в результате изменения (увеличения или уменьшения) числа отдельных парных — гомологичных хромосом в кариотипе человека. Наследственные болезни, вызванные изменением числа аутосом, наследуются в состоянии, не сцепленном с полом. В качестве примера хромосомных болезней можно привести синдром Дауна. Причиной этой болезни является увеличение 21 пары гомологичных хромосом на одну во время деления, в результате диплоидный набор хромосом у больного равен не 46, а 47 хромосомам. Синдром Дауна встречается как у мужчин, так у женщин. Основные признаки заболевания — непропорционально маленькая голова, плоское лицо, маленькие глаза, близко расположенные друг к другу. Рот полуоткрытый, умственные способности снижены, больные обычно бесплодны, живут недолго. Причиной рождения детей с синдромом Дауна является возраст матери (свыше 35–40 лет).

К числу болезней, вызванных изменением числа половых хромосом, можно отнести **синдром Клайнфельтера** и **синдром Шерешевского-Тернера**. **Синдром Клайнфельтера** встречается только у мужчин. У людей с таким заболеванием число половых хромосом может быть ХХУ, за счет чего диплоидный набор хромосом равен не 46, а 47. Обычно руки и ноги больных значительно удлинены, плечи уже таза, строение скелета схоже со скелетом женщины. Нарушается развитие

http://eduportal.uz

половых желез. С наступлением периода полового созревания наблюдаются признаки умственной отсталости.

Болезнь с генотипом ХХУ встречается в среднем у одного из 500 детей. Синдром Шерешевского-Тернера встречается у женщин. Число половых хромосом у них уменьшается на одну и становится Х0. В результате диплоидный набор хромосом у больных женщин равен не 46, а 45. У таких женщин очень маленький рост, недоразвитые яичники, вторичные половые признаки проявляются крайне слабо. Синдром Шерешевского-Тернера встречается в среднем у одной из 5000 новорожденных девочек.

Медико-генетические консультации. В медицинской генетике большое значение имеет выявление носителей генов в гетерозиготном состоянии, так как они могут стать причиной появления генной болезни у потомков вследствие перехода таких генов в гомозиготное состояние. Многие молодые люди, хотя и изучали в школе основы генетики, при вступлении в брак не задумываются над тем, что некоторые болезни имеют наследственную природу. В настоящее время созданы специальные медико-генетические консультации и проводятся работы по предоставлению молодым людям, решившим вступить в брак, сведений об ожидаемом состоянии здоровья их будущих детей. На наследственность человека, на развитие генетических признаков и свойств оказывают очень неблагоприятное влияние спиртные напитки и такие наркотические вещества, как опиум, мак, гашиш и др.

1. В чем состоят задачи медицинской генетики?
2. В чем заключаются причины хромосомных болезней человека?
3. В чем причины синдрома Дауна?
4. Объясните причины синдрома Клайнфельтера.
5. Укажите признаки синдрома Шерешевского-Тернера.
6. Приведите примеры генных болезней у человека.

http://eduportal.uz

Глава VIII ОСНОВЫ СЕЛЕКЦИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Термин “селекция” (от лат. “selectio”) означает “отбор”. Основной задачей селекции является создание новых сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов, улучшение существующих сортов, пород и штаммов.

§ 64. Центры многообразия и происхождения культурных растений

Генофонд существующих пород животных или сортов культурных растений, естественно, менее разнообразен по сравнению с генофондом исходных диких видов. Поэтому успех селекционной работы зависит главным образом от генетического разнообразия исходных групп растений или животных. При выведении новых сортов растений и пород животных очень важны поиски и выявление полезных признаков у диких форм. Для изучения многообразия и географического распространения культурных растений великий российский ученый-генетик и селекционер Н.И.Вавилов организовал в 1920–1940 гг. ряд экспедиций на территории России и многих зарубежных стран. В результате этих экспедиций были изучены мировые растительные ресурсы и собрана значительная коллекция для семеноводства, которая впоследствии была использована для

http://eduportal.uz

селекционной работы. Основываясь на результатах экспедиций, Н.И.Вавилов сделал исключительно важные для теории селекции обобщения. Он выделил семь центров происхождения культурных растений, распространенных по всему миру.

1. Южноазиатский тропический центр. К нему относятся тропики Индии, Индо-Китай, Южный Китай, Юго-Восточная Азия (родина 50 % культурных растений, в том числе риса, сахарного тростника и овощных культур).

2. Восточноазиатский центр. Он включает Центральный и Восточный Китай, Японию, остров Тайвань, Корею (родина более 20 % культурных растений, в частности, сои, проса).

3. Юго-Западноазиатский центр включает Малую Азию, Среднюю Азию, Иран, Афганистан, Северо-Западную Индию (родина 14 % культурных растений, в частности, пшеницы, овса, бобовых культур, льна, моркови и др.).

4. Средиземноморский центр, куда входят все средиземноморские страны (родина 11 % культурных растений, капусты, сахарной свеклы, клевера и др.).

5. Абиссинский (Эфиопия) центр, являющийся древнейшим очагом культуры земледелия (родина сорго, ячменя, бананов, дикого нута, кофейного дерева).

6. Центральноамериканский центр. К нему относится Южная Мексика (родина тыквы, фасоли, кукурузы, перца, хлопчатника, дерева какао).

7. Южноамериканский (Анды) центр, включающий часть районов Андского горного хребта на западном побережье Южной Америки (родина картофеля, ананасов, табака).

В настоящее время насчитывается 12 центров происхождения культурных растений.

Значительная часть коллекции, относящаяся к субтропическим растениям, до сегодняшнего дня хранится в Институте растениеводства Узбекистана и используется для создания новых сортов растений.

http://eduportal.uz

Коллекция, которая хранится в России, включает более 320 000 образцов, относящихся к 1041 виду растений. К ним относятся дикие виды, сородичи культурных растений, старые местные сорта. Из мирового генофонда ученые выделяют генетические источники хозяйственно ценных признаков: урожайности, скороспелости, устойчивости к болезням и вредителям, засухоустойчивости и устойчивости к другим негативным воздействиям. Современные генетические методы дают возможность добиваться в селекции растений очень крупных успехов. Так, использование ценных генов дикого хлопчатника позволило создать сорт хлопчатника «Ташкент», который в свое время считался самым лучшим вилтоустойчивым сортом.

1. Что является основной задачей селекции?
2. Назовите центры происхождения культурных растений.
3. Родиной каких растений является Юго-Западноазиатский центр?
4. К какому центру происхождения растений относится Узбекистан?

§ 65. Селекция растений и животных

Основная задача селекции – создание высокопродуктивных пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов, наилучшим образом удовлетворяющих пищевые, эстетические и технические потребности человека. **Породой** или **сортом** (чистой линией) называют популяцию организмов, искусственно созданную человеком, которая характеризуется постоянством и ценными биологическими и хозяйственными признаками, передающимися из поколения в поколение. Каждой породе и сорту свойственна присущая ему норма реакции. Например, куры породы белый леггорн отличаются высокой яйценоскостью. При улучшении условий содержания и кормления их яйценоскость возрастает, а масса

http://eduportal.uz

практически не изменяется. Фенотип (в том числе продуктивность) наиболее полно проявляется при определенных условиях, поэтому для районов с различными климатическими условиями, агротехническими приемами и методами управления должны быть созданы соответствующие породы или сорта.

Основные методы селекции – это **отбор** и **гибридизация**. Практикуются две формы отбора — массовый и индивидуальный. В растениеводстве по отношению к перекрестноопыляющимся растениям нередко применяется метод массового отбора. При таком отборе в посеве сохраняют только растения с необходимыми качествами. При посеве семян в следующем году снова отбирают растения с определенными признаками. Сорт, полученный этим методом, не является генетически однородным, поэтому отбор следует время от времени повторять.

При индивидуальном отборе в посеве выделяют отдельные растения с ценными признаками и от них получают потомство. Путем индивидуального отбора выделяют чистые линии – группы генетически однородных организмов. С помощью метода отбора удалось вывести многие ценные сорта культурных растений (рис. 61).

Низкостебельный сорт пщеницы с улучшенными качествами клейковины (справа) и исходный сорт (слева)

Рис. 61.

В настоящее время при создании новых сортов растений и расширении пределов изменчивости используются следующие методы: гибридизация, искусственный мутагенез, экспериментальная полиплоидия и генная инженерия.

Гибридизация. В селекции используются различные способы гиб-

http://eduportal.uz

ридизации. Это — внутривидовая гибридизация, гибридизация географически отдаленных форм, гибридизация генетически отдаленных форм. В селекции наиболее широко используется внутривидовая гибридизация. При этом скрещиваются между собой сорта растений одного вида. Многие сорта хлопчатника в нашей стране выведены этим методом.

При гибридизации географически отдаленных форм скрещиваются растения, относящиеся к одному виду, но привезенные из разных регионов земного шара. Полученные при этом гибриды обладают высокой степенью изменчивости и быстро приспосабливаются к условиям обитания. Этим методом создан сорт пшеницы “Саратов–29”, который высевается на 50 % территории государств СНГ, где возделывается пшеница.

В результате скрещивания привезенного из Мексики вилтоустойчивого дикого вида хлопчатника и местного не устойчивого к вилту сорта академиком Садыком Мирахмедовым созданы вилтоустойчивые сорта хлопчатника “Ташкент-1”, “Ташкент-2” и “Ташкент-3”.

При гибридизации генетически отдаленных форм скрещиваются растения, относящиеся к разным видам или разным группам. Одним из достижений современной селекции является разработка способов преодоления бесплодия. Впервые метод гибридизации генетически отдаленных форм удалось применить в 20-х годах прошлого века российскому ученому Г.Д.Карпеченко при скрещивании редьки и капусты. Это новое растение, созданное человеком, не было похоже ни на редьку, ни на капусту. Плоды его состояли из двух половинок, из которых одна напоминала капусту, другая редьку.

Позднее академику Н.В.Цицину удалось создать гибрид пшеницы и пырея. На основе этого гибрида был выведен новый зерно-кормовой сорт пшеницы, который дает три укоса в сезон до 300–450 ц/га зеленой массы.

Методами отдаленной гибридизации получена новая зерновая и кормовая культура — гибрид пшеницы и ржи. Этот гибрид, назван-

http://eduportal.uz

Рис. 62.

Гетерозис по продуктивности гибрида (в центре), полученного от скрещивания двух различных линий кукурузы (рядом)

Рис. 63.

Семена пщеницы:

А – диплоидный сорт (2n = 14);
Б – тетраплоидный сорт (2n = 28)

ный **тритикале**, сочетает в себе самые лучшие признаки пшеницы и ржи, давая высокие урожаи зерна и зеленой массы с полезными питательными свойствами. В растениеводстве нередко получают и полиплоидные растения, отличающиеся значительно крупными размерами, высокой урожайностью и более активным синтезом органических веществ (рис.62, 63).

Метод искусственного мутагенеза — это получение мутаций у растений путем воздействия сильнодействующих факторов. С помощью этого метода академиками Н.Назировым и О.Джалиловым созданы высокоурожайные сорта хлопчатника “АН-2”, “Самарканд-3”, “Юлдуз” и др.

Гетерозис. Путем самоопыления перекрестноопыляемых растений создаются линии с генами, представляющими интерес для селекции. Далее полученные гибриды подвергают перекрестному опылению, что позволяет создать высокоурожайные сорта растений. В этом проявляется эффект гибридной силы, или гетерозиса. Сущность гетерозиса состоит в том, что первое поколение гибридов отличается от родительских организмов повышенной жизнеспособностью, высокоурожайностью и мощным развитием.

Селекция животных. В селекции животных используются те же методы, что и в селекции растений. Однако особенности селекции животных определяются природой животных: 1) размножение

http://eduportal.uz

домашних животных половым путем; 2) малое число потомков и дороговизна животных.

Важную роль в селекции животных играет учет экстерьерных признаков, то есть совокупности внешних форм, строения тела, соотношения частей тела животных. Многие хозяйственно ценные признаки, например высокоудойность крупного рогатого скота, зависят от определенного телосложения, кровеносной и дыхательной систем и других признаков. При этом важно учитывать взаимосвязь различных признаков, так как высокая продуктивность по какому-либо признаку обусловлена экстерьером.

В связи с малым числом потомков в животноводстве широко используется индивидуальный отбор с учетом хозяйственно полезных признаков. У сельскохозяйственных животных проводят или близкородственное скрещивание, или неродственное скрещивание между породами или видами. Неродственное скрещивание осуществляется с целью получения комбинации нескольких полезных признаков. Такое скрещивание вместе с последующим строгим отбором позволяет улучшить свойства породы. При скрещивании различных пород животных или сортов растений, а также при межвидовом скрещивании первое поколение гибридов отличается повышенной жизнеспособностью и мощным развитием. Это явление называется ***гибридной силой***, или ***гетерозисом***. Оно объясняется тем, что многие гены переходят в гетерозиготное состояние и возникает взаимодействие благоприятных доминантных генов. Методами межвидового скрещивания и отдаленной гибридизации созданы многие высокопродуктивные породы животных. Так, путем межвидового скрещивания выведена порода тонкошерстного асканийского рамбулье, гиссарская и каракульская породы овец, молочная костромская порода крупного рогатого скота, ахалтекинская порода лошадей, бройлерная и яйценоская породы кур, породы гусениц шелкопряда.

С помощью метода отдаленной гибридизации также созданы

http://eduportal.uz

породы, имеющие важное хозяйственное значение. При скрещивании тонкошерстных мериносов с диким бараном архаром получена порода овец архаромеринос, в результате скрещивания высокогорных яков с крупным рогатым скотом получен гибрид. Созданные породы легко приспосабливаются к различным условиям среды и отличаются высокой продуктивностью.

1. Какие методы используются при селекции растений?
2. Какие формы гибридизации применяются в селекции растений?
3. Расскажите о работах узбекских ученых в области селекции растений.
4. Что такое гетерозис?

§ 66. Селекция и биотехнология

Микроорганизмы интенсивно используются в разнообразных технологических процессах. Ферменты — продукты жизнедеятельности прокариотов и эукариотов, с каждым годом все шире применяются в различных отраслях народного хозяйства. Ферментативная деятельность микроорганизмов, грибов и бактерий используется в хлебопечении, пивоварении, виноделии, приготовлении разнообразных молочных продуктов.

В связи с указанным широко развивается промышленная микробиология и ведется усиленная селекция новых штаммов микроорганизмов, вырабатывающих большое количество веществ, необходимых для человека. Такие штаммы имеют большое значение для производства антибиотиков, ферментных и витаминных препаратов и кормового белка. Например, микроорганизмы используются при получении витаминов B_2, B_{12}. Из дрожжевых грибов, растущих на древесной стружке или на парафине, получают кормовые белки. В составе грибов содержится около 60% белкового вещества. За счет использования этого высокобелкового препарата в животноводстве можно дополнительно производить до 1 млн т мяса в год. Важное значение имеет и производство с помощью микроорганизмов

http://eduportal.uz

незаменимых аминокислот. Недостаток в пище этих веществ резко снижает рост организмов. В традиционных кормах для животных незаменимых аминокислот мало. Добавление же 1 т аминокислоты – лизина, полученного микробиологическим путем, позволяет сэкономить десятки тонн кормов. Технологию получения необходимых для человека продуктов из живых клеток или с их помощью называют **биотехнологией**.

Биотехнология стоит в ряду чрезвычайно быстро развивающихся наук. За последние 30 лет возник ряд совершенно новых производств, основанных на использовании различных грибов и бактерий. Микроорганизмы применяют и в металлургии. Обычная технология извлечения металлов из руд не позволяет широко использовать бедные или сложные по составу руды; при их переработке образуются огромные скопления отходов, которые выбрасывают в атмосферу ядовитые газы. Биотехнология металлов основана на способности бактерий окислять минералы и переводить металлы и редкие элементы в растворимые соединения.

Этим методом по всему миру извлекается несколько тонн меди, что в 2–3 раза дешевле по сравнению с традиционным способами извлечения. С помощью бактерий из руд извлекают уран, золото, серебро, обезвреживают токсичные элементы (мышьяк).

Учеными разработаны способы внедрения в бактериальную клетку определенных генов, в том числе и генов человека. Эти способы называются **генной инженерией**. На основе чужого для нее гена бактериальная клетка синтезирует белок в больших количествах. Сейчас этим способом получают интерфероны — белки, подавляющие размножение вирусов, и инсулин — белок, регулирующий содержание глюкозы в крови.

В нашей стране благодаря наличию благоприятных условий для развития микробиологии развивается целый ряд отраслей промышленности по переработке продовольственной продукции, консервов, молочных продуктов, производству антибиотиков и витаминов.

Большой вклад в развитие микробиологии внесли ученые А.М.Музаффаров, М.И.Мавлани, С.Аскарова, А.Халмурадов.

http://eduportal.uz

А.М.Музаффаров и его ученики наладили широкое использование водоросли хлореллы в качестве кормовой добавки для повышения продуктивности скота, а также ряда других водорослей для очистки загрязненных водных бассейнов. В результате изучения некоторых дрожжевых грибов М.Мавлани разработала технологии изготовления дрожжей для хлебопекарной промышленности, животноводства и других отраслей.

1. Какое значение имеет селекция микроорганизмов для народного хозяйства?
2. Что такое биотехнология?
3. Что называют генной инженерией?
4. Расскажите об ученых, внесших вклад в развитие микробиологии в нашей стране.

§ 67. Достижения ученых Узбекистана в области биологии и селекции

Взгляды наших соотечественников Абу Райхана Беруни, Абу Али ибн Сины, Захириддина Мухаммада Бабура в области медицины и экологии оказали большое влияние на развитие биологии. На современном этапе научные исследования ученых Узбекистана — академиков АН РУз К.Закирова и А.Музаффарова в области ботаники, Т.Захидова, А.Мухаммадиева, Дж.Азимова — в области зоологии, Я.Х.Туракулова, Б.Ташмухамедова — в области биохимии и эндокринологии, Д.Хамидова — в клеточной инженерии, К.Зуфарова — химического состава клетки, С.Мирахмедова, А.Абдукаримова, О.Абидовой — в генной инженерии и биотехнологии, К.Ш.Таджибаева — в области изучения флоры Узбекистана служат весомым вкладом в развитие биологической науки. На основе изучения закономерностей распространения растительного покрова Узбекистана и государств СНГ О.Т.Алланазаровой создана геоботаническая карта Узбекистана.

http://eduportal.uz

После обретения независимости в нашей стране уделяется особое внимание селекции зерновых культур, плодов и овощей, хлопчатника и животных. Селекционерами Узбекистана созданы стойкие (к вредителям) и засухоустойчивые сорта зерновых культур, хорошо приспособленные к условиям нашей страны высокоурожайные сорта пшеницы «Улугбек-600» и «Санзор».

В области селекции хлопчатника Узбекистан занимает одно из ведущих мест в мире. Поэтому большое значение придается выведению новых сортов хлопчатника. Академиком АН РУз Д.А.Мусаевым и его учениками создана генетическая коллекция хлопчатника. Академиком С. Мирахмедовым выведены вилтоустойчивые сорта «Ташкент-1», «Ташкент-2», «Ташкент-3», академиками Н.Назировым и О.Джалиловым — высокоурожайные сорта «АН-402», «Самарканд-3», «Юлдуз» и др.

В последние годы, продолжая исследования в селекции хлопчатника, ученые республики вывели новые сорта. В качестве примера можно привести перспективные новые сорта хлопчатника “Бухара-9”, “Бухара-12”, “Наманган-39”, “Омад” и др. Академик И.Абдурахманов с помощью методов генной инженерии и биотехнологии создал новый сорт хлопчатника “Порлок”, тем самым раскрыв новые возможности использования генов хлопчатника. Начиная с 2013 года в фермерских хозяйствах Узбекистана стали возделывать сорта “Порлок-1”, “Порлок-2”, “Порлок-3”, “Порлок-4”, созданные методом “ген-нокаута” и отличающиеся хорошим качеством и высокой урожайностью. Метод “ген-нокаута” используется также при выведении сортов пшеницы,картофеля, граната, унаби. Кроме того, профессор С.Рахманкулов с последователями создали новые сорта хлопчатника, такие, как “Умид”, “Аккурган-2”, “Манкит-1”, “Манкит-2”, “Истиклол-14” и “Султан”.

В нашей стране широко развита селекция винограда. В Узбекистане существует более 250 сортов винограда. Народными селекционерами создан ряд сортов винограда, среди которых

http://eduportal.uz

особого внимания заслуживают “Ризамат”, “Гултиш”, “Сохиби”, “Хилоли” и др.

Большие успехи достигнуты в области садоводства, являющегося одной из основных отраслей сельского хозяйства нашей страны. Народными селекционерами выведены разнообразные сорта яблони («Ок олма», «Кизил олма», «Наманган олмаси», «Кози дастор олма» и др.), персика («Ватан», «Лола», «Анжир шафтоли», «Зарафшан», «Фархад», «Заргалдок» и др.), а также урюка, миндаля, ореха, граната и др. В течение многих лет проводится большая работа по сохранению и обновлению сортов овощей и фруктовых деревьев, доставшихся в наследство от наших отцов и дедов. Академиком М.Мирзаевым и его учениками создано около 200 сортов плодовых и ягодных культур, из которых около 100 сортов возделываются в различных регионах нашей страны и дают высокие урожаи.

В селекции овощей также достигнуты определенные успехи. Выведены высокоурожайные средне- и позднеспелые сорта картофеля “Нимранг” и “Обидов”, продолговатой формы с бледной и красноватой окраской клубней. Сорт «Самарканд», созданный профессором Д.Абдукаримовым, позволяет получать по два урожая в год.

В настоящее время в практику сельскохозяйственного производства внедряется сорт картофеля с удлиненными в 2–3 раза корнями, созданный методом генной инженерии, который позволяет существенно увеличить его урожайность.

Большие достижения имеются в селекции животных. Созданная М.М.Бушуевым в институте животноводства Узбекистана порода крупного рогатого скота получена в результате длительного скрещивания, начатого еще в 1949 г. Эта порода приспособлена к местным условиям и широко распространена во всех регионах нашей республики. Одна из пород лошадей, выведенная в Узбекистане, — карабаир — известна во всем мире как скаковая. Лошади этой породы приспособлены к различным условиям и отличаются своей выносливостью.

http://eduportal.uz

1. Кого из ученых-селекционеров Узбекистана вы знаете?
2. Кто из ученых руководил селекцией хлопчатника?
3. Расскажите о работах И.Абдурахманова в области селекции.
4. Какие сорта хлопчатника созданы С.Рахманкуловым и его последователями?

Укажите, в каких областях работали ученые, приведенные в таблице.

1	Д.Хамидов	А	Генетика
2	Я.Х.Туракулов	Б	Растительный покров
3	Д.Мусаев	В	Флора
4	О.Т.Алланазарова	Г	Биохимия и эндокринология
5	К.Ш.Таджибаев	Д	Генная инженерия
6	И.Абдурахманов	Е	Клетка и клеточная инженерия
7	Дж.Азимов	Ж	Зоология

1-	2-	3-	4-	5-	6-	7-

http:eduportal.uz

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
Раздел I. Сведения об органическом мире 5
Глава I. Общие закономерности жизни 5
§ 1. Специфические особенности живых организмов 5
§ 2. Уровни организации живой материи 8
Глава II. Многообразие организмов 10
§ 3. Неклеточные формы жизни 10
§ 4. Прокариотические клетки 13
§ 5. Эукариоты — многообразие растений 18
§ 6. Царство грибов 20
§ 7. Царство животных 25
§ 8. Лабораторная работа 1. 28
Раздел II. Учение о клетке 29
Глава III. Основы цитологии 29
§ 9. История изучения клетки и клеточная теория 29
§ 10. Методы изучения клетки 31
§ 11. Эукариотические клетки. 33
§ 12. Цитоплазма. Безмембранные и мембранные органоиды клетки: эндоплазматическая сеть, рибосомы, комлекс Гольджи. . . 37
§ 13. Митохондрии, пластиды, лизосомы и другие органоиды цитоплазмы 39
§ 14. Ядро и его строение 43
§ 15. Прокариотические и эукариотические клетки 46
§ 16. Эволюция клетки 47
§ 17. Лабораторная работа 2. 49
§ 18. Лабораторная работа 3. 50
Раздел III. Химические основы жизненных процессов 51
Глава IV. Химические основы жизненных процессов 51
§ 19. Химический состав клетки 51
§ 20. Вода и неорганические вещества, входящие в состав клетки 53
§ 21. Биомолекулы 56
§ 22. Углеводы 57
§ 23. Липиды 59
§ 24. Белки и аминокислоты 60
§ 25. Состав и структура белка 64

http://eduportal.uz

§ 26. Свойства белков. Простые и сложные белки 66
§ 27. Функции белков 68
§ 28. Нуклеиновые кислоты. 70
§ 29. Лабораторная работа 4 74
Раздел IV. Обмен веществ — метаболизм 75
Глава V. Обмен веществ и энергии в клетках 75
§ 30. Обмен веществ 75
§ 31. Энергетический обмен 77
§ 32. Этапы энергетического обмена. 79
§ 33. Питание клетки 81
§ 34. Хемосинтез 85
§ 35. Пластический обмен в клетке. 86
§ 36. Решение задач об обмене веществ и энергии 91
§ 37. Лабораторная работа 5. 92
Раздел V. Размножение и индивидуальное развитие организмов . . 93
Глава VI. Размножение и индивидуальное развитие организмов . . . 93
§ 38. Клеточный цикл 93
§ 39. Мейоз 98
§ 40. Виды размножения живых организмов 101
§ 41. Половое размножение 105
§ 42. Оплодотворение. 110
§ 43. Эмбриональный период развития 113
§ 44. Постэмбриональное развитие. 118
§ 45. Влияние внешней среды на развитие эмбриона 122
§ 46. Общие закономерности развития. Биогенетический закон. Закон зародышевого сходства 123
Раздел VI. Основные понятия генетики 126
Глава VII. Основы генетики 126
§ 47. История развития генетики. 126
§ 48. Законы Менделя. Первый закон Менделя 129
§ 49. Лабораторная работа 6. 136
§ 50. Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя 137
§ 51. Практическая работа 1. Решение задач о дигибридном скрещивании 141
§ 52. Лабораторная работа 7. 142
§ 53. Взаимодействие неаллельных генов 143
§ 54. Полимерное и множественное взаимодействие генов 146
§ 55. Практическая работа 2. Решение задач о взаимодействии неаллельных генов 149

http://eduportal.uz

§ 56. Сцепленное наследование генов. 150
§ 57. Генетика пола 154
§ 58. Практическая работа 3. Решение задач о наследовании, сцепленном с полом. 157
§ 59. Изменчивость 159
§ 60. Лабораторная работа 8. 163
§ 61. Мутационная (генотипическая) изменчивость 164
§ 62. Методы изучения генетики человека 168
§ 63. Наследственные болезни у человека 171
Раздел VII. Основы селекции 175
Глава VIII. Основы селекции и биотехнологии 175
§ 64. Центры многообразия и происхождения культурных растений. 175
§ 65. Селекция растений и животных 177
§ 66. Селекция и биотехнология 182
§ 67. Достижения ученых Узбекистана в области биологии и селекции 184

http:eduportal.uz

ABDUKARIM ZIKIRYAYEV, ANVAR TO'XTAYEV,
IBROXIM AZIMOV, NIKOLAY SONIN

BIOLOGIYA

Sitologiya va genetika asoslari

Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 9- sinfi uchun darslik
(Rus tilida)

ТАШКЕНТ — «MITTI YULDUZ» — 2019

Переводчик **Д. Валиева**
Редактор **Д. Валиева**
Художник-дизайнер **Л. Дабижа**
Технический редактор **Е.Толочко**
Верстка **Х.Ходжаева**

Изд. лицензия AI №185 от 10.05.2011. Разрешено в печать 12.07.2014.
Формат 70x90 $^{1}/_{16}$. Кегль 11. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 11,5. Уч. -изд. л. 9.5. Тираж 64333.
Заказ № 62-19. Договор № 19

Оригинал-макет изготовлен в ООО «Mitti Yulduz»
г. Ташкент, ул. Навои, 30.

Напечатано в типографии ООО «YANGIYO'L POLIGRAF SERVIS»
112001. Ташкентская область Янгиюльский город, ул. Самаркандская, 44.

http://eduportal.uz

Сведения о состоянии учебника

№	Имя, фамилия ученика	Учеб-ный год	Состояние учебника при получении	Подпись классного руково-дителя	Состояние учебника при сдаче	Подпись классного руково-дителя
1						
2						
3						
4						

Таблица заполняется классным руководителем при передаче учебника в пользование и по возвращении назад в конце учебного года. При заполнении таблицы используются следующие критерии:

Новый	Состояние учебника перед сдачей в аренду
Хорошее	Обложка целая, не отделена от основной части учебника, оторванных, порванных и отклеившихся страниц нет, на страницах нет записей и пометок.
Удовле-твори-тель-ное	Обложка измятая, исчерченная, с загнутыми краями, отделяется от основной части. Отремонтирована удовлетворительно. Отклеившиеся и оторванные страницы приклеены, отдельные страницы исписаны.
Неудов-летвори-тельное	Обложка исписанная, порванная, отделилась от основной части книги или отсутствует вообще. Отремонтирована неудовлетворительно. Страницы порваны, отдельные страницы отсутствуют, исписаны и испачканы. Учебник не подлежит восстановлению.

http://eduportal.uz

ABDUKARIM ZIKIRYAYEV , ANVAR TO'XTAYEV ,
IBROXIM AZIMOV, NIKOLAY SONIN

BIOLOGIYA

Sitologiya va genetika asoslari

Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 9- sinfi uchun darslik

(Rus tilida)

Переводчик **Д. Валиева**
Редактор **Д. Валиева**
Художник-дизайнер **Л. Дабижа**
Технический редактор **Е.Толочко**
Верстка **Х.Ходжаева**

Изд. лицензия AI №185 от 10.05.2011. Разрешено в печать 12.07.2014.
Формат 70x90 1/16. Кегль 11. Гарнитура Times. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 11,5. Уч. -изд. л. 9.5. Тираж 5400.
Заказ № 62-19. Договор № 20

Оригинал-макет изготовлен в ООО «Mitti Yulduz»
г. Ташкент, ул. Навои, 30.

Напечатано в типографии ООО «YANGIYO'L POLIGRAF SERVIS»
112001. Ташкентская область Янгиюльский город, ул. Самаркандская, 44.

http://eduportal.uz