

Тема 2.3. Эволюционное учение.

Эволюционное учение - это наука о причинах, движущих силах, механизмах и общих закономерностях исторического развития живого мира. Эволюцией в биологии называют непрерывное направленное развитие живого мира, сопровождающееся изменением строения и уровней организации разных групп организмов, позволяющее им более эффективно приспосабливаться и существовать в самых различных условиях обитания. Эволюционное учение является теоретической базой биологии, так как оно объясняет основные особенности, закономерности и пути развития органического мира, позволяет понять причину единства и огромного многообразия органического мира, выяснять исторические связи между разными формами жизни и предвидеть их развитие в будущем.

Эволюционное учение обобщает данные многих биологических наук, позволяет понять механизмы и направления изменчивости живой материи и использовать эти знания в практике селекционных работ.

Эволюционное учение возникло не сразу. Оно сложилось как результат длительной борьбы двух принципиально противоположных систем взглядов на жизнь и ее происхождение — идей Божественного сотворения мира и представлений о самозарождении и саморазвитии жизни. На основе этих воззрений в науке сложились два направления — креационизм, развивающий идеи сотворения мира Богом или Высшим разумом, второе — эволюционизм, допускающий возможность самозарождения и саморазвития органического мира. Существовали также представления о вечности жизни в природе.

Уже в древности эти идеи активно обсуждались, и в их развитие внесли большой вклад такие выдающиеся мыслители своего Додарвиновский период развития эволюционных идей в биологии времени, как Фалес Милетский, Анаксимандр, Анаксимен, Гераклит, Эмпедокл, Демокрит, Платон, Аристотель и многие другие.

В Средние века господствовали в основном идеи креационизма и неизменности мира. Наиболее крупными учеными додарвиновского периода развития биологии были К. Линней и Ж. Б. Ламарк.

Карл Линней (1707-1778) — выдающийся шведский ученый. Именно он сделал попытку обобщить имевшиеся в то время данные о многообразии

органического мира и создать его научную классификацию, изложив свои взгляды по этим вопросам в «Системе природы» (1735). Он является создателем систематики и номенклатуры — наук о принципах классификации живых организмов и правилах их наименования. Основной таксономической категорией у растений и животных К. Линней считал вид, определяя его как множество сходных особей, воспроизводящих себе подобных. Виды он объединял в роды. В своей системе он выделял пять таксономических категорий разного уровня: класс, отряд, род, вид, разновидность. Для названия видов К. Линней использовал бинарную номенклатуру, то есть двойное наименование — с указанием названий рода и вида (например, мухомор красный, олень благородный и т. п., где первое слово — название рода, а второе — вида). Описания видов и их названия он сделал на латинском языке, принятом тогда в науке. Это намного облегчило взаимное понимание между учеными разных стран, так как в разных языках один и тот же вид может называться совершенно по-разному. Поэтому до сих пор научные названия растений, грибов или любых других организмов принято писать на латинском языке, понятном специалистам разных стран. Всего К. Линней составил описания около десяти тысяч видов растений и животных, объединив их в 30 классов (24 класса растений и 6 классов животных). Однако система К. Линнея была искусственной, основанной на сходстве только внешних признаков. Так, к классу червей он относил кишечнополостных, губок, моллюсков, иглокожих и даже круглоротых, которые сейчас относятся к совершенно разным типам животных. Растения он разделял на классы по наличию или отсутствию цветка, форме цветка и по числу тычинок и пестиков в нем. Но вместе с тем он совершенно правильно отнес человека к отряду приматов. Это было революционным шагом для того времени. Не случайно труд К. Линнея долгое время был запрещен Ватиканом. К. Линней считал виды неизменными, существующими в том состоянии, как их создал Бог. Но он отмечал, что разновидности могут со временем изменяться. Большой заслугой К. Линнея является то, что его систематика фактически отражала результаты эволюции — многообразие организмов от простых форм к более сложным, а таксономические категории впервые определили иерархию и соподчиненность разных групп организмов — от видов до классов.

Очень крупной фигурой в биологии является Жан-Батист Ламарк (1744-1829) — французский ученый, создавший первое целостное эволюционное учение, основы

которого он изложил в своем труде «Философия зоологии» (1809). В нем он впервые доказал, что всем видам присуща изменчивость. Основными причинами изменчивости Ж. Б. Ламарк считал влияние внешней среды и стремление живых организмов к совершенству, заложенное в них Богом. Таким образом, по Ламарку, процесс эволюции как бы намечен самим Творцом. Главным механизмом изменчивости видов Ламарк считал упражнение или неупражнение органов. Под влиянием меняющихся условий среды обитания животным приходится менять свои привычки и способы добывания пищи. Например, у жирафа, которому приходится тянуться вверх за листьями деревьев, со временем вытянулась шея (упражнение органа), а у крота, обитающего под землей, произошла потеря зрения (неупражнение органа). Ламарк дал более подробную по сравнению с Линнеем классификацию животных, распределив их по 14 классам. Он отделил позвоночных животных от беспозвоночных. Выделенные им 14 классов животных были разделены по степени усложнения строения на 6 градаций (ступеней усложнения). Так, к 1-ой градации он отнес Инфузорий и полипов, ко 2-ой — лучистых животных и червей, к 3-й — насекомых и паукообразных, к 4-ой — ракообразных, кольчатых червей, усоногих и моллюсков, к 5-ой — рыб и рептилий и к 6-ой — птиц, млекопитающих и человека. Он совершенно справедливо отмечал происхождение высших форм животных от низших и считал, что человек произошел от обезьян. Заслугой Ламарка является также введение в науку терминов «биология» и «биосфера», которые получили впоследствии широкое распространение.

К середине XIX века наука созрела для создания эволюционного учения в биологии. Причин этому было много. Назовем только некоторые из них.

1. Завершение эпохи Великих географических открытий (XV-XVIII вв.) показало человечеству все многообразие мира. Ранее, во времена древнего мира, античности, раннего и среднего Средневековья, люди жили в своих городах и селениях, и круг их путешествий ограничивался лишь небольшим набором сопредельных регионов. Это создавало иллюзию об однообразии и стабильности окружающего мира (см. статью: Философия средневековья). Эпоха кругосветных путешествий обнаружила полную несостоятельность этих представлений. Появились многочисленные описания новых земель, их природы и населяющих их

племен, растений и животных, которые разрушали привычные воззрения об однородности и неизменности мира.

2. Активная колонизация вновь открытых земель европейцами потребовала составления подробных описаний природы, климата и ресурсов этих районов, что существенно расширяло знания людей о природе Земли. В этой работе принимали участие уже не одиночки-путешественники, а большие массы людей, что способствовало быстрому распространению новых знаний среди широких слоев населения стран Европы.

3. Развитие капитализма в странах Западной Европы ускорило прогресс в технике и научных изысканиях, необходимых для развития промышленности.

4. Интенсивное развитие науки, в свою очередь, ускорило процесс создания эволюционного учения. В это время активно развиваются многие науки о природе, свидетельствующие о ее целостности и определенном развитии: геология, показавшая единство строения минералов и горных пород в разных регионах Земли; палеонтология, накопившая большое количество окаменелостей, давно вымерших растений и животных, что свидетельствовало о древности жизни и смены одних ее форм другими. Кроме того, были обнаружены ископаемые организмы, составляющие явно переходные звенья между ныне существующими и вымершими формами. Эти факты требовали своего объяснения. Успехи сравнительной анатомии выявили общность строения многих групп растений и животных и показывали существование переходных форм между отдельными группами организмов. Цитология выявила общий характер клеточного строения растений и животных. Эмбриология нашла сходство развития зародышей у разных групп животных. Значительные успехи были достигнуты в области селекции растений и животных, свидетельствующие о возможности искусственного изменения их форм и продуктивности.

Все это вместе взятое и подготовило базу и условия разработки эволюционного учения.

Создание эволюционной теории Ч. Дарвина и А. Уоллеса

Основы современной теории эволюции были созданы выдающимся английским ученым-энциклопедистом Чарлзом Дарвином (1809-1882). Независимо

от него в это же время работал и пришел к очень близким выводам соотечественник Ч. Дарвина — зоолог Альфред Уоллес (1823-1913).

Научные интересы Ч. Дарвина как натуралиста были чрезвычайно разнообразны: он занимался ботаникой, зоологией, геологией, палеонтологией, теологией, интересовался вопросами селекции и т. п. Большую роль в жизни Ч. Дарвина и формировании его научных идей сыграло кругосветное путешествие в составе экспедиции на корабле «Бигл» в 1831-1836 гг. Там он смог досконально изучить специфику фауны Галапагосских островов, Южной Америки и ряда других районов мира. Уже в этот период у Ч. Дарвина начинают формироваться основные эволюционные идеи и он приближается к открытию принципа дивергенции — расхождения признаков у потомков общего предка как механизма формо- и видообразования. Большую роль в формировании эволюционистских идей Ч. Дарвина сыграло его участие в палеонтологических раскопках в Уругвае, где он познакомился с некоторыми вымершими формами гигантских ленивцев, броненосцев и ряда беспозвоночных. Вернувшись из экспедиции, Ч. Дарвин пишет ряд монографий и выступает с докладами, принесшими ему признание научной общественности и широкую известность.

Анализируя темпы размножения и реальную численность популяций в природе, Ч. Дарвин задался вопросом о причинах вымирания одних форм и выживания других. Для решения этой проблемы он привлекает идеи Томаса Мальтуса (1766-1834) о борьбе за существование в человеческом обществе, изложенные последним в труде «Опыт в законе народонаселения».

Так у Ч. Дарвина родились собственные идеи о роли борьбы за существование в процессах выживания видов в природе и значении естественного отбора как важнейшего фактора, определяющего направление эволюции. Основными механизмами борьбы за существование Ч. Дарвин считал внутри- и межвидовую конкуренцию, а избирательная гибель рассматривалась им как основа естественного отбора. Эти процессы могут ускоряться при пространственной изоляции популяций. Ч. Дарвин совершенно правильно отмечал, что эволюционируют не отдельные особи, а виды и внутривидовые популяции, то есть эволюционный процесс происходит на надорганизменном уровне.

Особую роль в эволюции Ч. Дарвин отводил наследственной изменчивости организмов в популяциях и половому воспроизводству организмов как одному из главных факторов естественного отбора.

Процесс видообразования Ч. Дарвин считал постепенным, он проводил определенные параллели между естественным и искусственным отбором, приводящим к формированию подвидов, видов и пород или сортов животных и растений. Он подчеркивал также важное значение других наук (палеонтологии, биогеографии, эмбриологии) в доказательствах эволюции. Эти труды были оценены высшей наградой Королевского научного общества. Квинтэссенцией этих сочинений стал труд «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствуемых рас (форм, пород) в борьбе за жизнь», изданный Ч. Дарвином в 1859 г. и не потерявший своего значения и в наше время.

Очень похожие взгляды на эволюцию живого мира и ее механизмы представил и А. Уоллес. Даже многие термины в трудах обоих ученых совпали.

А. Уоллес обратился к Ч. Дарвину, как известному эволюционисту, с просьбой просмотреть и прокомментировать его труд. Доклады обоих ученых на эту тему были опубликованы в одном томе Трудов Линнеевского общества, и сам А. Уоллес, и научная общественность единодушно признали приоритет Ч. Дарвина в этих вопросах. Само эволюционное учение долгое время носило имя его основателя — дарвинизм.

Важнейшей заслугой Ч. Дарвина и А. Уоллеса стало то, что они определили главный фактор эволюции — естественный отбор — и тем самым обнаружили причины протекания эволюции живого мира.

Вид как этап эволюционного процесса

Основной эволюционной единицей является вид. Именно вид, по мнению Ч. Дарвина, является центральным звеном эволюционного процесса. Само представление о виде было сформулировано еще в античные времена Аристотелем, который рассматривал вид как совокупность сходных особей. Примерно этих же представлений о виде придерживался и К. Линней, рассматривая его как самостоятельную, дискретную и неизменную биологическую и систематическую структуру. В настоящее время вид рассматривается как реально существующая в природе группа особей. Остальные систематические категории являются в

известной мере производными вида, выделяемыми учеными на основании тех или иных признаков (роды, семейства и т. п.).

В современной биологии видом называют совокупность популяций особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических признаков, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к определенным условиям жизни и занимающих определенную территорию — ареал. Вид — это основная структурная и таксономическая единица в системе живой природы и качественный этап эволюции организмов.

Критерии вида

Каждый вид характеризуется многими признаками, которые носят название критериев вида.

1. Морфологические критерии включают сходство внешнего и внутреннего (анатомического) строения организмов. Морфологические признаки очень изменчивы. Например, деревья, растущие в густом лесу и на открытых пространствах, выглядят по-разному. Иногда в пределах одного вида могут быть особи сильно различающиеся по морфологии. Такое явление носит название полиморфизма. Это может быть связано с наличием разных стадий развития растений и животных, чередованием полового и бесполого поколений и т. п. Так, личиночные и взрослые стадии многих насекомых совершенно не похожи друг на друга. Различаются морфологически стадии медуз и полипов у кишечнополостных, гаметофит и спорофит у папоротникообразных и т. п. Если особи различаются двумя морфологическими типами, то их называют диморфными (например, половой диморфизм). Вместе с тем бывают случаи высокого морфологического сходства разных видов. Такие виды носят название видов-двойников. Не зная всего этого, каждый определенный морфологический тип можно принять за самостоятельный вид или, напротив, разные, но морфологически похожие виды можно неверно отнести к одному виду. Таким образом, морфологический критерий не может быть единственным при определении вида.

2. Генетический критерий вида подразумевает существование вида как целостной генетической системы, составляющей генофонд вида (совокупность генотипов всех особей, относящихся к этому виду). Каждому виду свойствен

определенный набор числа хромосом (у человека, например, диплоидный набор хромосом $2n$ равен 46), определенная форма, структура, размеры и характер окраски хромосом.

У разных видов число хромосом неодинаково, и по этому критерию можно легко различать очень близкие по морфологии виды (виды-двойники). Так были разделены очень похожие друг на друга виды полевок обыкновенных, имеющие 46 и 54 хромосомы, крыс черных (с диплоидными наборами хромосом 38 и 42). Разное число хромосом у разных видов позволяет особям свободно скрещиваться с представителями своего вида, образуя жизнеспособное и плодовитое потомство, но, как правило, оно обеспечивает частичную или полную генетическую изоляцию при скрещиваниях с особями других видов — вызывая гибель гамет, зигот, эмбрионов или же приводя к образованию нежизнеспособного или бесплодного потомства (вспомните, например, мула — бесплодного гибрида осла и лошади, лошака — бесплодного гибрида коня и ослицы).

В настоящее время генетические критерии вида дополнены молекулярными анализами ДНК и РНК (картирование генов, определение последовательности расположения нуклеотидов в молекулах нуклеиновых кислот и т. п.). Это позволяет не только разделять близкие виды, но и определять степень родственной близости или отдаленности разных видов, облегчает проведение филогенетического анализа определенных групп видов, позволяющего выявить родственные связи между разными видами и группами организмов и последовательность их образования. Однако, несмотря на большие возможности генетических анализов, они также не могут быть абсолютными критериями при определении видов. Например, одинаковые по числу наборы хромосом могут быть у представителей совершенно разных групп растений, грибов или животных. В природе также известны случаи межвидовых скрещиваний с получением жизнеспособных и плодовитых потомков (например, у некоторых видов канареек, яблоков, ив, тополей и др.).

3. Физиологический критерий включает единство всех процессов жизнедеятельности у всех особей одного вида. Это одинаковые способы питания, обмена веществ, размножения и т.п. Это сходство биологических ритмов особей одного вида (периоды активности и отдыха, зимние или летние спячки). Данные признаки также являются важной характеристикой вида, но не единственной.

4. К биохимическим критериям вида можно отнести, например, сходство строения белков, химического состава клеток и тканей, совокупности всех химических процессов, происходящих у всех представителей вида и т.п. К этой же категории признаков можно отнести способность некоторых видов организмов образовывать биологически активные соединения (такие, как антибиотики, токсины, алкалоиды и др.) и любые другие органические вещества (органические кислоты, аминокислоты, спирты, пигменты, углеводы, углеводороды и др.), что широко используется человеком в различных биологических технологиях. Это тоже очень важные признаки вида, дополняющие другие его характеристики.

5. Экологический критерий вида включает характеристику его экологической ниши. Это очень важная характеристика вида, отражающая его место и роль в биоценозах и в биогеохимических круговоротах веществ в природе. Она включает характеристику мест обитания вида, многообразие его биотических связей (место и роль в цепях питания, наличие симбионтов или врагов и т. п.), зависимость от природных факторов (температуры, влажности, освещения, кислотности и солевого состава среды и пр.), периоды и ритмы активности, участие в превращениях определенных элементов или веществ (окисление или восстановление металлов, серы, азота, разложение белков, целлюлозы, лигнина или иных органических соединений и т. п.). То есть экологическая ниша — это полная характеристика того, где вид встречается в природе, когда он активен, в чем и каким образом проявляется его жизнедеятельность. Но и данный критерий не всегда достаточен для определения вида.

6. Географический критерий включает характеристику и величину ареала, занимаемого видом на планете. На этой территории вид встречается и проходит полный цикл развития. Ареал называется первичным, если образование вида произошло именно на этой территории, и вторичным, если территории были заняты видом вследствие случайных миграций, природных катастроф, перемещения человеком и т. п. Ареал может быть сплошным, если вид встречается на всем его пространстве в подходящих местообитаниях. Если ареал распадается на ряд разобщенных и удаленных территорий, между которыми уже невозможны миграции или обмен спорами и семенами, то он называется прерывистым. Выделяют также реликтовые ареалы, занимаемые древними, случайно выжившими видами.

Виды, которые занимают обширные пространства земли и встречаются в разных эколого-географических зонах, называются космополитами, а занимающие лишь небольшие (локальные) территории и не встречающиеся в других местах, получили название эндемиков. Для видов с обширными ареалами характерна определенная географическая изменчивость, получившая название клинальной изменчивости. У последних видов возможно также существование географических форм и рас и определенных экотипов, приспособленных к конкретным местообитаниям в пределах ареала. Как уже отмечалось выше, ни один из названных критериев не является достаточным для характеристики видов и последний можно характеризовать только по комплексу признаков.

Популяции

Вид состоит из популяций. Популяцией называется совокупность особей одного вида, обладающих общим генофондом, заселяющих определенную территорию (часть ареала вида) и размножающуюся путем свободного скрещивания. Популяции, в свою очередь, состоят из более мелких групп особей — семей, демов, парцелл и т. п., связанных друг с другом единством занимаемой территории и возможностью свободного скрещивания.

Связь родителей с потомством обеспечивает непрерывность популяции во времени (наличие нескольких поколений особей в популяции), а свободное половое размножение поддерживает генетическое единство популяции в пространстве. Популяции являются структурной единицей вида и элементарной единицей эволюции.

Популяции — это динамичные группы, они могут объединяться друг с другом, распадаться на дочерние популяции, мигрировать, менять свою численность в зависимости от условий существования, приспосабливаться к определенным условиям жизни, погибать в неблагоприятных условиях. В пределах ареала вида популяции распределены очень неравномерно. Их будет больше и они будут более многочисленны в благоприятных условиях существования. Напротив, в неблагоприятных условиях и на границах ареала они будут редки и малочисленны. Иногда популяции имеют островной или локальный характер распределения, например, березовые колки на Урале и в Сибири или пойменные рощи и леса в степной зоне. Число особей, приходящихся на определенную единицу площади или

объем среды, носит название плотности популяции. Плотность популяций очень сильно меняется в разные сезоны и годы. Наиболее резко она меняется у мелких организмов (например, у комаров, водорослей, вызывающих цветение водоемов, и т. п.). У крупных организмов численность и плотность популяций более стабильны (например, у древесных растений). Каждая популяция характеризуется определенной структурой, которая зависит от соотношения в ней особей разного пола (половая структура), возраста (возрастная структура), размеров, разных генотипов (генетическая структура) и т. п. Возрастная структура популяций может быть очень сложной. Наиболее четко это можно наблюдать у древесных растений, где отдельные особи могут существовать многие десятки и даже сотни лет, принимая активное участие в процессах перекрестного опыления. Таким образом, складываются популяции, состоящие из множества родственных друг другу поколений. В других популяциях возрастная структура может быть очень простой, например, у однолетних растений, которые представляют собой одновозрастные группы. Популяции постоянно изменяются во времени и в пространстве, и именно эти изменения и представляют собой элементарные эволюционные процессы. Вот почему популяции называют элементарной эволюционирующей структурой. Механизмы и закономерности изменчивости популяций в природе и их генетическую основу подробно изучали крупнейшие российские генетики и эволюционисты А. С. Серебровский (1892-1948) и С. С. Четвериков (1880-1959). Их трудами и работами их последователей созданы основы популяционной генетики.