



Микроэволюция и видообразование

Краткий обзор

Со времен Чарльза Дарвина объем знаний о сущности жизни и в области молекулярной биологии значительно увеличился. В 30–40-х годах XX века была сформулирована синтетическая теория эволюции, которая в настоящее время серьезно пересматривается под влиянием новых данных молекулярной генетики. Данная глава начинается с описания процесса микроэволюции и видообразования в их современной трактовке. Далее приводится интервенционистская точка зрения, согласно которой все начинается с сотворения основных форм жизни. Интервенционизм признает микроэволюцию и видообразование, происходящие в каждой из сотворенных групп. В ходе этого процесса животные и растения на протяжении тысячелетий адаптируются к изменяющимся условиям окружающей среды. За сотворением следуют биологические изменения, что предполагает изменения в традиционной теории эволюции. Приводится описание этих изменений и делается вывод, что данная интервенционистская теория наряду с новыми данными эпигенетики (которая изучает механизмы регуляции экспрессии генов, не затрагивающие последовательности нуклеотидов в ДНК) в большей мере соответствует тем данным, которыми располагает биология, чем традиционная теория эволюции.

Прогресс теории Дарвина

Бытовавшая в Средние века убежденность в том, что животные и растения не менялись с момента их появления (неизменность видов), сменилась эволюционной теорией Дарвина, впервые опубликованной в 1859 году. Теория Дарвина была сформулирована задолго до появления таких областей науки, как генетика, клеточная биология и молекулярная биология. Истинная природа жизни оставалась неизвестной. Накопление новых данных со времен Дарвина привело к неodarвинистской синтетической теории эволюции (или современному эволюционному синтезу). Это произошло в 30–40-х годах XX века посредством объединения знаний из таких областей, как генетика, популяционная биология и палеонтология, с разработкой теории, считавшейся в то время всеобъемлющей теорией эволюции¹. Этот новый синтез в значительной мере основывался на данных, относящихся к теоретической математической популяционной генетике, и в целом не опирался на реальные данные из окружающего мира.

Прошло время, и расцвет молекулярной биологии, в том числе молекулярной генетики, привел к значительным переменам в нашем понимании генетической системы и природы живой клетки. Примерно в 2000 году я (Бранд) слушал доклад об эволюционном процессе на ежегодной встрече по палеонтологии позвоночных. Докладчиком выступал видный ученый-эволюционист. В ходе своего выступления он отметил, что «необходимо вновь повторить неodarвинистский синтез, и на этот раз мы не загубим его». Тогда я не понял, что он имел в виду, но с тех пор произошел воистину потрясающий прогресс в молекулярной генетике. Сначала мы опишем теорию микроэволюционных изменений в том виде, как она понималась неodarвинистской синтетической теорией эволюции, а затем внесем ряд дополнений в теорию, основываясь на точке зрения современной молекулярной биологии и теории интервенционизма.

Чтобы быть справедливыми по отношению к авторам тех докладов, которые цитируются здесь и в последующих четырех главах, следует подчеркнуть, что большинство из них не поддержало бы основные положения того, о чем здесь идет речь. Мы цитируем их лишь с целью привести конкретные идеи либо данные и считаем, что представленная в нашей книге новая интерпретация верна по отношению к цитируемому материалу и согласуется с ним.

Настоящая презентация — просто предварительный отчет о состоянии дел, и она не предназначена дать ответы на все вопросы. Нет сомнений, что теория будет меняться по мере появления новых

данных. Мы с захватывающим интересом будем наблюдать за тем, как в последующие годы накопление новой информации повлияет на наши теории.

Категории эволюции

Теорию эволюции очень удобно разделить на микроэволюцию, видообразование и макроэволюцию (рис. 8.1). Микроэволюция относится к сравнительно небольшим эволюционным изменениям в рамках видов организмов (вид — это группа популяций организмов, которые скрещиваются между собой, но не скрещиваются с особями из других популяций)². Видообразование представляет собой появление новых видов. Макроэволюцию обычно определяют как эволюцию на более высоком уровне, чем виды³. Однако этому термину не всегда дается такое определение⁴. Иногда им обозначают масштабные фенотипические изменения, приводящие к появлению таксонов более высокого ранга. В нашей книге мы неизменно будем использовать термин «макроэволюция» именно в этом, втором смысле — в значении эволюции больших групп организмов, включая новые семейства и любые таксономические категории выше семейства.

Если несколько видов мышей эволюционируют от предкового вида мышей, то изменения, прежде всего, касаются окраса, размера, пропорций конечностей по отношению к размеру тела, поведения, предпочтительной среды обитания и малых молекулярных изменений. Все эти мыши — гомойотермные (теплокровные) животные, у всех есть шерстяной покров и молочные железы, и всем свойственно живорождение. Для них эволюция от одного вида мышей не потребовала новых структур, а возможно, не потребовала и новых генов. Таковы микроэволюция и видообразование.

Если же мыши и другие млекопитающие эволюционировали от предка-рептилии, это потребовало бы появления основных анатомических и физиологических особенностей, которых раньше не было у предка. Потребовались бы также новые комплексы генов для кодировки структуры и эмбриологического развития новых органов. Примерами могут служить структуры и механизмы эндокринной регуляции, обеспечивающие живорождение; молочные железы для выкармливания потомства; более крупный и сложный мозг; механизм поддержания более высокого уровня обмена веществ и температуры у млекопитающих; огромный комплекс регуляторных генов для управления всем этим. Перемены такого масштаба называются макроэволюцией (рис. 8.1).



Рисунок 8.1 – Видообразование у ящериц и мышей в сопоставлении с мегаэволюцией/эволюцией основных групп от общего предка. Каждое животное на рисунке представляет определенный вид. Микроэволюционные изменения происходят внутри каждого вида. (Рисунок Роберта Кнабенбауэра.)

Микроэволюция

Как эволюционисты, так и интервенционисты признают факт микроэволюционных изменений. Многие процессы, отвечающие за микроэволюцию, можно наблюдать или доказать с помощью большого объема косвенных данных. Вот эти процессы, протекающие во всех формах жизни.

Появление избыточного количества особей. Почти все животные откладывают больше яиц или приносят больше детенышей, чем это необходимо для поддержания постоянного размера популяции. Самки некоторых видов мышей-полевков в среднем приносят потомство четыре раза в год, по четыре детеныша в помете. Если бы все их детеныши доживали до репродуктивного сезона, то потомство от одной лишь начальной пары спустя двадцать лет насчитывало бы $2,59 \times 10^{18}$ мышей — вполне достаточно, чтобы гора этих мышей заняла всю континентальную территорию Соединенных Штатов. А высота этой горы составила бы почти 28 000 километров. Если вы посмотрите в окно, то убедитесь, что вокруг не так уж много мышей. В среднем

размеры популяций животных стабильны, и это означает, что в большинстве случаев их потомство либо долго не живет, либо недостаточно успешно размножается.

Между отдельными особями существуют различия. Хотя гора мышей высотой в 28 000 километров включает лишь один вид, среди этих мышей наблюдается изменчивость признаков. Они могут различаться размерами, окрасом, поведением, репродуктивным потенциалом, физиологическими особенностями и активностью. Новые вариации возникают в силу случайных мутаций и рекомбинаций. Мутациями называют изменения в ДНК, вызванные различными видами радиации, некоторыми химическими веществами или внутриклеточными факторами. Если мутация происходит в яйцеклетке или сперматозоиде и она не летальна, она может передаться потомству, а возможно, распространится по всей популяции животных. Рисунок 8.2 иллюстрирует некоторые из многочисленных

Рисунок 8.2 – Некоторые из многочисленных мутаций дрозофил (род *Drosophila*), полученных в лаборатории (см. Vilee, 1977). (Рисунок Роберта Кнабенбауэра.)



Черное тело



Полосковидные глаза



Загнутые крылья



Бескрылые



Крылья без поперечной жилки



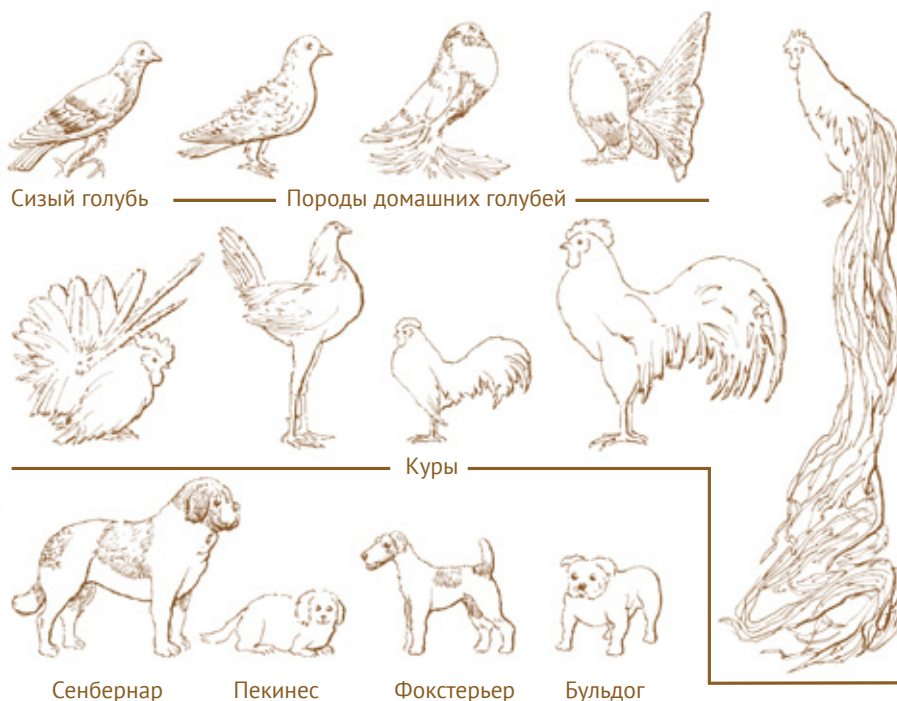
Миниатюрные крылья

мутаций, вызванных в лабораторных условиях у дрозофил. Эти и другие мутации чрезвычайно вредны и практически никогда не приводят к улучшениям в организмах.

Процесс рекомбинации — перегруппировка генетического материала при половом размножении — повышает разнообразие признаков. Рекомбинацию можно уподобить тасованию карточной колоды. Если самка мыши светлого окраса с коротким хвостом и короткими ушами спаривается с длиннохвостым самцом темного окраса с длинными ушами, их потомство может продемонстрировать всевозможные комбинации этих характеристик. Те вариации, которые мы наблюдаем у домашних животных, демонстрируют масштаб генетической изменчивости в результате этих процессов (рис. 8.3).

Естественный отбор. Возникновение мутаций и рекомбинации — это произвольно проте-

Рисунок 8.3 — Некоторые из многочисленных пород домашних животных. Сизый голубь относится к дикому виду. Все другие разновидности голубей, кур и собак выведены в результате селекционного разведения (см. Clark, 1979; Moore, 1964). (Рисунок Роберта Кнабенбауэра.)



кающие процессы. Они происходят исключительно случайно; они не могут предвидеть, что понадобится животному в будущем. Другой же фактор весьма важен в выведении пород домашних животных. Селекционер, выводящий новые породы животных, замечает животное с желаемым набором характеристик, и это животное становится важной частью его племенного поголовья. Селекционер делает все возможное, чтобы желаемые характеристики появились у максимально большего числа особей потомства.

В результате такого отбора появились более быстрые лошади; собаки колли с более длинной мордой; коровы, дающие больше молока, и порода декоративных кур с хвостовыми перьями длиной в три с половиной метра. В качестве примеров мутаций можно привести короткие лапы такс, плоскую морду бульдогов, курчавую шерсть пуделей и кувыркающихся в полете голубей (фактически это нервное расстройство). Эти мутации не представляют собой полезных эволюционных адаптаций, поскольку такие животные, скорее всего, не выжили бы в природе, но они были искусственно сохранены человеком посредством процесса селекции.

Дарвин и другие ученые задавались вопросом о возможности отбора признаков в результате естественных процессов. И действительно, мы видим, что некоторые особи обладают повышенной жизнеспособностью и плодовитостью. Этот процесс называется естественным отбором и определяется как «дифференцированное воспроизводство генетически различающихся особей»⁵. Особи, которые обладают характеристиками, позволяющими им наилучшим образом приспособиться к окружающей среде, имеют наилучшие шансы для выживания и размножения.

Обитающие в долинах Аляски волки охотно питаются оленями карibu, но волк способен успешно справиться лишь с больными, слабыми и недостаточно внимательными животными. От волка может убежать даже очень молодой и резвый олень, если он энергичен и обладает нормальным здоровьем. У эскимосов есть пословица: «Волк делает карibu сильными». Это естественный отбор в действии. Способность волка отлавливать лишь более слабых карibu избирательно устраняет их из репродуктивного поголовья.

Действие естественного отбора обычно выглядит не так драматично, как погоня волка за карibu. Результаты естественного отбора в эволюционных исследованиях проявляются в виде изменений частоты генов. Гены встречаются в различных формах, называемых аллелями. Возьмем, например, ген, который отвечает за цвет глаз. Кому-то аллель делает глаза голубыми, кому-то — карими, у кого-то присутствует и тот и другой аллель (в этом случае глаза будут карими).

ми, поскольку это доминантный признак). У каждого индивидуума своя комбинация аллелей в хромосомах, и она определяет свойства индивидуума. Если какой-либо фактор (давление отбора) повышает шансы на выживание и успешное размножение отдельной особи с одной особой характеристикой, аллель этого гена распространяется в данной популяции. На юго-востоке Соединенных Штатов суслики обитают в самых различных видах окружающей среды. В пустынных районах с песками очень светлого цвета их мех приобретает цвет песка. В районах, где больше растительности и более темная почва, их мех приобретает более темный окрас, чтобы соответствовать цвету почвы. Суслик с «неправильным» цветом меха был бы весьма заметным, и хищнику было бы легче его увидеть. Таков естественный отбор. Это непреложный процесс, и нет никаких сомнений, что он происходит.

Теперь мы готовы сложить воедино все основные компоненты процесса микроэволюции. В популяции какого-то вида животных или растений образуется избыточное количество особей, и многие из них погибают, так и не получив возможности размножения. Поскольку у этих новых особей также наблюдается изменчивость признаков, у некоторых из них присутствуют такие комбинации, которые повышают шансы на выживание, и они более успешно проходят процесс естественного отбора, чем остальные. Следовательно, эти выжившие в процессе отбора особи производят больше потомства и вносят большой вклад в генетическое разнообразие следующего поколения.

Есть и другие факторы, влияющие на процесс микроэволюции. К ним относятся случайные сдвиги частоты гена, называемые генетическим дрейфом. Кроме того, если малое число более крупных, чем среднего размера, особей попадает в изоляцию и основывает новую популяцию, эта популяция может состоять из более крупных, чем их родственники, особей (эффект основателя). Не все ученые-эволюционисты соглашались с тем, что генетический дрейф или эффект основателя играют существенную роль в микроэволюции и видообразовании⁶.

Все большее количество ученых выражают сомнение в том, что достаточно экстраполировать процесс микроэволюции на довольно продолжительный отрезок времени, чтобы добиться более существенных изменений. Они предполагают, что для масштабной эволюции необходим несколько иной механизм (и более быстрое действующий), чем микроэволюция⁷. Есть множество свидетельств того, что процесс естественного отбора действительно происходит⁸. Для большинства ученых вопрос заключается не в том, являются ли ре-

альностью микроэволюция и макроэволюция. Единственный вопрос состоит лишь в том, посредством какого естественного процесса или механизма она происходила. Вокруг этой проблемы ведется множество жарких дискуссий, и она вызывает многочисленные вопросы. Теперь мы обратимся к взаимоотношениям между микроэволюцией и появлением новых видов.

Видообразование

Теория эволюции предполагает, что эволюционный процесс не только изменил окрас меха суслика, чтобы он уподобился цвету почвы в районе своего обитания, но при соответствующих обстоятельствах он вызвал и появление новых видов. Многочисленные и разнообразные породы собак скрещиваются без всяких проблем. Значит, все домашние собаки — члены одного вида по определению. С другой стороны, многие весьма схожие виды диких животных обитают бок о бок в природе, но нет никаких признаков появления гибридов. Между этими дикими видами различия могут быть небольшими, но они устойчивы и включают в себя свойства, которые препятствуют их скрещиванию. Похоже, что появление новых видов зачастую начинается с географической изоляции, затем следует адаптация к новой окружающей среде и появление таких изменений, которые ведут к репродуктивной изоляции.

Насколько важна географическая изоляция? Существуют разные точки зрения относительно деталей процесса видообразования⁹. Согласно же самой понятной концепции видообразования, все начинается с географической изоляции определенной популяции животных, а она затем приводит к видообразованию. Например, если бурундуки обитают на двух горных грядках, между которыми пролегают леса, то они остаются одним видом. Хотя бурундуки на одной горной грядке могут внешне несколько отличаться от бурундуков, обитающих на другой грядке, скрещивание внутри одного вида ведет к достаточно интенсивному «смешению» генов и обмену ими, что не позволяет эти животным разделиться на два разных вида (рис. 8.4). Если же, однако, климатические изменения приведут к появлению пустынного участка между горами (а бурундуки в пустыню не заходят), то они окажутся в географической изоляции. У этих двух групп нет возможности для перекрестного скрещивания, и поэтому нет потока генов. Бывают, однако, ситуации, когда видообразование происходит без географической изоляции. Например, в некоторых больших озерах цихлиды делятся на многочисленные виды без географической изоляции¹⁰.

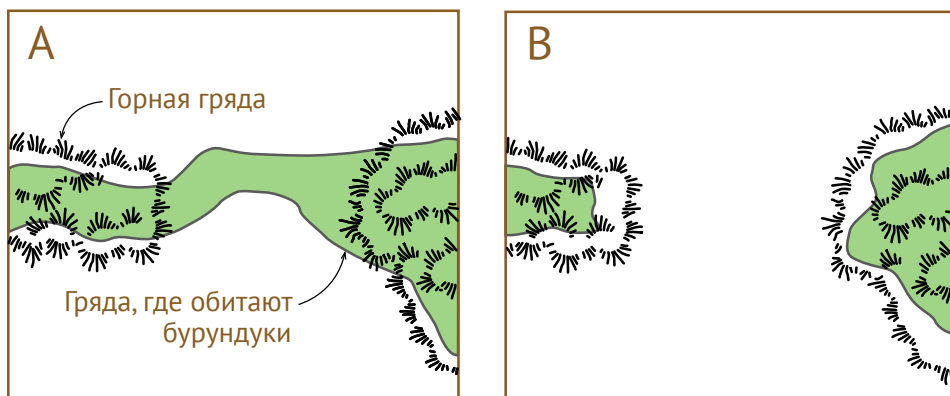


Рисунок 8.4 – Географические районы распространения бурундуков: А) без географической изоляции и В) при географической изоляции. (Рисунок Леонарда Бранда.)

Адаптация и репродуктивная изоляция.

Если на двух горных грядках разные природные условия, то естественный отбор может привести к тому, что две группы бурундуков будут отличаться друг от друга. Если эти различия препятствуют их скрещиванию, значит, они стали отдельными видами. К этой репродуктивной изоляции привели разнообразные механизмы. В некоторых случаях виды настолько отличаются друг от друга генетически, что они могут производить либо стерильное потомство (примером этого являются мулы), либо не производить никакого потомства вообще. Зачастую механизмы репродуктивной изоляции в достаточной степени скрыты. У меня (Бранда) жена — корейка, но ее не беспокоит, что я несколько от нее отличаюсь. Однако я подозреваю, что если калифорнийский бурундук попытался бы флиртовать с корейской самкой, то получил бы от ворот поворот, хотя корейские бурундуки почти идентичны некоторым калифорнийским видам (рис. 8.5). Скорее всего, она прореагировала бы так: «Убирайся с глаз долой; я тебя не знаю, и от тебя странно пахнет». Этот пример показывает, что дикие животные весьма специфичны в выборе партнера внутри своего вида, и обычно (хотя и не всегда) это препятствует скрещиванию. Животные некоторых видов вполне способны к скрещиванию в лабо-

раторных условиях и приносят жизнеспособных, способных к продолжению рода гибридов. В дикой природе, однако, они не скрещиваются по причине различий в условиях обитания или поведении. Например, в некоторых случаях два вида бурундуков обитают на одной и той же горной гряде, но один вид обитает на небольшой высоте в лесах однохвойной сосны, а другой — лишь в высокогорных лесах, где преобладает широкохвойная скрученная сосна. Соответственно, возможностей для скрещивания у них нет.

Два вида дрозофил могут обитать в одном и том же районе и скрещиваться в одно и то же время года, но у одного вида скрещивание ограничивается только утренними часами, другой же скрещивается вечером. У многих животных репродуктивная изоляция поддерживается их брачными ритуалами, которые

Рисунок 8.5 – Семья людей из представителей разных рас (вверху), виды бурундука калифорнийского (слева) и корейского, сфотографированного в Сораксане (справа). (Фотографии Леонарда Бранда.)



уникальны для каждого вида. Например, частью брачного ритуала певчих птиц, лягушек, жаб и некоторых насекомых является брачная песня или призыв самца. У каждого вида своя песня, и самки реагируют лишь на песню представителей своего вида.

Прогресс в молекулярной биологии и его влияние на теорию эволюции

Выше мы представили стандартное неодарвинистское понимание микроэволюции и видообразования. Теперь мы рассмотрим открытия, сделанные молекулярными биологами за последние десятилетия и оказавшие большое влияние на теорию эволюции. В этой главе мы затронем лишь изменения *внутри* основных групп организмов (микроэволюция и видообразование). Наука только подходит к пониманию изощренной сложности генетической системы. В главе 10 мы рассмотрим, насколько вообще вероятно возникновение генетической системы и основных групп организмов в результате эволюции.

Рисунок 8.6 – Эмбриональное развитие и расположение полос у зебр *Equus quagga* и *Equus grevyi* (см. Futuyma, 1986). (Рисунок Кэрл Стентон.)



Регуляторные гены и эпигенетика

С накоплением знаний о регуляторных генах раскрылось их влияние на кодирующие гены, а также на строение и развитие животных. Незначительные изменения в регуляторных генах могут привести к значительным изменениям в организме. Например, временная регуляция событий на эмбриональной стадии совершенно очевидно определяет расположение полос у некоторых зебр. Расположенные в нижней части спины зебры *Equus quagga* (ранее *Equus burchelli*) полосы — более широкие, с неровными промежутками между ними. Это результат того, что после формирования расположения полосок задняя часть эмбриона растет быстрее остального эмбриона. У эмбриона зебры *Equus grevyi* расположение полос не формируется до завершения этого дифференцированного роста. И соответственно, полосы у взрослых животных этого вида расположены более равномерно (рис. 8.6)¹¹. Возможно, в будущем ученые изменят такое объяснение различий расположения полос у зебр благодаря эпигенетике, которая будет нашей следующей темой.

Быстро развивающаяся область эпигенетики оказывает революционное влияние на генетику. Эпигенетика изучает те наследуемые особенности, которые возникают без изменения нуклеотидной последовательности ДНК, включая процессы, управляющие экспрессией генов. Сейчас известно, что при всей важности ДНК имеются уровни дополнительных контрольных систем, регулирующих экспрессию генов. Сама по себе ДНК не может делать ничего. ДНК подобна жесткому диску с огромным объемом информации, но этой информацией распоряжается эпигенетическая система. В каждой клетке миллионы малых молекул, включая их производные — метильные и ацетильные группы, — прикреплены к определенным участкам ДНК и связанным с ней молекулам и служат химическими ярлыками или маркерами, которые «включают» или «выключают» гены, определяя, в какой степени и когда ген будет активным, а когда — неактивным. Гены не всегда полностью «включены» или «выключены», но маркеры также выступают в роли «переключателей ближнего света», варьируя уровень активности генов. Дополнительные уровни внутриклеточного регулирования определяют, где и когда эти маркеры будут связываться с ДНК. Эта система управления включает РНК, гормоны, другие белки и центральную нервную систему¹². Контроль над развитием и процессами адаптации осуществляется с помощью намного более сложной системы, чем представлялось ранее.

Такая сложность представляет особую значимость в многоклеточных организмах, поскольку их генетическая система должна не толь-

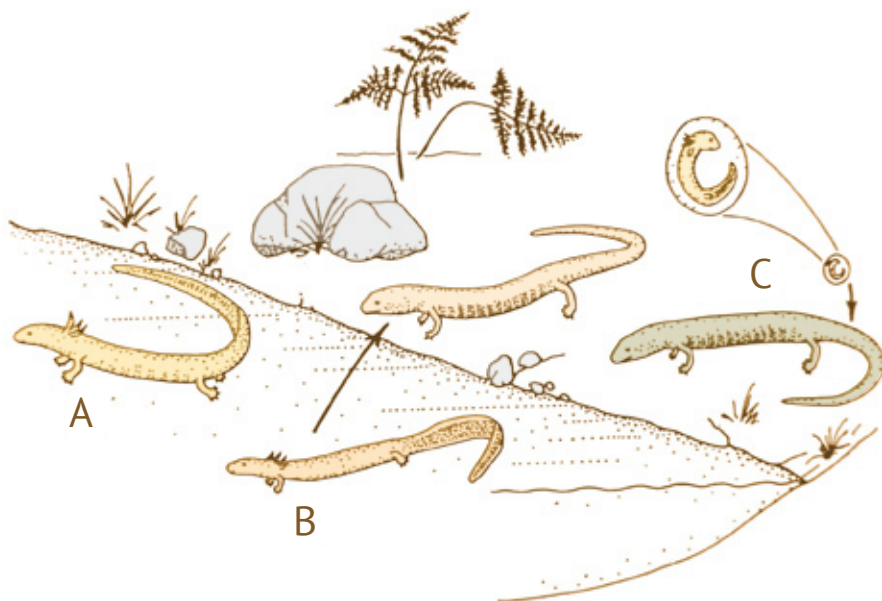
ко определить порядок аминокислот в белках, но также и управлять размещением миллиардов разнообразнейших типов клеток в организме от зачатия до зрелого возраста.

Поступающие из окружающей среды сигналы могут инициировать эти эпигенетические корректировки, что приводит к генетическим изменениям на протяжении нескольких или многих поколений и вызывает микроэволюционные изменения физиолого-анатомических признаков и даже поведения животных¹³.

Стресс, питание и другие аспекты жизни самки в период ее беременности могут оказать воздействие на ее потомство. Последствия этого сказываются всю жизнь и могут даже повлиять на несколько последующих поколений¹⁴. Вспоминаются слова из Библии: дети будут наказаны «за вину отцов до третьего и четвертого рода» (Исх. 20:5). Недавно в престижном научном журнале *Nature* был опубликован доклад по эпигенетике под таким названием: «Эпигенетика: грехи отца»¹⁵.

Среди примеров таких эпигенетических изменений можно назвать изменения в размере

Рисунок 8.7 – Три этапа жизненного цикла саламандр: А) сохраняются жабры и высокий хвостовой плавник у взрослых особей на протяжении жизни в водной среде, В) водяная личинка утрачивает жабры и плавник при переходе в наземную взрослую форму и С) полностью наземный тип; жабры и плавник утрачиваются после того, как личинка вылупляется из яйца. (Рисунок Кэрол Стентон.)



клюва галапагосских вьюрков, ставшие результатом перемен в их выборе источника питания¹⁶. Существуют саламандры, проводящие всю жизнь в воде, и на протяжении всей жизни они обладают жабрами (рис. 8.7). У других жабры имеются на стадии личинки, но утрачиваются перед тем, как саламандра достигнет возраста наземного взрослого животного. ДНК этих саламандр явно остается неизменной вне зависимости от того, сохраняет ли она жабры на протяжении всей своей жизни или нет. Их гены одинаковы, различие происходит не в результате мутации, а через эпигенетическую управляющую систему. По всей видимости, эти изменения в дыхательном аппарате вызывает стресс в результате воздействия факторов окружающей среды, если животные адаптируются к экологической обстановке путем изменения своего жизненного цикла¹⁷.

Обитающие в пещерах слепые виды животных, например слепая пещерная рыба, утрачивают зрение не по причине генных мутаций, поскольку гены, отвечающие за их глаза, остаются неизменными. Они теряют зрение в силу эпигенетических изменений в экспрессии этих генов¹⁸.

Джон Кейрнс со своими коллегами¹⁹ продемонстрировал, что некоторые типы изменений у бактерий происходят лишь при наличии избирательного давления — фактора, способного вызвать эти изменения. Их данные указывают на то, что эти изменения не произвольны, но связаны с действием эпигенетической системы, которая активизирует гены в порядке реагирования на новые условия. Это означает, что бактерии обладают информацией, позволяющей выявлять нужды, и могут «включать» соответствующие гены в ответ на данный «вызов».

Изредка попадают дельфины, у которых в дополнение к нормальным передним лапам имеются маленькие задние²⁰. Это также может указывать на наличие у данных животных генов, отвечающих за те структуры, которые обычно не развиваются, поскольку эти гены «выключены». Иногда у лошадей рождаются жеребята с лишними пальцами. Это указывает на то, что гены этих пальцев присутствуют, но обычно они неактивны. Возможно, это нечто говорит нам об ископаемых лошадях, у которых также были дополнительные пальцы. Представляется весьма вероятным, что, если бы гены, ответственные за эти лапы или лошадиные пальцы, бездействовали миллионы лет, они были бы серьезно изменены «вредными» мутациями. Будет гораздо более правдоподобным предположить наличие эпигенетического контроля над неизменными генами, при котором они «включаются» или «выключаются» по необходимости (хотя в редких ситуациях бывают и случаи внезапного «включения»).

Можно привести намного больше примеров тех свойств организмов, которые рациональнее объяснить с точки зрения эпигенетики, чем прибегать к неodarвинистским версиям о случайных мутациях и отборе²¹. По сути, «сто лет исследования мутаций не дали ни единого подтвержденного примера мутации генов, которая привела к появлению адаптивного морфологического признака у многоклеточного организма»²².

Все это представляет проблему для натуралистической теории неodarвинизма и является ясным указанием на то, что экологический стресс, воспринимаемый организмами, способен привести к возникновению неслучайных полезных наследственных изменений, к микроэволюции, управляемой изменениями в среде обитания. Такое предположение выглядит кощунственным для любой натуралистической теории происхождения, поскольку отдает ламаркизмом, предполагающим наследование приобретенных признаков, поскольку они полезны для организма. Согласно теории Дарвина, все новые признаки должны появляться посредством случайных процессов, безразличных к нуждам организма. Если окружающая среда инициирует полезные изменения, позволяющие организму успешно реагировать на ее воздействие, это подразумевает наличие определенного вида генетического/эпигенетического предвидения, — поскольку процессу «известно», в чем возникнет потребность. Подобное предвидение предполагает наличие разумного конструктора.

В настоящее время в рядах ученых-эволюционистов идет борьба. В обсуждении сложных тем, подобных этим, всегда присутствуют определенные противоречия. Ныне же борьба носит более серьезный характер в силу ее более глубокой значимости для неodarвинизма. Речь идет о конфликте между приверженцами неodarвинистской синтетической теории эволюции (в центре которой находится утверждение, будто вся новая биологическая информация возникает в силу случайных мутаций и естественного отбора) и молекулярными биологами, признающими, что известные к настоящему времени внутриклеточные процессы настолько сложны, что не оставляют надежды на случайные мутации²³.

Мы просмотрели семь стандартных учебников по эволюции и сборник дополнительных материалов, чтобы ознакомиться с их подходом к эпигенетике и смежным концепциям. В одном учебнике нам встретилось единственное уклончивое выражение, относящееся к этой теме²⁴. Дуглас Футуйма посвятил эпигенетике около трех четвертей страницы и заверил читателей, что «мутации» случайны и «нет никаких свидетельств, что эпигенетические „мутации“ вызваны окружающей средой, к которой эта мутация будет адаптивной»²⁵. Еще в одной книге эпигенетическим концепциям посвящена пара страниц, но там делается

вывод, что «вызванные окружающей средой изменения в фенотипе не передаются будущим поколениям». Ни один из этих авторов не представил каких-либо доказательств в подтверждение своих заявлений. В книге под названием «Макроэволюция»²⁷ есть написанная Футоймой глава, в которой три страницы посвящены негенетическому наследованию (эпигенетике). Согласно его утверждению, эпигенетические процессы не могут играть существенной роли в эволюции. Автор согласен с выводом, что видимая направленная адаптивность фактически должна возникать в силу неких иных процессов, и «единственным кандидатом на такой процесс является „неодарвинистское“ действие естественного отбора» в отношении случайно возникающей изменчивости признаков. Он отвергает эпигенетику, поскольку она не согласуется с признанной натуралистической теорией. В других же книгах эта тема не упоминается вообще²⁸. Концепции, известные ныне как эпигенетические, публикуются с 80-х годов прошлого века, но ученые, приверженные неодарвинистскому синтезу, в большинстве своем игнорируют результаты нескольких десятилетий исследований в области молекулярной биологии²⁹.

Четыре оставшиеся книги, авторы которых также придерживаются натуралистическо-эволюционного мировоззрения, занимают по этому вопросу совершенно иную позицию, обостряя имеющийся конфликт. Все четверо предполагают, что эволюция происходит посредством эпигенетических процессов в клетках и организме, но не через неодарвинистский процесс произвольных изменений. Однако они не обращаются к вопросу о том, как возникла данная невероятно сложная система³⁰. Один автор говорит, что появление этой системы представляет собой загадку³¹, другой же просто заявляет, что она, скорее всего, развилась в раннем кембрийском периоде³². Авторы книги «Эволюция: расширенный синтез» (*Evolution: The Extended Synthesis*) развивают теорию микроэволюции и макроэволюции, включая в расширенный синтез представленные выше принципы эпигенетики³³. Их теорию и ее влияние на макроэволюцию мы рассмотрим в главе 10.

Интервенционистские модификации теории микроэволюции и видообразования

В сравнении со стандартной теорией интервенционистское понимание истории Земли несколько иначе рассматривает факторы, оказывающие влияние на процессы микроэволюции и видообразования. Мы полагаем, что эти интервенционистские концепции наряду с новыми эпигенетическими взглядами способны привести к разработке намного более реалистичной теории того, как происходит этот процесс.

Происхождение и направление адаптивных изменений

Натуралистическая теория эволюции. По большому счету генетическая информация, приводящая к возникновению новых признаков внутри видов, появилась в результате случайных мутаций, которые вызывают изменения в генах. Как мы уже упоминали, относительно нужд организма эти мутации случайны и в большинстве своем вредны, поскольку снижают уровень приспособленности особи или степень ее адаптации к окружающей среде³⁴. Естественный отбор устраняет вредные изменения и сохраняет те комбинации признаков, которые способствуют наилучшей адаптации организма к окружающей среде³⁵. Это очень медленный процесс.

Интервенционизм. Сложность растений и животных является результатом разумного замысла. Высшая точка сложности жизни на Земле приходится на самое ее начало. Организмы были спроектированы с генетической и эпигенетической системами, способными генерировать или «включать» изменчивость с целью физиологических адаптаций к меняющимся условиям окружающей среды. Система была спроектирована с возможностью образования новых видов, представляющих собой вариации на уже существующие созданные темы. Мы полагаем, что существенные изменения происходили уже в первых популяциях каждого исходного вида. И генетическая/эпигенетическая система обладала способностью генерировать при необходимости дополнительное разнообразие с целью улучшения адаптации и создания новых видов, адаптированных для различных условий среды обитания.

Являясь результатом последствий грехопадения человечества (Быт. 3), изменения окружающей среды привели к повышению уровня космического излучения и влияния иных факторов, вызвавших случайные мутации, — по сути, произвольный генетический ущерб. Поскольку почти все эти произвольные мутации вредны, необходимо было взять под контроль нанесенный ущерб, чтобы предотвратить исчезновение жизни. Естественный отбор является инструментом по отсеву менее приспособленных особей для гарантии того, что способные к размножению организмы в целом будут самыми здоровыми и наилучшим образом приспособленными к той окружающей среде, в которой они обитают.

Внутри каждой группы организмов возникновение путем микроэволюции новых морфологических или поведенческих признаков включало в себя два базовых компонента. *Первый* — отбор тех особей, аллели которых наилучшим образом обеспечивают приспособленность организмов к меняющимся условиям окружающей среды. Примером этого может послужить более темный окрас меха грызунов, обитающих на более темных почвах³⁶.

Описанный здесь процесс адаптации необязательно включает в себя усложнение либо упрощение в видовой организации. Он приводит лишь к более высокому уровню приспособленности к окружающей среде. Это включает в себя эпигенетическое «включение» или «выключение» существующих генов, инициированное поступающими от окружающей среды сигналами. Признаки новых видов могут проявляться через активацию ранее бездействовавших генов.

Утрата генетической информации

Второй компонент, ответственный за изменчивость, — тенденция к утрате организмами генетической информации со времен их появления. Примерами этого является утрата некоторыми птицами способности летать и потеря зрения организмами, обитающими в пещерах.

Натуралистическая эволюция. Виды животных обладают определенным объемом генетического материала, часть которого абсолютно необходима для их выживания. Другая же часть генетической информации необязательна. К ней относятся поведенческие и физические свойства, которые могут утрачиваться видом или «выключаться», при этом вид сохраняет свою жизнеспособность (рис. 8.8)⁵⁷. Какие именно черты попадут в эту категорию, зависит от условий окружающей среды.

Вполне возможно, что утрата способности летать обрекла многих птиц на вымирание. Однако на острове, где нет хищников, потеря такой способности могла и не создать проблем, а явиться преимуществом во время тропического шторма, способного унести в море летающих птиц. Известно множество видов бескрылых птиц, и

Рисунок 8.8 — Условное изображение полного генома и его сердцевины — жизненно необходимой части. (Рисунок Леонарда Бранда.)



в большинстве своем они обитают на островах³⁸. В такой ситуации возможность летать становится необязательной, что демонстрирует, каким образом возможна утрата определенной генетической информации. Другой возможный пример генетической информации — обитающие в пещерах слепые животные и паразиты, не имеющие органов пищеварения.

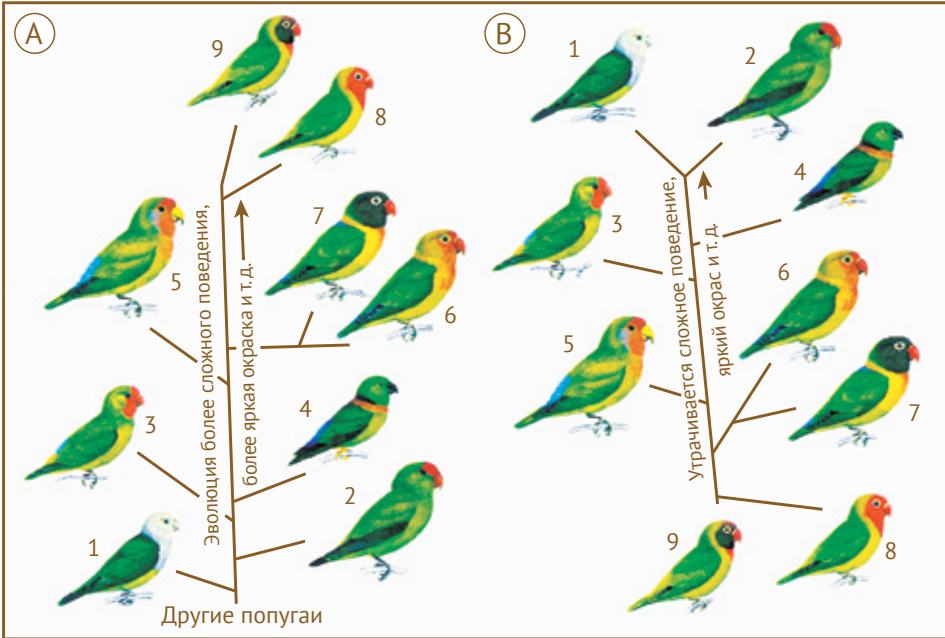
Интервенционизм. Интервенционизм принимает приведенное выше объяснение относительно бескрылых птиц, обитающих в пещерах животных и некоторых паразитов. Мы полагаем, что утрата генетической информации характерна не только для этих крайних случаев, но и является частью неявных генетических/эпигенетических изменений у животных и растений, которые существовали со времени их сотворения. Следующий пример возможной утраты информации, пожалуй, более типичен, чем в случае с паразитами.

Уильям Дилджер исследовал поведение африканских неразлучников рода *Agapornis*, входящего в семейство попугаев³⁹. Он расположил виды неразлучников в порядке эволюционной последовательности. На одном конце находятся виды, не обладающие особыми свойствами, характерными для некоторых других неразлучников. Они лишены яркой окраски, у них простые брачные ритуалы, и эти птицы вьют примитивные гнезда. На другом конце семейного древа располагаются более яркие птицы с более сложными брачными играми, вьющие сложные закрытые гнезда.

Если неразлучники в процессе эволюции развились из родственных им птиц, то принципы неодарвинизма требуют, чтобы менее красивые птицы с меньшим числом характерных для неразлучников уникальных черт располагались ближе к началу семейного древа. Чем более уникален вид, тем выше он стоит в эволюционной последовательности. Но как нам удостовериться, что изменения происходили не в обратном направлении (рис. 8.9)?

Если мы не исходим из того предположения, что все живые организмы эволюционировали постепенно (в данном случае от другого вида птицы), мы можем также рассмотреть и такой вариант, что их эволюция шла в иную сторону, — начавшись с сотворенных видов, которые обладали наиболее уникальными характеристиками неразлучника. С течением времени часть генетической информации была генетически/эпигенетически «выключена», что зависело от условий той окружающей среды, в которой обитала каждая популяция. Были утрачены некоторые из необязательных свойств, не влиявших на жизнеспособность неразлучника.

Другой пример взят из многолетних исследований бактерий микробиологами. Известно большое количество видов бактерий. Уста-



новлено, что происходящие в бактериях генетические изменения — это, прежде всего, результат утраты генетической информации или деградации генома. В меньшей степени это происходит вследствие горизонтального переноса генов от других бактерий, а не в результате появления новых генов эволюционным путем⁴⁰.

Мы утверждаем, что сегодня организмы в целом обладают меньшим уровнем сложности и менее адаптированы, а взаимодействия между ними в экосистемах менее четко отрегулированы, чем в начале жизни на Земле. В большинстве случаев естественный отбор замедляет изменение той части информации, которая подверглась воздействию вредных мутаций.

В результате сформулированного выше процесса утраты генетической информации, хотя неразлучников и можно разделить на многочисленные виды, общая тенденция направлена на уменьшение объема функциональной информации. Многие виды высоко специализированы (менее адаптируемы) и обитают только в узкой экологической нише. Эта специализация может сопровождаться

Рисунок 8.9 — Два филогенетических дерева неразлучника: А) обычное дарвинистское дерево; В) дерево, основанное на микроэволюции и видообразовании; начинается с наиболее генетически продвинутых видов (см. Dilger, 1962). (Рисунок Леонарда Бранда.)

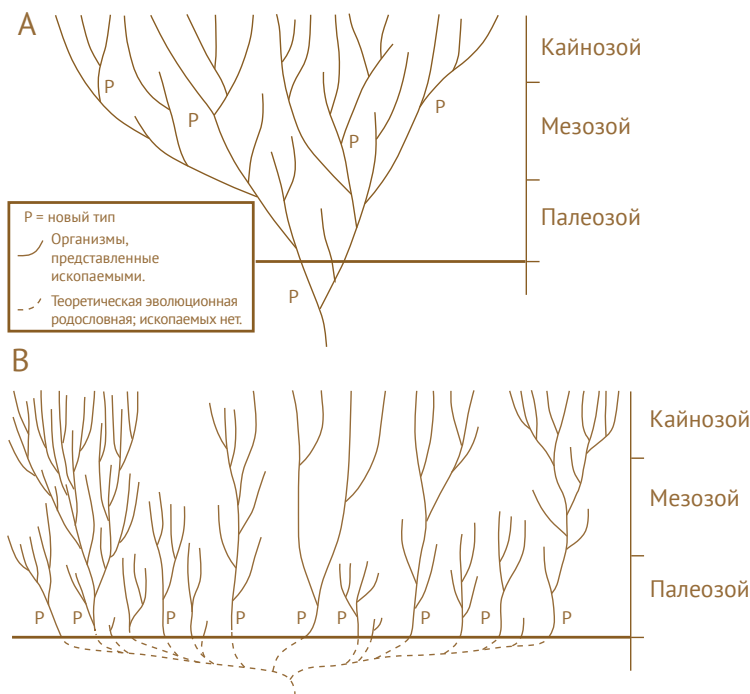


Рисунок 8.10 –

А) Логически ожидаемая модель эволюции: с течением времени в появляющихся новых типах постепенно происходят малые изменения. В) Модель, которую демонстрируют ископаемые останки, – практически все типы присутствуют в раннекембрийских отложениях. Самые ранние ископаемые останки демонстрируют наибольшее разнообразие типов. Это согласуется с концепцией независимого происхождения основных групп с последующим видообразованием внутри групп (см. Brand, 2006).

утратой тех свойств или способностей, которые нужны более универсальным видам. Ральф Хайнгарднер отмечает, что виды с меньшим количеством ДНК обычно более узко специализированы⁴¹. Встречаются и исключения из этой тенденции; это может означать, что какие-то гены не утрачены, а «выключены».

Со времени изначального сотворения организмов те популяции, которые вначале отличались хорошей адаптацией с большим объемом генетической информации, нередко разделялись на множество высокоспециализированных видов. Вполне возможно, что каждый из них обладал менее функциональной или активно реализуемой информацией.

Такое умножение специализированных видов является не просто более поздним мелким эпизодом в истории жизни, но существенной частью тех изменений, которые произошли со времени возникновения жизни на нашей Земле. Рисунок 8.10 иллюстрирует фундаментальные различия между этими двумя теориями.

Естественный отбор

Как натуралистическая теория эволюции, так и концепция разумного вмешательства признают естественный отбор в качестве важного фактора микроэволюционного процесса, однако расходятся во мнениях относительно конкретной роли естественного отбора.

Натуралистическая теория эволюции. Натуралистическая неodarвинистская теория эволюционных изменений начинается с анализа исходного материала, предоставленного случайными мутациями и рекомбинацией. Естественный отбор — ключевой процесс, который стоит выше непредсказуемости мутаций и отбирает нужные свойства для улучшения приспособляемости видов. Хотя большинство мутаций по своему характеру является вредоносным процессом, естественный отбор успешно отсеивает наиболее разрушительные мутации, сохраняя полезные. Соответственно, конечным результатом этого, как предполагается, является тенденция к повышению уровня приспособляемости организмов к условиям окружающей среды и постепенному переходу эволюции в макроэволюцию, то есть появлению новых генов, новых структур и принципиально новых организмов.

Интервенционизм. Концепция интервенционизма признает естественный отбор, но считает, что баланс сил выглядит иначе. Эдвард Блит прогнозировал появление сформулированной Чарльзом Дарвином теории естественного отбора, но Блит не был эволюционистом. С его точки зрения, естественный отбор — это сохраняющая сила, которая поддерживает виды посредством устранения слабых особей⁴². Лейн Лестер и Раймонд Болин полагали, что Блит прав в большей степени, чем Дарвин, и что эволюционное изменение происходит лишь в определенных пределах⁴³. Интервенционизм считает, что мутации и естественный отбор неспособны вызвать повышение уровня сложности организмов путем создания новых генов и органов. Эпигенетическая система повышает уровень адаптации в ответ на сигналы окружающей среды — в рамках их (видов) изначального генетического потенциала. Естественный отбор выступает в роли тормоза, замедляя скольжение в сторону исчезновения вида, которое может произойти в случае, если не сдерживать накопление вредоносных мутаций. В целом вектор эволюционных изменений направлен вниз (в сторону деградации)⁴⁴.

Эта теория естественного отбора не является чем-то новым или радикальным. В целом она не противоречит имеющейся информации. Некоторые не принадлежащие к интервенционистам ученые высказывают сомнение относительно способности естественного отбора реально совершать то, что он делает согласно концепции нео-

дарвинистской синтетической теории эволюции⁴⁵. Они не считают, что животные были сотворены, но полагают, что традиционный процесс действия случайных точечных мутаций и естественного отбора не может генерировать важные эволюционные изменения. Интервенционистская теория в своих выводах идет дальше. Она признает, что микроэволюция — это реальность, но подвергает сомнению способность мутаций и естественного отбора положить начало новым структурам и усложнению жизни. Эту тему мы продолжим в главе 10.

Скорость эволюции

Насколько быстро происходят микроэволюция и видообразование? Между креационистами и некреационистами существуют разногласия в понимании того, насколько быстро может проходить микроэволюция, но новая информация устраняет эти разногласия.

Натуралистическая теория эволюции. Для Дарвина и его последователей любые новые изменения в конечном счете обязаны быть результатом произвольных генетических изменений. Если это верно, то эволюция — чрезвычайно медленный процесс. Однако за последние два десятилетия стало очевидным, что фактически микроэволюция происходит быстро⁴⁶. Появление обезьян, птиц, веслоногих и мотыльков в новых географических районах инициировало изменения, приведшие к появлению новых подвидов или видов в промежутки времени от тридцати до тысячи лет⁴⁷. Экспериментальные исследования показывают, что попадание животных в новые для них условия окружающей среды может привести к их быстрым изменениям⁴⁸.

Интервенционизм. Наблюдаемая сегодня скорость эволюции (микроэволюции и видообразования) на семь-десять порядков превышает скорость, определенную по летописи окаменелостей на основе данных радиометрического датирования (рис. 8.11). Если принять шкалу времени согласно радиометрическому датированию, то придется сделать вывод, что наблюдаемые современные скорости эволюции не отражают реальности⁴⁹. Однако, если принять геологическую теорию, согласно которой со времени Творения прошло лишь несколько тысяч лет, то это означает, что скорость микроэволюции и видообразования в прошлом была в среднем настолько же высокой, а возможно, и намного выше, чем та, что отмечается сегодня⁵⁰.

Хотя интервенционистов нередко воспринимают как антиэволюционистов, фактически же интервенционисты, которые придерживаются концепции краткой истории жизни на Земле, верят в намного более действенный и скоротечный процесс морфологических изменений, чем неинтервенционисты. Они выделяют гораздо более краткий временной период для эволюции большого числа видов и



родов организмов. Мы полагаем, что это вполне реалистично. Прежде всего, крупные таксоны существовали от самого начала. Все, что требовалось, — это увеличить разнообразие и адаптируемость организмов внутри каждого таксона. Эти изменения не зависят от новых признаков, возникающих посредством произвольных мутаций и естественного отбора. Напротив, изменения начинаются со значительного генетического потенциала, который был создан в самом начале. За этим следуют определенная потеря информации, дифференцированная экспрессия генов и эпигенетические изменения как реакция на окружающую среду. Сотворенный комплекс ДНК и эпигенетической системы реагируют на окружающую среду появлением соответствующей комбинации свойств, за которые отвечает сотворенный геном в организме. Подобный ход событий приводит к гораздо более быстрой микроэволюции и эволюции, чем мог себе представить Дарвин.

Рисунок 8.11 – Сравнение уровней скорости эволюционных изменений, выраженной в единицах, именуемых дарвинами. Скорость изменений в ходе современных экспериментов и скорость изменений, наблюдаемая после колонизации животными новых островов, на порядки превышает расчетные скорости эволюции на основании данных, полученных при изучении ископаемых останков (с помощью метода радиометрического датирования). (См. Gingerich, 1983; Reznick и др., 1997.)

Геологическая катастрофа, микроэволюция и видообразование

Согласно представленной здесь теории, многое из современного таксономического разнообразия является результатом ограниченных эволюционных изменений после глобальной катастрофы. Изначальные группы растений и животных дали множество видов по мере своей адаптации для занятия определенных ниш в условиях, значительно изменившихся после катастрофы. Если мы примем во внимание такие условия и сравним их с известными нам факторами, свидетельствующими в пользу быстрых генетических изменений, то обнаружим, что они идеально благоприятствуют быстрым изменениям (таблица 8.1).

Таблица 8.1 – Факторы, предположительно способствовавшие быстрой микроэволюции и видообразованию после всемирного катастрофического наводнения

1. *Обилие потенциальных незаполненных ниш, которые могли занять животные в процессе адаптации.* Животные, которые успешно колонизировали острова, особенно группы островов, часто эволюционировали в большое число видов. Примерами являются многочисленные виды дрозофил и цветочниц на Гавайях. Такой специализации способствовало наличие незанятых ниш, что привело к отсутствию конкуренции (Форд (*Ford*), 1964 г., глава 2).
2. *До появления сформировавшихся сбалансированных экосистем динамика популяции нестабильна.* Такое положение приводит к быстрому росту популяции с последующим разрушением. Популяции животных расширяются, все особи выживают до тех пор, пока у них не истощатся запасы пищи или пока они не ощутят на себе результаты роста популяций хищников. Последовавшее за этим разрушение популяции приводит к эффекту «бутылочного горлышка» (период уменьшения числа особей в популяции), что благоприятствует видообразованию. Особи, наилучшим образом адаптировавшиеся в конкретных нишах, имеют наилучшие шансы пережить это событие. (Карсон (*Carson*), 1975 г.; Меттлер и др. (*Mettler et al.*), 1988 г., с. 295).
3. *Быстро протекающие геологические и экологические изменения благоприятствуют находящимся в изоляции организмам, способствуя видообразованию* (Майр (*Mayr*), 1970 г.). Вполне возможно, что это наиболее важный фактор для водных организмов, растений и наземных беспозвоночных, с большой долей вероятности переживших глобальную катастрофу в многочисленных рассеянных, изолированных местах. После катастрофы у животных, перемещавшихся по незаселенному миру, появились почти безграничные возможности занимать пустующие ниши и давать новые виды. В такой ситуации экосистемы изначально были бы простыми и относительно нестабильными.

Скорее всего, период, предшествовавший полному формированию экосистем, характеризовался многочисленными флуктуациями (отклонения от среднего значения) популяций. Такой фактор наряду с теми географическими изменениями, которые быстрыми темпами происходили в период восстановления после катастрофы, делал животных на более малочисленные популяции. Это открывало возможности для ускорения темпа биологических изменений после глобальной катастрофы (что явилось, наверное, наиболее благоприятной ситуацией для видообразования, которую только можно себе представить). Масштабы и скорость изменений уменьшались по мере стабилизации динамики окружающей среды и популяций, а доступные ниши заполнялись все более специализированными видами. Экосистемы приобретали более сложный и сбалансированный характер.

Одним из результатов такого глобального наводнения стало проявление того самого эффекта «бутылочного горлышка» в некоторых популяциях животных. Это одна из проблем для теории посткатастрофической эволюции в силу предполагаемой утраты генетического разнообразия у видов с малым количеством особей, переживших катастрофу. Отсюда вытекает предположение о наличии каких-то механизмов (возможно, входящих в эпигенетическую систему), которые быстро повышают генетическую изменчивость после возникновения эффекта «бутылочного горлышка». Определенным свидетельством существования таких механизмов служит более высокая, чем предполагалось, генетическая изменчивость после экспериментального или естественного «бутылочного горлышка», что подтверждено наблюдениями⁵¹. Очевидно, что экологический либо генетический стресс вызывает генетическую нестабильность с повышенным темпом рекомбинаций и модификаций⁵².

Мы полагаем, что после глобальной катастрофы большинство из многочисленных современных (эпохи голоцена) видов животных могло эволюционировать с очень большой скоростью⁵³. По приведенным выше причинам мы считаем, что интервенционистская теория более успешно интерпретирует имеющиеся данные, чем любая традиционная натуралистическая теория эволюции. Особенно успешно интервенционистская теория объясняет последние данные, свидетельствующие о том, что микроэволюция может происходить с высокой скоростью в течение всего лишь нескольких лет.



Может ли креационист принять процесс эволюции?

Краткий обзор

Может ли христианин примирить микроэволюцию и видообразование с верой в библейское повествование о Творении и истории Земли? Этот вопрос рассматривается в данной главе через призму Библии и тех свидетельств, которые предоставляет нам биология. Мы делаем вывод, что вышеупомянутые биологические концепции совместимы с Писанием. Имеющиеся данные позволяют предположить, что изменения включали в себя микроэволюционные адаптации к окружающей среде, возникновение новых видов и родов, а возможно, и некоторых новых семейств.

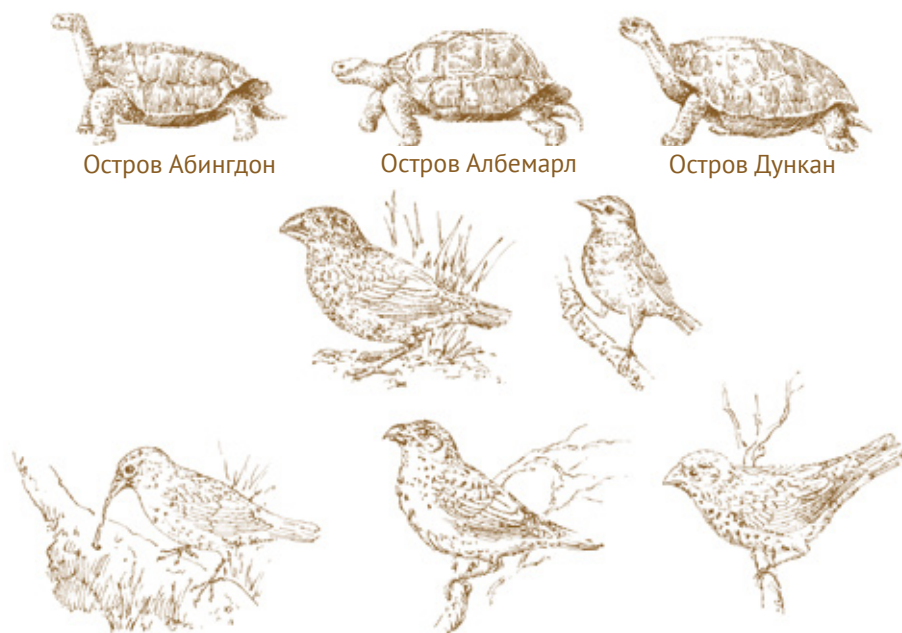
Микроэволюция и видообразование, происходящие со времени Творения

К концу недели Творения, описанной в книге Бытие, на Земле появилась сбалансированная экосистема. В ней обитали рыбы, птицы, рептилии, разнообразные ползающие животные из беспозвоночных и млекопитающие, включая людей. Был и растительный мир, вклю-

чавший в себя плодовые деревья (покрытосеменные или цветковые растения). Эти организмы не появились в ходе макроэволюции, а были спроектированы и вызваны к существованию одномоментным актом Творения. Дает ли нам Библия основания верить, что Бог может это сделать? Согласно Библии, Он делает это. Когда Иисус пребывал на Земле, Он исцелял и воскрешал из мертвых. Действие подобного рода подразумевает мгновенное сотворение живой ткани, включая здоровые нервные пути и центры обработки информации — для слепорожденного человека. Бог в полной мере способен сделать то, о чем Он говорил. Но как быть с микроэволюцией и видообразованием? Действительно ли они происходят?

Чарльз Дарвин видел свидетельства микроэволюционных изменений у животных и растений. Это побудило его отвергнуть догматичный креационизм своего времени с его убежденностью в неизменности видов. Ученый верил в появление новых видов, однако его теория не затрагивала вопрос о том, как это происходит. Современный интервенционист считает, что Дарвин и его современники совершили ошибку, поставив знак равенства между верой в Творение и верой в неизменность видов. Ряд логических построений побуждает нас отвергнуть мысль о том, что все виды были сотворены в той форме, в которой они существуют сейчас. Наблюдаемое нами разнообразие признаков у домашних животных подтверждает, что генетическая система способна на существенные изменения. Посредством селекционного скрещивания выводятся различные породы собак — от пекинесов до сенбернаров. Оно же позволяет выводить кур с трехметровым хвостом и лошадей — от могучих клейдесдалей и других рабочих тяжеловозов до малышей размером с собаку. Это свидетельство само по себе не доказывает, что то же самое происходит в природе, однако оно реально демонстрирует наличие мощного генетического потенциала к микроэволюции. Мы видим, как посредством микроэволюционного процесса микробы вырабатывают иммунитет к антибиотикам, что вселяет ужас в медицинское сообщество.

Интервенционист должен также дать объяснение данным иного типа — происхождению паразитов и других вредных организмов. В своем образе жизни многие паразиты обладают в высшей степени модифицированными анатомическими и физиологическими особенностями. Мысль о том, что благостный Бог сотворил этих отвратительных вредоносных существ, весьма тревожила Чарльза Дарвина (вполне обоснованно)¹. Согласно старой концепции неизменности видов, Бог нес ответственность за все в природе — и за хорошее, и за дурное. Более последовательный интервенционистский подход предполагает, что Бог замыслил природу с целью ее гармоничного



функционирования и что определенные свойства биологического мира развились в ходе эволюции после Творения.

Вернувшись с Галапагосских островов, Дарвин понял, что на каждом острове вьюрки и гигантские черепахи имели свои отличительные черты (рис. 9.1)². Это и другие наблюдения подвели его к мысли, что Бог не создавал разные виды для каждого острова, но каждый вид развился в процессе эволюции. Проведенные с тех пор исследования подтверждают эту концепцию.

Из двадцати двух видов бурундуков, обитающих в Соединенных Штатах, тринадцать встречаются в Калифорнии. Различия между ними (рис. 9.2) весьма небольшие и заключаются в некоторых вариациях цветового рисунка, размера, поведения, пропорций костей и условий обитания. У одних белый кончик хвоста, у других же желтый. У одних полосы яркие и контрастные, а у других они менее контрастные. В достаточной степени отличается их «щебетание», так что, привыкнув, их можно различить по одной

Рисунок 9.1 – Некоторые виды вьюрков Дарвина и гигантских черепах с Галапагосских островов (см. Stebbins, 1971). (Рисунок Роберта Кнабенбауэра.)

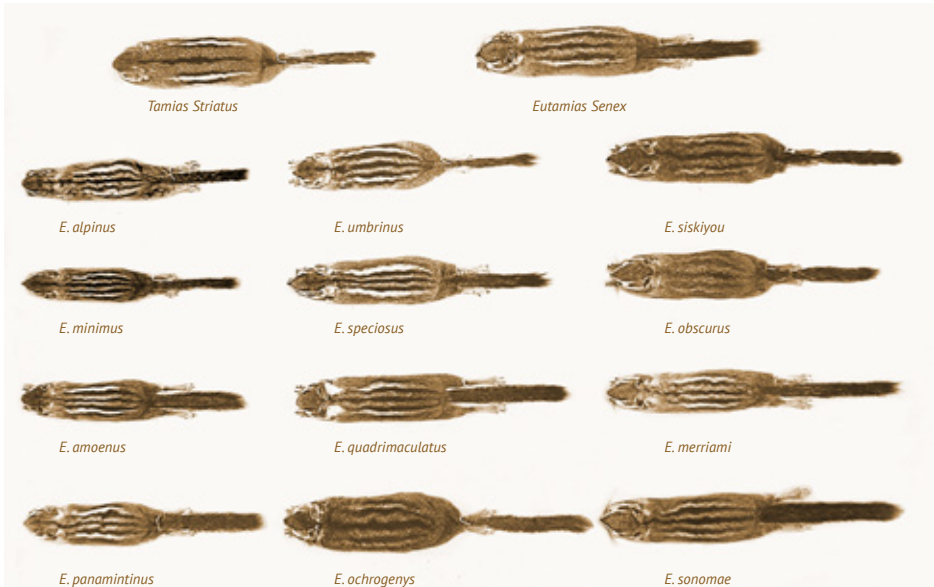


Рисунок 9.2 – Тринадцать видов бурундуков, обитающих в Калифорнии, и восточный бурундук, *Tamias striatus*.

лишь манере «щебечущего» зова³. Одни обитают в редколесье, другие же предпочитают густые кустарники или леса с густым подлеском и ва-лежником. Различия между этими видами бурундуков, конечно же, гораздо менее значительные, чем между породами собак. Но поскольку разные популяции бурундуков не скрещиваются между собой, они принадлежат к разным видам.

Мы также обнаруживаем, что каждый вид имеет свой собственный географический район обитания (рис. 9.3). *Eutamias sonomae* (в настоящее время некоторые биологи относят всех западных бурундуков к роду *Tamias*) появляется лишь в зарослях чапарали северо-запада Калифорнии. *E. panamintinus* обнаруживают лишь в полупустынных лесах однохвойной сосны к востоку от гор Сьерра-Невада, а область распространения *E. alpinus* ограничена лугами скалистых гор Сьерра-Невада на высотах свыше трех тысяч километров.

Обстояло ли дело так, что Бог сотворил эти виды бурундуков и поместил их в нынешнюю среду обитания? Безусловно, Он мог бы так сделать, но свидетельства указывают на иное — что Он



сотворил каждую группу животных с определенным потенциалом генетической изменчивости, наделив их способностью в ходе процесса микроэволюции и видообразования адаптироваться к новой среде обитания и тем климатическим изменениям, с которыми они могут столкнуться после их сотворения. Такой постулат выглядит еще более убедительно, если мы всерьез рассмотрим возможность глобальной геологической катастрофы и признаем, что горных систем и тех климатических условий, которые определяют распространение и адаптации бурундуков, еще не существовало в их нынешней форме вплоть до окончания катастрофы. Возможно, после катастрофы бурундуки в своей исходной форме распространились по всей Азии (один из видов бурундуков обитает там) и Северной Америке, где группы бурундуков колонизировали многие районы с различными условиями окружающей среды. И эти группы одновременно приспосабливались к местным условиям, образовав двадцать два вида. Если один вид, например предок всех бурундуков, служит родоначальником нескольких новых видов, то адаптация различных

Рисунок 9.3 — Географические районы обитания бурундуков в Калифорнии (см. Hall, 1981; Johnson, 1943). (Рисунок Кэрл Стентон.)

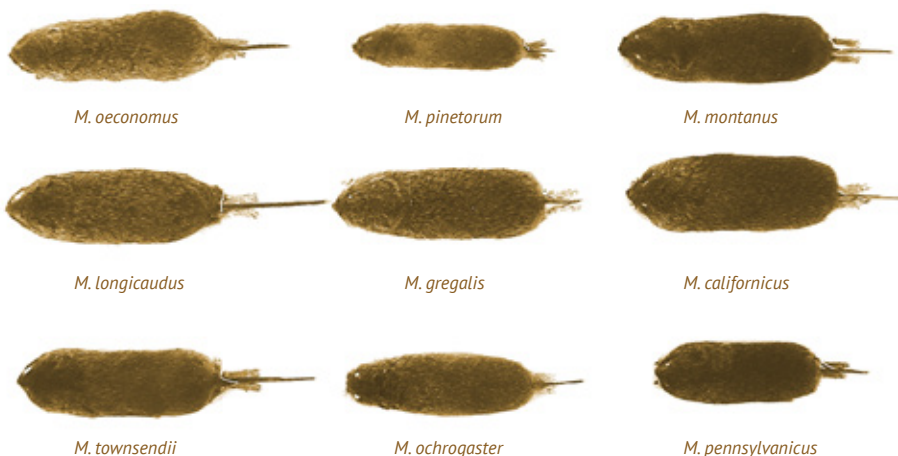
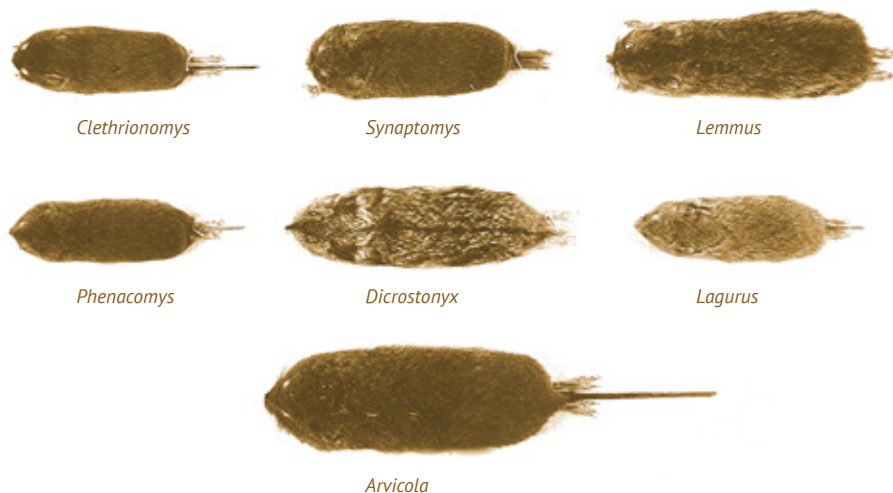


Рисунок 9.4 – Несколько видов полевок рода *Microtus*. (Рисунок предоставлен Марком Фордом.)

Рисунок 9.5 – Несколько родов полевок. Роды *Lemmus* и *Dicrostonyx* – это лемминги из арктического региона. (Рисунок предоставлен Марком Фордом.)

его популяций к разнообразным экологическим нишам называется адаптивной радиацией.

Термин «эволюция» (от латинского *evolution* — «развертываться, разворачиваться») в данном случае означает «изменение». Есть веские доказательства в пользу того, что генетические процессы эволюции происходят в действительности, что в результате приводит к появлению новых признаков и новых видов. Можно было бы привести множество подобных примеров, но давайте вкратце остановимся лишь еще на одном — рассмотрим серую полевку или мышшь-полевку. Эти маленькие короткоухие мышши встречаются по всему миру и





обитают преимущественно в травянистых местах в системе туннелей, которые они прогрызают среди растительности. Наиболее известными из полевок являются полярные лемминги. Некоторые из многочисленных видов полевок рода *Microtus* показаны на рисунке 9.4. Они очень схожи друг с другом, как и виды бурундуков. Дальнейшее исследование выявляет множество родов полевок, которые мало отличаются от *Microtus* (рис. 9.5). Их относят к разным видам, поскольку каждый из них обладает определенными признаками, которые отличают их от *Microtus* и друг от друга, но при этом различия сравнительно невелики. В их числе вариации формы края жевательной поверхности зубов, различия в характеристиках пальцев и челюстей, незначительные различия в анатомических пропорциях и некоторые различия в их молекулярно-биологических особенностях. С учетом новых данных, полученных в результате эпигенетических исследований, вполне вероятно, что все эти виды произошли от одного сотворенного предка. Даже ондатра и флоридская ондатра принадлежат к тому же подсемейству, что и полевки. Отличаются они в основном размерами и некоторыми необходимыми для жизни в воде адаптациями (рис. 9.6). Возможно ли, что они произошли от одного и того же сотворенного предка, что и полевки? Возможно, что и так.

Рисунок 9.6 – «Родственники» полевок – круглохвостая ондатра (*Neofiber alleni*) и ондатра (*Ondatra zibethicus*). (Рисунок предоставлен Марком Фордом.)