

Организм как физико-химическая система

Единство материального мира

Химические компоненты клеток

Упорядоченность биологических систем

Углеродная основа жизни

Нуклеиновая основа жизни

Белковая основа жизни

Водная основа жизни

Энергетическая основа жизни

Информационная основа жизни

Биологическая универсальность

Природа живых существ

- Живые существа являются производными от развивающегося материального мира, являются его составной частью. Они состоят из тех же атомов и молекул, из тех же элементов и веществ, свойственных и неживой природе. Хотя качественный и количественный элементарный и молекулярный состав живых тел, а также их упорядоченность, имеют существенные особенности.

Химический состав живых организмов

- Практически все элементы периодической системы Менделеева найдены у различных представителей живых организмов. Основными элементами живых организмов являются *углерод, водород, кислород, азот, сера и фосфор*, которые широко распространены на Земле. Именно эти элементы образуют характерные для живой природы разнообразные органические вещества и основные макромолекулы: *белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды*.

Химический состав живых тел

- До 70-80% от массы живых тел составляет вода, а также разнообразные минеральные и органические соли. Таким образом, все живые организмы состоят из тех же элементов, а также органических и неорганических молекул, что и неживые тела. Причем, свойства различных молекул, составляющих организм, не отличаются от свойств таких же молекул в неживых системах. Однако, биологические объекты сильно отличаются от неживых тел, т. к. они обладают *свойствами и характеристиками, присущими только для них.*

Основы биохимических процессов

- Тысячи *биохимических реакций* протекают в организме на основе *законов химии*. Почти все вещества находятся в растворенном в воде состоянии. Принципы поведения веществ в растворе не отличаются в клетке или в пробирке. Для протекания почти всех биохимических процессов требуются *ферменты*, которые функционируют на принципах *химического катализа*. Различные факторы, такие как свет, температура, давление оказывают на биохимические реакции такое же действие, как и на химические реакции вне биологических систем.

Биохимические основы жизни

- Гормоны и нейромедиаторы являются *химическими молекулами* определенной природы и структуры. Связываясь с молекулами – рецепторами на поверхности клеток они передают определенные сигналы и информацию. То есть клетки общаются на «*химическом*» языке. Химические взаимодействия различных молекул является основой жизни.
- Признаки и свойства живых организмов «записаны» в молекулах ДНК, хранятся и передаются химическим путем.
- Суть большинства механизмов молекулярных взаимодействий можно свести к биохимическим преобразованиям, т.е. преобразование одних молекул и образование других. Основой этих изменений являются разрыв и образование химических связей. Механизмы образования и разрыва химических связей связаны с взаимодействием или обменом *элементарных частиц* атомов взаимодействующих молекул, в первую очередь *протонов и электронов*

Физические основы жизни

- **Движение молекул в живых системах основано на таких физических процессах как диффузия и осмос, в основе которых лежит тепловое движение.**
- **Многие молекулы и надмолекулярные структуры клеток обладают физическими свойствами полярности, гидрофобности.**
- **Мембраны клеток обладают электрическим потенциалом, отростки нервных клеток проводят электрический ток.**
- **Движение крови по сосудам осуществляется по законам реологии.**
- **Суставы, кости скелета, мышцы действуют на основе принципов механики.**
- **Превращения энергии в живых организмах подчиняются законам термодинамики.**
- **Физические законы обуславливают явления зрения, слуха, движение, проведение нервного импульса, проницаемость различных веществ и др.**

Жизнь имеет физико-химические основы

- Таким образом, еще раз следует отметить, что живые тела обладают физико-химическими характеристиками, и все процессы в живых организмах подчиняются законам физики и химии, *вернее, в биологических объектах законы физики и химии не нарушаются.*
- *Наблюдается строгая интеграция биологического и физического мира. Живая материя является составной частью материальной природы и соблюдает те же универсальные физические и химические законы, что и неживая материя. И эти законы обуславливают наличие определенных границ на свойствах и характеристиках живых существ.*

Дискретность строения живых тел

- *Живые организмы состоят из множества составных частей, строго упорядоченных в пространстве и времени, взаимодействие которых обуславливает целостность и все жизненные процессы.*
- *Дискретность – это прерывистость организации материальных тел. Дискретность строения организмов означает, что они, как системы, состоят из многих отдельных, сложных, взаимосвязанных и взаимодействующих частей. Дискретность является важнейшей характеристикой любой системы, так как обеспечивает внутреннее движение и взаимодействие ее частей, а значит проявления ее различных качеств, свойств и функций.*

Упорядоченность строения живых тел

- *Упорядоченность* – закономерное расположение материальных тел в определенном пространстве. Важность этой характеристики для живых систем заключается в том, что в конкретном пространстве, в определенное время, вопреки второму закону термодинамики, собираются определенные элементы системы, закономерное расположение и взаимодействие которых обуславливает появление качественно новых свойств и характеристик данной системы (в частности, новой формы существования материи - жизни). Совокупность элементов системы имеет «оболочку» или четкие границы, обозначающие форму и объем физического тела.

Упорядоченность

- В природе большинство веществ рассеяно хаотически, примерно в равных соотношениях. Однако в живых организмах концентрации некоторых веществ в тысячи раз превосходят их содержание в окружающей среде. В частности, в микроскопическом объеме клетки сконцентрированы разнообразные белки, нуклеиновые кислоты, аминокислоты, специфические липиды, различные углеводы, которых практически нет в окружающей среде. Причем, молекулы этих веществ упорядочены и организованы в клетке, в результате чего и образуют сложные специальные структуры.

Уровни упорядоченности

- *Дискретность и упорядоченность лежат в основе* нескольких структурно-функциональных уровней организации «цельных» живых организмов. Каждый уровень имеет более высокую сложность и обладает новыми свойствами и функциями.

Основные уровни организации

- Можно отметить несколько **ключевых дискретных единиц** уровней организации и функционирования живых систем. 1. **Молекулы ДНК (гены)** – являются единицами *молекулярной организации биологических систем*. На их основе (на основе *генотипа*) синтезируются *белки*, на основе которых происходит закономерное построение и поддержание упорядоченности молекул (*фенотипа*) которые образуют разнообразные органеллы и клетки. 2. **Клетки** – являются единицами *жизни и клеточной организации* всего разнообразия живых организмов (как одноклеточных, так и многоклеточных). *На основе разных генотипов* строятся множество (миллионы вариантов) *фенотипов* клеток животных, растений, грибов и одноклеточных. Из огромного разнообразия клеток, путем их объединения в различных комбинациях и количествах, а также всевозможных взаимодействий, образуется бесчисленное множество вариантов многоклеточных организмов. Из них *естественным отбором* были «выбраны» только несколько миллионов видов наиболее приспособленных организмов. Клетки являются также единицами построения тканей, органов и частей тела. 3. **Организмы** – являются единицами *организменного и популяционного уровней* организации живых систем.

Дискретность и упорядоченность метаболизма

- Явления дискретности, упорядоченности и целостности имеют отношение не только к «структуре», но и к «функции». В частности, *метаболизм* любой клетки *дискретен*, так как состоит из десятков и сотен тысяч биохимических реакций, вместе с тем он *целостен*, так как служит единым целым для поддержания гомеостаза и жизни клеток. Все реакции метаболизма строго *упорядочены* в пространстве и времени. Каждая протекает в определенном месте клетки в строго определенном порядке и в строго определенное время. Упорядоченность дискретных процессов обеспечивается *избирательным катализом* только необходимых клетке реакций. Избирательный катализ основан на наличии только «нужных» ферментов, которые синтезируются клеткой на основе *генетических программ ДНК*.

Физико-химическая основа жизни

- *Физико-химическая основа жизни* позволяет изучать биообъекты современными мощными методами химии и физики, что привело к открытиям многих молекулярных и цитогенетических механизмов жизненных явлений. Установлено, что организмы обладают множеством *физико-химических характеристик*. В частности, они обладают *дискретностью* и *иерархичностью* строения, взаимодействием и взаимозависимостью частей – *целостностью*. Имеют молекулярную основу строения, преобразует и *использует энергию* для совершения работы.

Углеродная основа жизни

- *Соединения углерода – органические вещества, являются основой строения и функций всех живых тел и основой явления жизни.*
- *Органические соединения чрезвычайно разнообразны, они могут быть просты и сложны, могут быть очень малы, а могут обладать значительной молекулярной массой. Но все органические молекулы содержат углерод, как основной компонент, а так же в разных вариантах включают в свой состав водород, кислород, азот, фосфор и серу.*

Основные органические макромолекулы

- Основные органические макромолекулы живых организмов – белки, нуклеиновые кислоты, углеводы и липиды, обеспечивающие практически все жизненные явления, являются производными соединений углерода. Их мономеры – аминокислоты, нуклеотиды, моносахариды, карбоновые кислоты, также в основе своего строения имеют углерод. Десятки тысяч метаболитов и продуктов обмена веществ - это все разнообразнейшие соединения углерода. Углерод создает огромное количество всевозможных молекул, обладающих колоссальным спектром химических, физических и биологических свойств. Ни один другой элемент не способен образовывать такое количество разнообразных молекул. В этом отношении С является уникальным элементом на нашей планете – элементом жизни.

Свойства углерода

- Его уникальность обусловлена рядом его свойств. В частности, углерод – очень легкий элемент, его атомный номер - 6. Он соединяется, обычно тоже с относительно легкими элементами (H, O, N, P, S) и образует легкие молекулы. Поэтому и клетки, и организмы являются относительно легкими и подвижными телами, что важно для выживания. Такими же мобильными являются и молекулы соединений углерода и внутри клеток. В водной среде клеток они активно участвуют в тепловом движении, часто сталкиваются и взаимодействуют, что обуславливает многие процессы метаболизма.

Свойства углерода

- Углерод способен образовывать четыре ковалентные связи с другими углеродными атомами. Этим обуславливается возможность построения углеродного скелета – основы всех органических молекул. Ковалентная связь - **C – C** очень прочная, что обеспечивает стабильность углеродных цепей, тем самым существование органических соединений с очень длинными цепями. Так как атом углерода может соединяться с двумя, тремя или четырьмя такими же атомами, возможны различные варианты углеродных скелетов – прямые и разветвленные цепи, кольца, сети, а также различные комбинации этих структур. Этим обеспечивается огромное разнообразие очень отличающихся по свойствам органических веществ. Это, например, алканы, алкены, альдегиды, кетоны, эфиры, амины, амиды, бензол, стерин, пурин, пиримидин, углеводы, аминокислоты, спирты, карбоновые кислоты, белки, нуклеиновые кислоты и т. д. Многие из перечисленных групп соединений образуют клеточные структуры и используются в биологических процессах.

Свойства углерода

- Углерод, занимая в периодической системе центральное положение, может реагировать и с электроотрицательными элементами – кислородом, азотом, хлором, фосфором и серой, а также и с электроположительными элементами, в частности водородом. То есть, обладая пятью разными степенями окисления: -4, -2, 0, +2 и +4, углерод может реагировать со многими веществами и образовывать огромное количество разнообразных веществ, многие из которых важны для клеточного метаболизма.
- Углерод может также образовывать двойные и тройные связи с другими углеродными атомами, а также двойные связи с кислородом и азотом. Это также способствует образованию колоссального количества разнообразных органических соединений с многочисленными физическими, химическими и биологическими свойствами, что лежит в основе неисчерпаемого разнообразия живого мира.

Свойства углерода

- Первостепенное значение для жизни имеет также соединение углерода с кислородом – двуокись углерода (углекислый газ). В отличие от твердого двуокси кремния, двуокись углерода – легкое, газообразное вещество, хорошо растворимое в воде. Именно углекислый газ служит первичным источником органических веществ, всего того углерода, из которого строится все живое вещество на Земле. Это происходит в результате процесса фотосинтеза первичных органических веществ из неорганических (CO_2 и H_2O) с использованием энергии солнечного света. Остальные живые существа поедают первичную органику и трансформируют ее в собственные органические молекулы и энергию.

Нуклеиновая основа жизни

- ***В основе всех известных форм жизни лежат нуклеиновые кислоты - ДНК и РНК.***
- ***Нуклеиновые кислоты (НК) - уникальные молекулы, необходимые любому организму (от вирусов до человека) для хранения, использования и передачи генетической информации. Это информация о различных биохимических, морфологических, физиологических и других признаках организмов. Нуклеиновые кислоты обуславливают и регулируют синтез белков, а те, в свою очередь, определяют характер обмена веществ, особенности метаболизма, закономерности роста и развития, различные функции и др. В основе размножения всех организмов лежит механизм репликации ДНК и передачи её следующим поколениям. «Потоки» генетической и наследственной информации обуславливают упорядоченные процессы превращения органических веществ, организацию окружающего материального пространства, что лежит в основе жизненных явлений. Малейшие нарушения в структуре НК влекут за собой неблагоприятные последствия для организма или его гибель.***

Основные группы НК

- Имеется две основные группы указанных соединений: *ДНК* и *РНК*. Нуклеиновые кислоты представляют собой биополимеры, мономерами которых являются *нуклеотиды*. Каждый нуклеотид состоит: 1) из молекулы фосфорной кислоты, 2) моносахарида (рибозы или дезоксирибозы) и 3) одного из пяти азотистых оснований: аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц) и тимин (Т) или урацил (У). Молекулы ДНК и РНК состоят из химически очень схожих нуклеотидов, образующих «гигантские» молекулы. Они отличаются деталями химического строения и биологическими свойствами.

Белковая основа жизни

- *Жизнь на Земле имеет белковую природу.*
- *Белки – это относительно крупные органические молекулы, состоящие из аминокислот, соединенных между собой пептидными связями в цепи. Они имеют сложную структурную и пространственную организацию. Эти молекулы являются основной составной частью любого организма. Например, на их долю приходится до 20% живой массы млекопитающих. Примерно 70% массы организмов составляет вода, а на долю остальных органических веществ (аминокислот, нуклеотидов, моносахаридов, карбоновых кислот и др.) и макромолекул (нуклеиновых кислот, липидов и полисахаридов) приходится лишь около 10%.*

Роль белков

- Белки выполняют множество очень важных для жизни функций. Они определяют структуру и форму клетки; обуславливают все функции органелл и клеток; они служат инструментами молекулярного узнавания; все ферменты имеют белковую природу; они непосредственно участвуют в процессах обмена веществ и поддержании всех функций любых организмов. Поэтому белки часто называются также *протеинами* (от греч. proteos – первый). В организмах млекопитающих насчитывается до 50 тыс. разнообразных белков. Индивидуальная и видовая специфичность набора белков в данном организме определяет особенности его строения и функций, а набор белков в дифференцированной клетке определенного организма определяет морфологические, метаболические и функциональные особенности каждого типа клеток. Все реакции метаболизма, все функции и все микро- и макроанатомические структуры любых живых организмов обусловлены, в первую очередь, белками.

Водная основа жизни

- *Жизнь зародилась, развивалась и существует только на основе водной среды.*
- Неизвестно ни одного живого организма, который бы мог обходиться без воды. Мало того, вода является основным веществом живых тел. В среднем, H_2O составляет 70% общей массы живых организмов. Подавляющее большинство веществ живых организмов, в клетках или вне клеток, находятся в *растворенном* состоянии. У животных вода содержится в клетках, вне клеток и в полостях тела. Внеклеточная вода составляет межклеточное пространство, кровь и лимфу. Внутриполостная вода содержится в спинномозговой, внутриглазной, перикардимальной жидкостях и др.

Роль воды

- Важность воды в обеспечении жизненных процессов обусловлена ее уникальными физико-химическими свойствами. В первую очередь, вода является очень эффективным растворителем, что обусловлено высокой полярностью ее молекул. Все органические и неорганические полярные молекулы (соли, газы, аминокислоты, белки, углеводы, нуклеиновые кислоты и т.д.) находятся в клетках в растворенном виде. Их называют *гидрофильными* веществами. Они ионизируются водой и интенсивно двигаются в цитоплазме клеток или в биологических жидкостях, что значительно повышает их реакционную способность и очень важно для обеспечения метаболических и физиологических процессов. Нерастворимые в воде неполярные вещества (жиры) называют *гидрофобными*.

Роль воды

- Вода обеспечивает высокую скорость постоянного броуновского движения молекул, что является физической основой метаболизма.
- Вода как **субстрат** участвует во многих биохимических процессах, как **продукт** образуется при многих биохимических реакциях.
- Вода и продукты ее ионизации – H^+ и OH^- , оказывают большое влияние на свойства многих компонентов клеток. В частности на структуру белков и нуклеиновых кислот, функции ферментов, на организацию биомембран из амфифильных липидов и др.
- Без фотолиза воды невозможен фотосинтез, а значит и появление растительного, а затем животного мира.

Состояние воды в клетках

- Следует отметить, что воды в свободном виде (как, например, в реке) в живых организмах нет. Практически вся вода в клетках находится в связанном состоянии. Молекулы белков, НК, углеводов, аминокислот, анионов, катионов и др. за счет полярности связывают и ориентируют на своей поверхности значительные количества молекул воды. Внутреннее содержимое клеток представляет собой коллоидный раствор, главным образом белков. Коллоидные растворы обладают существенными отличиями от истинных растворов. В частности, коллоидные растворы имеют внутреннюю организацию (структуру), за счет упорядоченной ориентации молекул воды вокруг организованной структуры взаимодействующих белковых молекул, образующих внутренний «скелет» клеток. За счет этого «жидкие» клетки приобретают свойства твердых тел: твердость, упругость, постоянную форму и структуру, но вместе с тем обладают высокой пластичностью.

Живые организмы – жидкие тела

- Жестко соединяясь между собой межклеточными структурами, клетки млекопитающих образуют практически твердые многоклеточные организмы, не смотря на содержание 75% воды. Однако наличие свободной воды и способность связанной воды участвовать в химических и физических процессах, обуславливают практически беспрепятственное передвижение и взаимодействие субстратов и метаболитов. Мало того, внутренняя организация воды обуславливает формирование «каналов» по которым целенаправленно перемещаются определенные молекулы. С точки зрения важности воды, можно сказать, что все живые организмы на нашей планете являются высокоупорядоченными, долгоживущими коллоидными растворами. Оценивая агрегатное состояние живых тел, следует заключить, что живые организмы (клетки) – это жидкие тела.

Энергетическая основа жизни

- Жизнь – это тяжелая постоянная работа. Это постоянная работа упорядоченных живых систем против дезорганизирующего и разрушающего действия физико-химических факторов внешней и внутренней среды, против естественного стремления систем к повышению энтропии. Это работа по массивному постоянному синтезу разнообразных органических веществ необходимых для поддержания структурного и метаболического гомеостаза. Это громадная работа по обеспечению разнообразных функций организмов: движения, дыхания, питания, размножения и т.д. Естественно, для выполнения любой работы необходима энергия. А для выполнения столь разнообразной и многочисленной работы в живых телах нужно очень много энергии. Энергия должна поступать в организм, преобразовываться, храниться и целенаправленно использоваться.

Роль энергии

- *Поступление.* Энергия поступает в живые организмы двумя путями. 1). Бактерии, простейшие, грибы и животные потребляют энергию из окружающего пространства в виде разнообразных органических веществ. Эти вещества потребляются разнообразными способами в процессе питания. Поглощенные чужеродные органические макромолекулы (белки, полисахариды, жиры) перевариваются – дезинтегрируются до неспецифических мономеров. Аминокислоты, моносахариды, карбоновые кислоты и глицерин являются источниками энергии. Энергия химических связей извлекается в виде протонов и электронов в процессе постепенного окисления мономеров органических веществ H_2O и CO_2 . 2). Растения потребляют энергию видимого света. Основным источником лучистой энергии является солнце. Растительные клетки содержат специальные органеллы – хлоропласты, которые содержат специальные молекулы, поглощающие фотоны – хлорофилл. Затем начинается каскад квантовых и молекулярных превращений, приводящих к преобразованию лучистой энергии в энергию протонов и электронов, а затем в энергию химических связей АТФ.

Роль энергии

- *Преобразование энергии.* У животных существуют несколько универсальных метаболических путей трансформации энергии пищи в энергию химических связей АТФ.
- *Запасание и хранение энергии.* Извлекаемая практически любыми способами энергия в конечном итоге аккумулируется в макроэргических связях АТФ во всех клетках. Так как в качестве энергетического аккумулятора используется главным образом АТФ, то в клетке достигается большая экономия в отношении количества действующих механизмов.
- *Целенаправленное использование энергии.* АТФ играет ключевую метаболическую роль, так как является связующим звеном между процессами трансформации энергии и процессами, требующими затрат энергии. Специальные ферменты, обладающие АТФазной активностью, прицельно (где нужно и когда нужно) расщепляют АТФ и направляют энергию на выполнение конкретной работы. При гидролизе АТФ выделяется больше энергии, чем при гидролизе других внутриклеточных соединений.
- В первую очередь, с помощью АТФ производится работа по поддержанию упорядоченности и гомеостаза самих клеток. Для этого энергией снабжаются мембранные механизмы избирательного транспорта внутрь или наружу клеток (и мембранных клеточных органелл) разнообразных молекул. На это используется до 30% энергии АТФ. Очень много энергии, до 50-70%, используется для процессов синтеза необходимых для клетки молекул: аминокислот, пептидов, белков, нуклеотидов, РНК и ДНК, жирных кислот, триглицеридов, фосфолипидов и т.д. Энергия необходима также и для изменения или поддержания формы и объема клеток, для движения частей клеток или их самих.

Информационная основа жизни

- *Живые организмы построены на основе информации, существуют в плотном информационном окружении, а также живут и выживают на основе способности генерировать, воспринимать, анализировать и использовать информацию.*
- Можно отметить несколько основных потоков информации в рамках которых существуют живые организмы.

Основные информационные потоки

- 1. Потоки внешней информации.
- 2. Потоки внутриклеточной информации.
 - А) Поток генетической информации.
 - Б) Поток молекулярной информации
 - В) Поток информации упорядоченности
- 3. Потоки межклеточной информации.
 - А). Дальняя сигнализация *через жидкости внутренней среды*
 - Б). Контактная сигнализация рядом расположенных клеток *с помощью специальных сигнальных молекул.*
 - Контактная сигнализация *через щелевые соединения соседних клеток,*
 - При *синаптической передаче*
- 4. Потоки информации между организмами.
- 5. Потоки наследственной информации.

Биологическая универсальность

- *Для всех живых организмов характерна удивительная универсальность (единые принципы) в организации и функционировании.*
- *Химическая универсальность. Химический состав живых существ очень однообразен. Из сотни элементов природы, основу организмов (99%) составляют только шесть: С, Н, О, N, S, Р. Еще несколько: Na, К, Cl, Ca, Mg, Fe, Co, Zn, Mn и некоторые другие, играют вспомогательную роль в ряде биохимических процессов. Причем, ключевыми в организации любых живых тел являются соединения углерода – органические вещества.*

Биохимическая универсальность.

- Из бесчисленного множества органических молекул, для живых систем характерен ограниченный набор низкомолекулярных веществ. Это стандартный набор из 20 α -аминокислот (из сотен возможных), несколько гексоз, пентоз и триоз (из тысяч возможных), несколько карбоновых кислот (из тысяч существующих в природе), несколько производных пуриновых и пиримидиновых оснований, несколько стероидов.
- Для всех живых организмов характерны одни и те же формы оптических и геометрических изомеров: именно D-глюкоза, а не L-глюкоза; фумаровая, а не малеиновая кислота; только один изомер сквалена из десятков возможных. В живой природе используется ограниченное число кофакторов ферментов: НАД, ФАД, HS-CoA, липоевая кислота, кофермент Q, биотин и некоторые другие. Основным энергетическим посредником в любых клетках является АТФ.

Биохимическая универсальность

- Из стандартного набора низкомолекулярных предшественников образуются только четыре основные группы макромолекул: *белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и липиды*. Набор многих структурных белков и ферментов очень схож в клетках многих организмов. Полисахариды везде представлены, главным образом, полимерами глюкозы: гликогеном, крахмалом и целлюлозой. Нуклеиновые кислоты во всех видах организмов встречаются только двух видов: ДНК и РНК, построенные только из пяти универсальных для всех живых организмов нуклеотидов.

Универсальность метаболических путей

- В живой природе используется довольно ограниченное число *метаболических путей*. Причем большинство из них являются стандартными для подавляющего числа организмов. Например, брожение, гликолиз, цикл Кребса, дыхательная цепь митохондрий, синтез АТФ, синтез белков, β -окисление жирных кислот и другие. Одинаковые метаболические пути обслуживаются сотнями одних и тех же *ферментов*. Удивительно небольшой набор молекул-регуляторов используется природой из миллионов возможных вариантов. Это стандартный набор гормонов, характерный, например, для хордовых.
- Таким образом, можно сказать, что любые клетки разнообразных царств живых организмов имеют одинаковую молекулярную организацию и обладают универсальной системой биохимических превращений.

Морфологическая универсальность

- Живые организмы имеют четкие *стандарты* в своем строении, как на уровне клеток, так и на уровне целого организма. *Клетки* всех пяти царств организмов **обладают** единым принципом организации: имеют генетический материал; мембрану, окружающую клетку и цитоплазму, насыщенную ферментами. Это маленькие объекты – от 1 до 100 мкм (в среднем – 50 мкм). Они имеют принципиально одинаковый молекулярный состав (H₂O, анионы и катионы, белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы). Все клетки покрыты *биологическими мембранами*, имеющими единый принцип организации и построенные почти из одинаковых молекул. Клетки эукариот разделены внутренними мембранами на *компартменты*. *Органеллы* во всех тысячах разновидностей клеток имеют одинаковую организацию. Митохондрии, эндоплазматическая сеть, ядро, лизосомы, рибосомы и другие органеллы могут отличаться лишь небольшими деталями строения. Таким образом, появление универсальной клетки в результате эволюции протобионтов, явилось появлением *стандартной единицы организации* живых организмов.

Физиологическая универсальность.

- Физиологическая универсальность характерна как разнообразным клеткам организмов, так и различным органам, тканям и частям тела многочисленных организмов одного царства. Мембранные функции клеток – избирательный транспорт молекул, имеют один принцип и отличаются только деталями.
- Принцип сокращения мышечных клеток имеет одну «актино-миозиновую» основу у всех животных. Механизмы секреции практически не отличаются у клеток разных животных. Принципы фагоцитоза, используемые еще некоторыми одноклеточными организмами, используются лейкоцитами многоклеточных организмов. Внутриклеточное «пищеварение» гидролитическими ферментами возникло еще у одноклеточных и его принцип используется у всех современных живых организмов.

Генетическая универсальность.

- Генетический материал *всех без исключения* организмов представлен нуклеиновыми кислотами, имеющими единый принцип организации и одинаковые свойства и функции. Известны лишь две группы этих макромолекул – ДНК и РНК. Причем, РНК имеет три основные разновидности: мРНК, тРНК и рРНК, характерные для клеток всех царств организмов. Указанные макромолекулы у разных организмов отличаются только последовательностью стандартных нуклеотидов. Определенной последовательностью нуклеотидов, с помощью универсального генетического кода, записана индивидуальная наследственная информация. Единицей наследственной информации является ген. Механизмы экспрессии генов одинаковы у всех живых существ: транскрипция, а затем трансляция. Процессы синтеза РНК и белков, а также большинство ферментов в этих реакциях – одни и те же у всех живых существ.

Универсальность принципов жизни

- Все представленные выше факты свидетельствуют о единой молекулярной и биохимической основе всего живого, единстве морфологических и физиологических принципов в организации всего многообразия живых организмов. Это говорит о «близком родстве» всех живых существ, о возникновении их из одного стандартного «молекулярно-генетического источника». «Организирующим центром **универсальности**» жизни во всех случаях являются молекулы РНК и ДНК, способные к организации окружающего материального пространства через универсальные механизмы *экспрессии генов и синтеза белков*.