**Уровни организации жизни**

Различают такие уровни организации живой материи (уровни биологической организации):

* Молекулярный
* Клеточный
* Тканевый
* Органный
* Организменный
* Популяционно-видовой
* Экосистемный

**Молекулярный уровень организации** - это уровень функционирования биологических макромолекул - биополимеров: нуклеиновых кислот, белков, полисахаридов, липидов, стероидов. С этого уровня начинаются важнейшие процессы жизнедеятельности: обмен веществ, превращение энергии, передача наследственной информации. Этот уровень изучают: биохимия, молекулярная генетика, молекулярная биология, генетика, биофизика.

**Клеточный уровень** - это уровень клеток (клеток бактерий, цианобактерий, одноклеточных животных и водорослей, одноклеточных грибов, клеток многоклеточных организмов). Клетка - это структурная единица живого, функциональная единица, единица развития. Этот уровень изучают цитология, цитохимия, цитогенетика, микробиология.

**Тканевый уровень организации** - это уровень, на котором изучается строение и функционирование тканей. Исследуется этот уровень гистологией и гистохимией.

**Органный уровень организации** - это уровень органов многоклеточных организмов. Изучают этот уровень анатомия, физиология, эмбриология.

**Организменный уровень организации** - это уровень одноклеточных, колониальных и многоклеточных организмов. Специфика организменного уровня в том, что на этом уровне происходит декодирование и реализация генетической информации, формирование признаков, присущих особям данного вида. Этот уровень изучается морфологией (анатомией и эмбриологией), физиологией, генетикой, палеонтологией.

**Популяционно-видовой уровень** - это уровень совокупностей особей - популяций и видов. Этот уровень изучается систематикой, таксономией, экологией, биогеографией, генетикой популяций. На этом уровне изучаются генетические и экологические особенности популяций, элементарные эволюционные факторы и их влияние на генофонд (микроэволюция), проблема сохранения видов.

**Экосистемный уровень организации** - это уровень микроэкосистем, мезоэкосистем, макроэкосистем. На этом уровне изучаются типы питания, типы взаимоотношений организмов и популяций в экосистеме, численность популяций, динамика численности популяций, плотность популяций, продуктивность экосистем, сукцессии. Этот уровень изучает экология.

Выделяют также **биосферный уровень организации** живой материи. Биосфера - это гигантская экосистема, занимающая часть географической оболочки Земли. Это мега-экосистема. В биосфере происходит круговорот веществ и химических элементов, а также превращение солнечной энергии.

**Фундаментальные свойства живой материи**

1. **Обмен веществ (метаболизм)**

**Обмен** **веществ** (**метаболизм**) - совокупность протекающих в живых системах химических превращений, обеспечивающих их жизнедеятельность, рост, воспроизведение, развитие, самосохранение, постоянный контакт с окружающей средой, способность адаптироваться к ней и ее изменениям. В процессе обмена веществ происходит расщепление и синтез молекул, входящих в состав клеток; образование, разрушение и обновление клеточных структур и межклеточного вещества. В основе метаболизма лежат взаимосвязанные процессы **ассимиляции** (**анаболизм**) и **диссимиляции** (**катаболизм**). Ассимиляция - процессы синтеза сложных молекул из простых с расходованием энергии, запасенной в ходе диссимиляции (а также накопление энергии при отложении в запас синтезированных веществ). Диссимиляция - процессы расщепления (анаэробного или аэробного) сложных органических соединений, идущего с высвобождением энергии, необходимой для осуществления жизнедеятельности организма. В отличие от тел неживой природы обмен с окружающей средой для живых организмов является условием их существования. При этом происходит самообновление.

Процессы обмена веществ, протекающие внутри организма, объединены в метаболические каскады и циклы химическими реакциями, которые строго упорядочены во времени и пространстве. Согласованное протекание большого количества реакций в малом объеме достигается путем упорядоченного распределения отдельных звеньев обмена веществ в клетке (**принцип компартментализации**).

Процессы обмена веществ регулируются с помощью **биокатализаторов** - особых белков-ферментов. Каждый фермент обладает субстратной специфичностью катализировать превращение лишь одного субстрата. В основе этой специфичности лежит своеобразное "узнавание" субстрата ферментом. Ферментативный катализ отличается от небиологического чрезвычайно высокой эффективностью, в результате чего скорость соответствующей реакции повышается в 1010 - 1013 раз. Каждая молекула фермента способна осуществлять от нескольких тысяч до нескольких миллионов операций в минуту, не разрушаясь в процессе участия в реакциях. Еще одно характерное отличие ферментов от небиологических катализаторов состоит в том, что ферменты способны ускорять реакции при обычных условиях (атмосферном давлении, температуре тела организма и т.п.).

Все живые организмы могут быть разделены на две группы - **автотрофы** и **гетеротрофы**, отличающиеся источниками энергии и необходимых веществ для своей жизнедеятельности. Автотрофы - организмы, синтезирующие из неорганических веществ органические соединения с использованием энергии солнечного света (фотосинтетики - зеленые растения, водоросли, некоторые бактерии) или энергии, получаемой при окислении неорганического субстрата (хемосинтетики - серо-, железобактерии и некоторые другие), Автотрофные организмы способны синтезировать все компоненты клетки. Роль фотосинтезирующих автотрофов в природы является определяющей - являясь **первичным** **продуцентом** органического вещества в биосфере, они обеспечивают существование всех других организмов и ход биогеохимических циклов в круговороте веществ на Земле. Гетеротрофы (все животные, грибы, большинство бактерий, некоторые бесхлорофилльные растения) - организмы, нуждающиеся для своего существования в готовых органических веществах, которые, поступая в качестве пищи, служат как источником энергии, так и необходимым "строительным материалом". Характерной чертой гетеротрофов является наличие у них **амфиболизма**, т.е. процесса образования мелких органических молекул (мономеров), образующихся при переваривании пищи (процесс деградации сложных субстратов). Такие молекулы - мономеры используются для сборки собственных сложных органических соединений.

1. **Самовоспроизведение (репродукция)**

Способность к размножению (воспроизведению себе подобных, самовоспроизведению) относится к одному из фундаментальных свойств живых организмов. Размножение необходимо для того, чтобы обеспечить непрерывность существования видов, т.к. продолжительность жизни отдельного организма ограничена. Размножение с избытком компенсирует потери, обусловленные естественным отмиранием особей, и таким образом поддерживает сохранение вида в ряду поколений особей. В процессе эволюции живых организмов происходила эволюция способов размножения. Поэтому у ныне существующих многочисленных и разнообразных видов живых организмов мы обнаруживаем разные формы размножения. Многие виды организмов сочетают несколько способов размножения. Необходимо выделить два, принципиально отличающихся типа размножения организмов - бесполое (первичный и более древний тип размножения) и половое. В процессе бесполого размножения новая особь образуется из одной или группы клеток (у многоклеточных) материнского организма. При всех формах бесполого размножения потомки обладают генотипом (совокупность генов) идентичным материнскому. Следовательно, все потомство одного материнского организма оказывается генетически однородным и дочерние особи обладают одинаковым комплексом признаков. При половом размножении новая особь развивается из зиготы, образующейся путем слияния двух специализированных половых клеток (процесс оплодотворения), продуцируемых двумя родительскими организмами. Ядро в зиготе содержит гибридный набор хромосом, образующийся в результате объединения наборов хромосом слившихся ядер гамет. В ядре зиготы, таким образом, создается новая комбинация наследственных задатков (генов), привнесенных в равной мере обоими родителями. А развивающийся из зиготы дочерний организм будет обладать новым сочетанием признаков. Иными словами, при половом размножении происходит осуществление комбинативной формы наследственной изменчивости организмов, обеспечивающий приспособление видов к меняющимся условиям среды и представляющей собой существенный фактор эволюции. В этом заключается значительное преимущество полового размножения по сравнению с бесполым. Способность живых организмов к самовоспроизведению базируется на уникальном свойстве нуклеиновых кислот к репродукции и феномене матричного синтеза, лежащего в основе образования молекул нуклеиновых кислот и белков. Самовоспроизведение на молекулярном уровне обусловливает как осуществление обмена веществ в клетках, так и самовоспроизведение самих клеток. Клеточное деление (самовоспроизведение клеток) лежит в основе индивидуального развития многоклеточных организмов и воспроизведения всех организмов. Размножение организмов обеспечивает самовоспроизведение всех видов, населяющих Землю, что в свою очередь обусловливает существование биогеоценозов и биосферы.

1. **Наследственность и изменчивость**

Наследственность обеспечивает материальную преемственность (поток генетической информации) между поколениями организмов. Она тесно связана с репродукцией на молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях. Генетическая информация, определяющая разнообразие наследственных признаков, зашифрована в молекулярной структуре ДНК (у некоторых вирусов - в РНК). В генах закодирована информация о структуре синтезируемых белков, ферментных и структурных. Генетический код - это система "записи" информации о последовательности расположения аминокислот в синтезируемых белках с помощью последовательности нуклеотидов в молекуле ДНК. Совокупность всех генов организма называется генотипом, а совокупность признаков - фенотипом. Фенотип зависит как от генотипа, так и факторов внутренней и внешней среды, которые влияют на активность генов и обусловливают регулярные процессы. Хранение и передача наследственной информации осуществляется у всех организмов с помощью нуклеиновых кислот, генетический код един для всех живых существ на Земле, т.е. он универсален. Благодаря наследственности из поколения в поколение передаются признаки, обеспечивающие приспособленность организмов к среде их обитания. Если бы при размножении организмов проявлялась только преемственность существующих признаков и свойств, то на фоне меняющихся условий внешней среды существование организмов было бы невозможно, так как необходимым условием жизни организмов является их приспособленность к условиям среды обитания. Проявляется изменчивость в разнообразии организмов, принадлежащих к одному и тому же виду. Изменчивость может реализовываться у отдельных организмов в ходе их индивидуального развития или в пределах группы организмов в ряду поколений при размножении. Выделяют две основные формы изменчивости, различающиеся по механизмам возникновения, характеру изменения признаков и, наконец, их значимости для существования живых организмов - генотипическую (наследственную) и модификационную (ненаследственную). Генотипическая изменчивость связана с изменением генотипа и приводит к изменению фенотипа. В основе генотипической изменчивости могут лежать мутации (мутационная изменчивость) или новые комбинации генов, возникающие в процессе оплодотворения при половом размножении. При мутационной форме изменения связаны, в первую очередь, с ошибками при репликации нуклеиновых кислот. Таким образом происходит возникновение новых генов, несущих новую генетическую информацию; происходит появление новых признаков. И если вновь возникающие признаки полезны организму в конкретных условиях, то они "подхватываются" и "закрепляются" естественным отбором. Таким образом, на наследственной (генотипической) изменчивости базируется приспособляемость организмов к условиям внешней среды, разнообразие организмов, создаются предпосылки для позитивной эволюции. При ненаследственной (модификационной) изменчивости происходят изменения фенотипа под действием факторов внешней среды и не связанные с изменением генотипа. Модификации (изменения признаков при модификационной изменчивости) происходят в пределах нормы реакции, находящейся под контролем генотипа. Модификации не передаются следующим поколениям. Значение модификационной изменчивости заключается в том, что она обеспечивает приспособляемость организма к факторам внешней среды в течение его жизни.

1. **Индивидуальное развитие организмов**

Всем живым организмам свойственен процесс индивидуального развития - онтогенез. Традиционно, под онтогенезом понимают процесс индивидуального развития многоклеточного организма (образующегося в результате полового размножения) от момента формирования зиготы до естественной смерти особи. За счет деления зиготы и последующих поколений клеток формируется многоклеточный организм, состоящий из огромного числа разных типов клеток, различных тканей и органов. Развитие организма базируется на "генетической программе" (заложенной в генах хромосом зиготы) и осуществляется в конкретных условиях среды, существенно влияющей на процесс реализации генетической информации в ходе индивидуального существования особи. На ранних этапах индивидуального развития происходит интенсивный рост (увеличение массы и размеров), обусловленный репродукцией молекул, клеток и других структур, и дифференцировка, т.е. появление различий в структуре и усложнение функций. На всех этапах онтогенеза существенное регулирующее влияние оказывают на развитие организма различные факторы внешней среды (температура, гравитация, давление, состав пищи по содержанию химических элементов и витаминов, разнообразные физические и химические агенты). Изучение роли этих факторов в процессе индивидуального развития животных и человека имеет огромное практическое значение, возрастающее по мере усиления антропогенного воздействия на природу. В различных областях биологии, медицины, ветеринарии и других наук широко проводятся исследования по изучению процессов нормального и патологического развития организмов, выяснению закономерностей онтогенеза.

1. **Раздражимость**

Неотъемлемым свойством организмов и всех живых систем является раздражимость - способность воспринимать внешние или внутренние раздражители (воздействия) и адекватно на них реагировать. У организмов раздражимость сопровождается комплексом изменений, выражающихся в сдвигах обмена веществ, электрического потенциала на мембранах клеток, физико-химических параметров в цитоплазме клеток, в двигательных реакциях, а высокоорганизованным животным присущи изменения в их поведении.

**4. Центральная догма молекулярной биологии** — обобщающее наблюдаемое в природе правило реализации генетической информации: информация передаётся от нуклеиновых кислот к белку, но не в обратном направлении. Правило было сформулировано Френсисом Криком в 1958 году и приведено в соответствие с накопившимися к тому времени данными в 1970 году. Переход генетической информации от ДНК к РНК и от РНК к белку является универсальным для всех без исключения клеточных организмов, лежит в основе биосинтеза макромолекул. Репликации генома соответствует информационный переход ДНК → ДНК. В природе встречаются также переходы РНК → РНК и РНК → ДНК (например у некоторых вирусов), а также изменение конформации белков, передаваемое от молекулы к молекуле.

**Универсальные способы передачи биологической информации**

В живых организмах встречаются три вида гетерогенных, то есть состоящих из разных мономеров полимера — ДНК, РНК и белок. Передача информации между ними может осуществляться 3 х 3 = 9 способами. Центральная догма разделяет эти 9 типов передачи информации на три группы:

-Общий — встречающиеся у большинства живых организмов;

-Специальный — встречающиеся в виде исключения, у вирусов и у мобильных элементов генома или в условиях биологического эксперимента;

-Неизвестные — не обнаружены.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 3 класса способов передачи информации, описываемые догмой | | |
| **Общие** | **Специальные** | **Неизвестные** |
| ДНК → ДНК | РНК → ДНК | белок → ДНК |
| ДНК → РНК | РНК → РНК | белок → РНК |
| РНК → белок | ДНК → белок | белок → белок |

**Репликация ДНК (ДНК → ДНК)**

ДНК — основной способ передачи информации между поколениями живых организмов, поэтому точное удвоение (репликация) ДНК очень важна. Репликация осуществляется комплексом белков, которые расплетают хроматин, затем двойную спираль. После этого ДНК полимераза и ассоциированные с ней белки, строят на каждой из двух цепочек идентичную копию.

**Транскрипция (ДНК → РНК)**

Транскрипция — биологический процесс, в результате которого информация, содержащаяся в участке ДНК, копируется на синтезируемую молекулу информационной РНК. Транскрипцию осуществляют факторы транскрипции и РНК-полимераза. В эукариотической клетке первичный транскрипт (пре-иРНК) часто редактируется. Этот процесс называется сплайсингом.

**Трансляция (РНК → белок)**

Зрелая иРНК считывается рибосомами в процессе трансляции. В прокариотических клетках процесс транскрипции и трансляции не разделён пространственно, и эти процессы сопряжены. В эукариотических клетках место транскрипции клеточное ядро отделено от места трансляции (цитоплазмы) ядерной мембраной, поэтому иРНК транспортируется из ядра в цитоплазму. иРНК считывается рибосомой в виде трёхнуклеотидных «слов». Комплексы факторов инициации и факторов элонгации доставляют аминоацилированные транспортные РНК к комплексу иРНК-рибосома.

**5. Обратная транскрипция** — это процесс образования двуцепочечной ДНК на матрице одноцепочечной РНК. Данный процесс называется *обратной* транскрипцией, так как передача генетической информации при этом происходит в «обратном», относительно транскрипции, направлении.[1]

Идея обратной транскрипции вначале была очень непопулярна, так как противоречила центральной догме молекулярной биологии, которая предполагала, что ДНК транскрибируется в РНК и далее транслируется в белки. Встречается у ретровирусов, например, ВИЧ и в случае ретротранспозонов.

**Трансдукция** (от лат. *transductio* — перемещение) — процесс переноса бактериальной ДНК из одной клетки в другую бактериофагом. Общая трансдукция используется в генетике бактерий для картирования генома и конструирования штаммов. К трансдукции способны как умеренные фаги, так и вирулентные, последние, однако, уничтожают популяцию бактерий, поэтому трансдукция с их помощью не имеет большого значения ни в природе, ни при проведении исследований.

Векторная молекула ДНК — это молекула ДНК, которая выступает в роли носителя. Молекулу-носитель должен отличать ряд особенностей:

- Способность к автономной репликации в клетке хозяина (чаще бактериальной или дрожжевой)

- Наличие селективного маркера

- Наличие удобных сайтов рестрикции

В роли векторов чаще всего выступают бактериальные плазмиды.