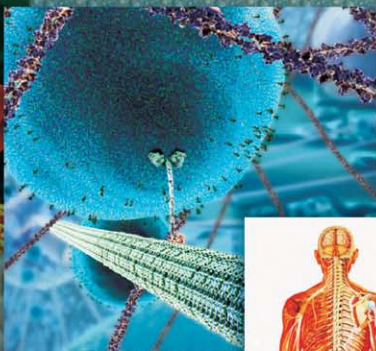


Р.Г. Заяц В.Э. Бутвиловский
В.В. Давыдов И.В. Рачковская

МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА



Для студентов учреждений высшего образования

МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА

Утверждено
Министерством образования
Республики Беларусь в качестве учебника
для студентов учреждений высшего образования
по медицинским специальностям

3-е издание, исправленное



Минск
«Вышэйшая школа»

УДК [57:61+575](075.8)

ББК 28.0я73

М42

А в т о р ы: кандидат медицинских наук, профессор *Р.Г. Заяц*; кандидат медицинских наук, доцент *В.Э. Бутвиловский*, кандидат биологических наук, доцент *В.В. Давыдов*; доктор биологических наук, профессор *И.В. Рачковская*

Р е ц е н з е н т ы: кафедра медицинской биологии и общей генетики Гродненского государственного медицинского университета (профессор *В.П. Андреев*); доктор биологических наук, профессор *Н.П. Максимова*

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.

Медицинская биология и общая генетика : учебник /
М42 Р. Г. Заяц [и др.]. — 3-е изд., испр. — Минск : Вышэйшая школа, 2017. — 480 с. : ил.

ISBN 978-985-06-2886-2.

Материал изложен по уровням организации живого, что дает целостное представление о биологии в эволюционном аспекте. Приведены современные положения всех разделов медицинской биологии и общей генетики. Особое внимание уделено механизмам онтофилогенетической обусловленности пороков развития, наследственным и паразитарным заболеваниям человека.

Предыдущее издание вышло в 2012 г.

Для студентов учреждений высшего образования по медицинским специальностям. Будет полезен студентам биологических факультетов университетов.

УДК [57:61+575](075.8)

ББК 28.0я73

ISBN 978-985-06-2886-2

© Издательство «Вышэйшая школа», 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

Биология играет важную роль в профессиональной подготовке врача, что обусловлено фундаментальностью данной дисциплины. Биология раскрывает закономерности происхождения, развития и функционирования живых систем на Земле, рассматривает человека как результат исторического развития органического мира, как один из компонентов природы планеты, тесно связанный с биосферой и оказывающий на нее существенное влияние.

Эволюционный подход к развитию нашей планеты, к происхождению и разнообразию живых организмов способствует формированию мировоззрения будущих специалистов-медиков.

Биология имеет также прикладной характер для практической медицины. Как самостоятельные науки из нее выделились и в настоящее время прогрессивно развиваются цитология, генетика, паразитология и др. Достижения цитологии и генетики позволяют на молекулярном и клеточном уровнях выяснить механизмы наследственных заболеваний человека; развитие паразитологии дает возможность разработать профилактические мероприятия и методы лечения паразитарных заболеваний; изучение сравнительной анатомии обеспечивает понимание причин возникновения врожденных пороков развития и позволяет предупреждать их появление.

Учебник переработан в соответствии с типовой учебной программой по дисциплине «Медицинская биология и общая генетика» для студентов учреждений высшего образования по медицинским специальностям, утвержденной Министерством образования Республики Беларусь 12 декабря 2016 г., согласно которой значительно уменьшено количество учебных часов. Авторами использован многолетний опыт преподавания биологии в Белорусском государственном медицинском университете.

Схема изложения материала по уровням организации живого (соответственно программе) дает целостное представление о биологии в эволюционном аспекте.

Первый уровень организации живого – молекулярно-генетический и клеточный. Данный уровень включает изучение молекулярной генетики и биологических процессов, протекающих в клетке.

Второй уровень – организменный. Он включает рассмотрение закономерностей наследственности и изменчивости орга-

низмов, генетики человека, размножения и развития, старения и смерти, гомеостаза, хронобиологии, регенерации и трансплантации.

Третий уровень — популяционно-видовой. На этом уровне рассматриваются популяционная структура видов и особенности генетики популяций человека, факторы эволюции и процессы видообразования, филогенез систем органов.

Четвертый уровень — биосферно-биогеоценотический. На данном уровне изучаются предмет экологии, основные понятия экологии, биотические связи, экологическая паразитология, морфология и биология возбудителей паразитарных болезней человека, структура и эволюция биосферы и роль человека в биосфере.

Все разделы учебника написаны с учетом достижений биологических наук и современного их состояния.

Авторы выражают глубокую благодарность профессорско-преподавательскому составу кафедры биологии Белорусского государственного медицинского университета и рецензентам (кафедра медицинской биологии и общей генетики Гродненского государственного медицинского университета, профессор В.П. Андреев, и заведующая кафедрой генетики Белорусского государственного университета профессор Н.П. Максимова) за деловые замечания по содержанию и оформлению учебника, сделанные в процессе его подготовки к изданию.

Особую признательность авторы выражают члену-корреспонденту НАН Беларуси, члену-корреспонденту Академии медицинских наук Российской Федерации, профессору Г.И. Лазюку за ценные рекомендации в процессе работы над рукописью учебника.

Критические замечания будут с благодарностью приняты авторами.

Авторы

БИОЛОГИЯ КАК СИСТЕМА НАУК О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ

Биология — наука о жизни и живых системах. Термин «биология» (от греч. *bios* — жизнь, живое и *logos* — наука) введен в естествознание Ж.Б. Ламарком в 1802 г. Биология изучает закономерности развития жизни на Земле и живых существ, их строение, функции, природные сообщества и взаимоотношения в них. Объектами биологии являются представители царств Дробянки (бактерии и цианобактерии), Протисты, Грибы, Растения и Животные. Изучением этих объектов занимаются соответственно биологические науки *микробиология*, *протистология*, *микология*, *ботаника* и *зоология*. Каждая из перечисленных наук имеет разделы. Например, ботаника включает альгологию (изучает водоросли), бриологию (изучает мхи) и др. В зоологию — науку о животных — входят следующие разделы: гельминтология (изучает паразитических червей), арахнология (изучает паукообразных), энтомология (изучает насекомых) и др.

Биологические науки изучают как строение своих объектов — *морфологию*, так и процессы их жизнедеятельности — *физиологию*. К морфологическим дисциплинам относятся анатомия, цитология, гистология и др. Процессы жизнедеятельности, функционирование систем органов изучают физиологические науки, например физиология высшей нервной деятельности, физиология сердечно-сосудистой системы. В живых системах постоянно идут процессы синтеза и распада химических соединений и обмена веществ с окружающей средой, протекающие с участием различных ферментов. Эти вопросы являются предметом изучения *биохимии*.

Биология, как наука о жизни и живых организмах, исследует ряд общебиологических закономерностей, которые в настоящее время стали предметом изучения самостоятельных наук. *Эмбриология* изучает закономерности развития зародышей и влияние на них факторов среды; *геронтология* — наука о старении организмов; *генетика* — наука о законах наследственности и изменчивости и о механизмах передачи признаков потомкам; *экология* изучает взаимодействие организмов между собой и с окружающей их средой, решает вопросы сохранения и восста-

новления исчезающих видов растений и животных, охраны природы. К экологическим дисциплинам относятся биоценология, биогеоценология и биогеография, которые занимаются изучением биоценозов, биогеоценозов и географического распространения живых организмов на Земле.

К биологическим наукам относятся также *палеонтология*, изучающая ископаемые останки вымерших животных и растений прежних эпох; *антропология*, предметом изучения которой является человек, проблемы его происхождения и формирования рас; *эволюционное учение* — наука, рассматривающая закономерности исторического развития органического мира.

Биологические науки используют следующие методы:

- *описательный* — сбор материала и описание фактов (наиболее широко этот метод использовался на ранних этапах развития науки);

- *сравнительный* — сопоставление сходства и различия изучаемых организмов, их жизнедеятельности; данный метод лежит в основе систематики живых организмов, с его помощью была создана клеточная теория; применение этого метода в ряде биологических наук (анатомия, эмбриология, палеонтология) способствовало развитию эволюционных представлений в естествознании;

- *исторический* — позволяет устанавливать закономерности появления и развития живых организмов; своим становлением в биологии метод обязан работам Ч. Дарвина;

- *экспериментальный* — проводится путем постановки опытов в определенных условиях с учетом возможности их повторения, обеспечивает глубокое изучение сущности явлений; в настоящее время используются различные виды моделирования процессов и явлений.

В последние десятилетия для решения многих кардинальных проблем естествознания сочетают методы биологических наук с методами физики, химии, математики, кибернетики.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖИВОГО

1.1. Этапы развития биологии

Первые данные о живых существах стали накапливаться первобытным человеком в процессе охоты и сбора съедобных растений. Живые организмы давали первобытному человеку

пищу, одежду, материал для обустройства жилья. Возникла необходимость в сведениях о свойствах растений и животных, их размножении и развитии, о приручении животных и выращивании растений.

Значительный фактический материал был собран знаменитым греческим врачом Гиппократом (460–377 гг. до н.э.). Это были данные о строении животных и человека, о тканях человека. Дальнейший вклад в развитие естествознания внесли труды Аристотеля (384–322 гг. до н.э.) «История животных» и «О частях животных». Аристотель заложил основы зоологии, описал более 500 видов животных и сделал попытку их систематики. Отцом ботаники считают Теофраста (372–287 гг. до н.э.). Первые вскрытия животных (обезьян и свиней) проводил римский врач Гален (130–200 гг. н.э.).

В средние века царило господство церкви, которая преследовала передовых мыслителей и ученых, и накопление знаний значительно замедлилось.

Началом современного естествознания является эпоха Возрождения. В этот период происходило зарождение капиталистического способа производства и нового класса — буржуазии. Требовались новые конкретные знания о природе, в связи с чем начиная с XV в. выделились и стали интенсивно развиваться ботаника и зоология, анатомия и физиология. Однако изучение природы проводилось не комплексно, а изолированно, поэтому создавалось впечатление о ее неизменности и постоянстве видов. Это был *метафизический* взгляд на природу, который отрицал всякое ее развитие. До середины XIX в. в естествознании преобладали взгляды *креационистов* (от лат. *creator* — творец). Их придерживались и К. Линней (1707–1778) — основоположник систематики растений и животных, и Ж. Кювье (1769–1832) — основоположник палеонтологии.

В период роста городов, развития промышленности, земледелия и сельскохозяйственного производства необходим был новый подход к изучению природы, который позволил бы выяснить закономерности жизнедеятельности организмов и историю их развития.

В 1775 г. появилась работа И. Канта (1724–1804) «Всеобщая естественная история и теория неба», где развивалась гипотеза естественного происхождения Земли.

Серьезной критике теорию неизменяемости видов подверг академик Российской академии наук, эмбриолог К.Ф. Вольф

(1733—1794). Изучая зародышей животных, он показал, что индивидуальное развитие организмов связано с новообразованиями и преобразованиями частей эмбриона.

В 1809 г. Ж.-Б. Ламарк (1744—1829) представил первое эволюционное учение, однако для его обоснования у него не было достаточного фактического материала и ему не удалось открыть основные закономерности развития органического мира.

В первой половине XIX в. возникают новые науки: гистология и эмбриология, сравнительная анатомия животных и растений, палеонтология. Достижения этих наук, развитие капитализма, следствием чего явился рост городов, послужили предпосылкой для разработки Ч. Дарвином (1809—1882) эволюционной теории. Основные ее положения изложены в работе «Происхождение видов» (1859). Используя огромный фактический материал, Ч. Дарвин привел убедительные доказательства развития органического мира, а позже доказал животное происхождение человека. *Дарвинизм* нанес сильнейший удар по метафизическим взглядам на природу, и позиции креационизма существенно пошатнулись. Учение Дарвина внесло в биологические науки исторический метод, вскрыло механизмы и определило движущие силы эволюции органического мира.

Защите и дальнейшему углублению учения Ч. Дарвина посвятили свои работы исследователи многих стран: Т. Гексли (Англия), Э. Геккель и Ф. Мюллер (Германия), А. Грей (США), И.М. Сеченов, И.И. Мечников, братья А.О. и В.О. Ковалевские, К.А. Тимирязев (Россия).

В развитии биологии XX в. можно выделить несколько основных этапов.

1. Накопление огромного фактического материала привело к тому, что единые прежде биологические науки распались на разделы. Например, из зоологии выделились энтомология, арахнология, гельминтология и ряд других разделов; из физиологии — пульмонология, эндокринология, кардиология и др.

2. Появился ряд пограничных с биологией наук: биохимия, биофизика, радиобиология, молекулярная биология.

3. В развитии биологии последних десятилетий можно выделить догеномный (до расшифровки генома человека) и постгеномный (после расшифровки геномов человека и некоторых животных) этапы.

Развитие физики и химии дало возможность биологам использовать новейшие методы исследований:

- *электронной микроскопии* (исследование вирусов и бактерий, живых систем на субмикроскопическом и молекулярном уровнях);
- *автордиографии* (изучение локализации и механизмов биохимических процессов в клетках);
- *гистохимические* (установление локализации веществ в структурах клеток);
- *дифференциального центрифугирования* (выделение и изучение отдельных структур клетки);
- *кино- и фотосъемки* (изучение последовательности процессов при делении клеток, размножении организмов и т.п.);
- *микрургии* (пересадка структур из одной клетки в другую);
- *культуры клеток* (выращивание отдельных клеток на питательных средах в стерильных условиях) и др.

1.2. Уровни организации живой материи

Органический мир представляет собой сложную систему, состоящую из отдельных соподчиненных друг другу и взаимозависимых звеньев. Они не могут существовать изолированно. Каждое звено (особь, популяция, вид, биоценоз) состоит из самостоятельных субъединиц — организм состоит из клеток, популяция — из особей и т.д. Органический мир является примером диалектического единства противоположностей — с одной стороны он целостен, с другой — дискретен (от лат. *discretus* — прерывистый).

Дискретность живых систем определяется уровнями их организации.

Молекулярно-генетический уровень. *Элементарные дискретные единицы* этого уровня представлены макромолекулами нуклеиновых кислот, белков и других органических веществ. Макромолекулы образованы сходными мономерами: в состав нуклеиновых кислот входят нуклеотиды, в состав белков — 20 разновидностей аминокислот. Дискретные единицы наследственности (гены) — участки молекулы ДНК, в которых записана генетическая информация. Сходную структуру имеют липиды и углеводы. Макромолекулы отличаются друг от друга количеством и порядком расположения в них мономеров. Энергия у всех организмов запасается в молекулах АТФ. Следовательно, сходные по своей структуре молекулы органических веществ лежат в основе всего разнообразия живых существ.

Элементарным явлением этого уровня является передача генетической информации дочерним молекулам ДНК при репликации и молекулам иРНК и белка при транскрипции и трансляции.

Клеточный уровень. Представлен прокариотическими и эукариотическими клетками. В 1839 г. Т. Шванн в работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений» доказал, что клетка является структурной единицей всех живых организмов. На уровне клетки протекают все процессы обмена веществ. Организм любого вида начинает развитие из одной клетки — зиготы. Клетка несет наследственную информацию о развитии целого организма. Таким образом, *элементарными дискретными единицами* этого уровня организации являются относительно сходные по строению клетки, а *элементарным явлением* — реакции клеточного метаболизма, упорядоченное протекание которых обеспечивают белки-ферменты.

Организменный уровень. Представлен одноклеточными (прокариоты и эукариоты) и многоклеточными организмами. Многоклеточный организм — это целостная система органов и тканей, специализированных для выполнения различных функций. *Элементарной единицей жизни* является организм, или особь, как целое. На уровне организма протекают процессы онтогенеза, осуществляется их нейрогуморальная регуляция, поддерживается гомеостаз. *Элементарное явление* этого уровня — закономерные изменения организма в процессе онтогенеза.

Популяционно-видовой уровень. *Популяция* — это группа особей одного вида, длительно населяющих определенную территорию. Она является надорганизменной системой и единицей эволюции. В ней действуют элементарные эволюционные факторы и происходит процесс видообразования. *Элементарная единица* этого уровня — популяция, а *элементарное явление* — изменение ее генофонда.

Биосферно-биогеоценотический уровень. *Биогеоценоз* — это исторически сложившееся сообщество популяций живых организмов разных видов в определенной среде обитания. Они являются *элементарными системами (единицами) биосферы* и связаны между собой и с неживой природой обменом веществ, энергии и информации. *Элементарное явление* этого уровня — круговорот веществ и энергии. Биосфера — «живая» оболочка Земли, которая включает и объединяет все проявления жизни на планете — круговорот веществ, превращения энергии и потоки информации.

1.3. Фундаментальные свойства живого.

Основные признаки жизни

Жизнь представляет собой совместную функцию сложных биополимеров — белков и нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Все живые системы характеризуются рядом признаков, отличающих их от неживой материи. Живые организмы являются *открытыми системами*, т.е. они постоянно обмениваются с окружающей средой веществами, энергией и информацией, что составляет основу фундаментальных свойств живого.

Фундаментальными свойствами живого, отличающими его от неживого, являются:

- *самообновление* — способность живых систем поддерживать свою структуру неизменной на протяжении некоторого времени; это свойство обусловлено преимущественно потоками веществ и энергии;

- *самовоспроизведение* — способность живых систем размножаться, т.е. воспроизводить себе подобных, основой чего является преимущественно поток генетической информации, обеспечивающий преемственность между клетками и организмами; самовоспроизведение характерно для всех уровней организации живого (репликация ДНК — на молекулярно-генетическом уровне, митоз — на клеточном и т.д.);

- *саморегуляция* — способность живых систем поддерживать относительное постоянство внутренней среды, в основе чего лежат механизмы обратной связи, обусловленные потоками веществ, энергии и информации.

Фундаментальные свойства живых систем определяют **основные признаки жизни**.

Обмен веществ и энергии. Это одна из основных характеристик живого. Живые организмы поглощают из окружающей среды химические вещества, необходимые для построения структур своего тела (реакции ассимиляции) и получения энергии (реакции диссимиляции). Продукты жизнедеятельности они выделяют в окружающую среду. Обмен веществ идет и в неживой природе, но имеет принципиальные отличия. Для тел живой природы обмен веществ является средством восстановления и замены разрушенных частей или построения новых развивающихся организмов. Для этих процессов используется энергия, получаемая извне или образуемая в организме в результате реакций диссимиляции. Тела неживой природы в ре-

зультате обмена веществ изменяют свой облик и часто разрушаются (процессы горения и коррозии).

Обмен веществ в живых организмах — это единство реакций синтеза и распада, ассимиляции и диссимиляции, пластического и энергетического обменов.

Наследственность и изменчивость. Наследственность обеспечивает преемственность между поколениями, сходство потомков с родителями. В основе передачи признаков родителей детям лежит механизм матричного синтеза молекул ДНК. Их функция — хранение и передача наследственной информации.

Изменчивость позволяет живым организмам приспосабливаться к изменяющимся условиям среды и приобретать новые признаки, которых не было у родительских форм. В основе механизма изменчивости лежат изменения структуры нуклеиновых кислот, приводящие к синтезу новых белков и появлению новых признаков. Изменчивость дает материал для естественного отбора.

Рост и развитие. Появившиеся в результате репродукции новые организмы получают генетическую информацию о развитии тех или иных признаков. Развитие — это необратимые (качественные) изменения структуры организмов, усложнения их функций по заданной генетической программе. Индивидуальное развитие (*онтогенез*) сопровождается ростом (ограниченным или неограниченным), т.е. увеличением массы и размеров тела.

Историческое развитие видов называется *филогенезом*. Его закономерности определяет эволюционное учение. Эволюция органического мира сопровождается образованием новых видов в результате борьбы за существование и естественного отбора.

Раздражимость. Это способность организмов отвечать на воздействия факторов окружающей среды. Реакции протистов носят название таксисов. Положительный таксис — движение в сторону раздражителя, отрицательный — движение от него. Ответные реакции растений на внешние воздействия проявляются ростовыми движениями и называются тропизмами — положительными или отрицательными. Организмы животных, имеющие нервную систему, отвечают на воздействия среды посредством рефлексов.

Дискретность и целостность. Эти два понятия определяются уровнями организации живых систем. Дискретность означает «прерывистость», «разделение на части». Целостная био-

сфера состоит из отдельных биогеоценозов, которые, в свою очередь, представлены сообществами — популяциями видов микроорганизмов, протистов, грибов, животных и растений. Популяция — совокупность особей одного вида, занимающих часть ареала вида, свободно скрещивающихся между собой и относительно изолированных от таких же особей данного вида. Все организмы состоят из клеток, которые образуют их ткани и органы. Все эти звенья «работают» согласованно, как единая система. Эту целостность поддерживает саморегуляция.

Гомеостаз. Это способность живых систем поддерживать относительное постоянство состава внутренней среды и течения физиологических процессов. Механизмы поддержания гомеостаза «работают» на всех уровнях организации живого. На определенном, относительно постоянном уровне поддерживаются температура тела, показатели кровяного давления, содержания сахара в крови и др. Регуляторными системами гомеостатических показателей организма являются нервная и эндокринная системы — нейрогуморальная регуляция.

1.4. Происхождение и развитие жизни на Земле

Существует несколько разных гипотез происхождения жизни на Земле. Гипотеза *креационизма* (от лат. *creation* — сотворение) предполагает сотворение жизни сверхъестественным существом — Творцом. Согласно гипотезе стационарного состояния, или *этернизма* (от лат. *eternus* — вечный), Земля и жизнь на ней никогда не возникали, а существовали вечно. Сторонники этой гипотезы предполагали, что живое могло происходить только от живого (гипотеза *биогенеза*).

В соответствии с гипотезой о повсеместном распространении во Вселенной зародышей живых существ — *панспермии* (от греч. *pan* — все и *sperma* — семя) споры бактерий и других организмов могли быть занесены на Землю метеоритами, космической пылью, давлением световых лучей. Эта гипотеза представляет интерес с точки зрения существования жизни на других планетах, но она не дает ответа на вопрос о происхождении жизни.

Гипотезы *абиогенеза* предполагают происхождение жизни из неживой природы. Сторонником теории самопроизвольного зарождения живого был Аристотель, предполагавший, что насекомые и лягушки могут заводиться в сырой почве. В даль-

нейшем в качестве доказательств сторонники этой гипотезы приводили многочисленные примеры появления микроорганизмов, плесневых грибов и личинок мух на портящихся продуктах и в нечистотах. В 1668 г. итальянский врач Ф. Реди опроверг эти представления. В 1765 г. итальянский ученый Л. Спалланцани прокипятил в течение нескольких часов мясные и овощные бульоны в колбах, которые тут же запаял. Через несколько дней в бульонах не удалось обнаружить признаков жизни.

Во второй половине XVIII в. появились сторонники *витализма* (от лат. *vitalis* – жизненный). Они утверждали, что существует «жизненная сила», без которой не может произойти появление живых существ из неживого. Это предположение опроверг в 1859 г. французский микробиолог Л. Пастер. Он изменил условия эксперимента Л. Спалланцани, позволив «жизненной силе» проникать в колбу, но получил такие же результаты. Таким образом, было окончательно доказано, что в современных условиях самозарождение жизни невозможно.

Результаты экспериментов поставили на повестку дня вопрос об условиях и способах происхождения первых живых организмов.

1.4.1. Гипотеза биопоэза

Наибольшее признание в XX в. получила *биохимическая гипотеза* происхождения жизни на Земле, предложенная русским биохимиком А.И. Опариным (1924) и независимо от него английским биохимиком Дж. Холдейном (1929). Базируясь на гипотезе Опарина-Холдейна, английский ученый Дж. Бернал (1947) сформулировал **гипотезу биопоэза** и выделил три этапа происхождения жизни на Земле:

- абиогенное возникновение органических мономеров;
- образование биополимеров;
- формирование мембранных структур и первых самовоспроизводящихся организмов.

Первым этапом биопоэза стал абиогенный синтез простых органических соединений. Земля как планета возникла около 4,5 млрд лет назад. В это время на ней была очень высокая температура (4000–5000 °С). По мере остывания углерод и тугоплавкие металлы конденсировались и образовывали земную кору (около 3,9 млрд лет назад). Вода долгое время находилась

в парообразном состоянии. К этому моменту начала формироваться первичная атмосфера, состоящая из паров воды, аммиака, диоксида углерода, метана и цианистого водорода. При дальнейшем остывании Земли у ее поверхности происходила конденсация паров воды, что привело к образованию первичного океана.

Мощные электрические разряды, излучения и постоянная вулканическая деятельность привели к образованию простых органических соединений: формальдегида, муравьиной и молочной кислот, мочевины, глицерола и некоторых простых аминокислот. Так как свободного кислорода в атмосфере не было, то эти соединения не окислялись, а накапливались в водах первичного океана, образуя так называемый «первичный бульон». Первый этап биохимической эволюции был подтвержден экспериментально американскими учеными С. Миллером и Дж. Оро.

На *втором этапе биопоэза* происходило образование биополимеров из простых органических соединений. Значительная часть образовавшихся мономеров разрушалась, а некоторые могли вступать в соединение друг с другом. Аминокислоты, соединяясь друг с другом, образовывали полипептиды, моносахариды — полисахариды, а нуклеотиды — нуклеиновые кислоты. Жирные кислоты, соединяясь со спиртами, могли образовывать липиды, покрывающие пленкой поверхность водоемов. Второй этап биопоэза также нашел экспериментальное подтверждение (Л. Орджел и С. Акабюри).

А.И. Опарин полагал, что решающая роль в превращении неживого в живое принадлежит белкам, так как их молекулы способны образовывать гидрофильные комплексы, покрытые сольватными оболочками. Такие комплексы могут сливаться друг с другом и образовывать *коацерваты* (от лат. *coacervus* — сгусток). Коацерваты обладали способностью поглощать различные вещества из окружающей среды. На определенном этапе развития в состав отдельных коацерватов начали входить молекулы РНК, а затем и ДНК.

Третьим этапом биопоэза было формирование мембран и появление самовоспроизведения. Элементарные мембраны изолировали и защищали коацерваты от окружающей среды. В живые организмы могли превратиться только те коацерваты, которые стали способны к саморегуляции и самовоспроизведению, т.е. содержали белки и нуклеиновые кислоты. Увеличение размеров коацерватов и их фрагментация вызвали, возможно,

появление идентичных коацерватов («размножение»). Такая предположительная последовательность событий могла привести к возникновению примитивных самовоспроизводящихся гетеротрофных организмов — *протобионтов*, которые питались органическими веществами «первичного бульона».

1.4.2. Развитие жизни на Земле

Первыми живыми организмами были *прокариоты, анаэробные гетеротрофы*, так как в атмосфере отсутствовал свободный кислород, а в первичном океане содержалось достаточно органических веществ. Постепенно их запасы в «первичном бульоне» истощались. Дальнейшее развитие жизни стало возможным благодаря появлению автотрофных анаэробов. *Первые автотрофы*, по-видимому, кислород не выделяли. Следующим шагом в эволюции было возникновение *фотосинтезирующих организмов*, использующих воду в качестве источника водорода с выделением свободного кислорода. Первыми такими организмами могли быть цианобактерии. Фотосинтез с выделением кислорода оказал решающее влияние на дальнейшее развитие живого. С развитием автотрофного питания были созданы условия для появления огромного разнообразия как автотрофных, так и гетеротрофных организмов.

Атмосфера постепенно насыщалась кислородом, и, когда его содержание составило около 3%, появились *первые аэробы* — организмы, способные к более «выгодному» кислородному этапу энергетического обмена. В атмосфере сформировался озоновый экран, защищающий живые существа от губительного действия коротковолновых ультрафиолетовых лучей. Это позволило им выйти на поверхность воды и на сушу.

Следующим важным этапом эволюции стало появление *эукариотических одноклеточных организмов*. Это произошло около 2,5 млрд лет назад. Существуют две главные гипотезы происхождения эукариотических клеток: инвагинационная и симбиотическая.

Согласно *инвагинационной гипотезе* эукариотические клетки появились путем впячивания и отшнуровывания участков мембран с частями цитоплазмы прокариотической клетки, в которой одновременно находилось несколько геномов, прикрепленных к клеточной мембране, с последующей специализацией их в ядро, митохондрии и хлоропласты.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
РАЗДЕЛ I. БИОЛОГИЯ КАК СИСТЕМА НАУК О ЖИВОЙ ПРИРОДЕ	5
Глава 1. Общая характеристика живого	6
1.1. Этапы развития биологии	6
1.2. Уровни организации живой материи	9
1.3. Фундаментальные свойства живого. Основные признаки жизни	11
1.4. Происхождение и развитие жизни на Земле	13
1.5. Место биологии в системе медицинского образования	18
РАЗДЕЛ II. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ И КЛЕТочный УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО	19
Глава 2. Биология клетки	19
2.1. Клеточная теория	19
2.2. Неклеточные формы жизни	20
2.3. Клеточные формы жизни	22
2.4. Строение и функции биологической мембраны	25
2.5. Гиалоплазма. Цитоскелет	28
Глава 3. Организация потока вещества и энергии в клетке	30
3.1. Механизмы трансмембранного транспорта	30
3.2. Обмен веществ и энергии в клетке	32
Глава 4. Генетический аппарат клетки	39
4.1. Структура клеточного ядра	39
4.2. Характеристика, строение и классификация хромосом	42
Глава 5. Размножение на клеточном уровне	48
5.1. Клеточный и митотический циклы	49
5.2. Митоз	52
5.3. Мейоз	54
Глава 6. Организация наследственного материала	57
6.1. Краткая история развития генетики	58
6.2. Доказательства роли нуклеиновых кислот в передаче наследственной информации	61
6.3. Структура и функции нуклеиновых кислот	64
6.4. Уровни упаковки генетического материала	67

6.5. Уровни организации наследственного материала	70
6.6. Первичные функции гена.....	70
6.7. Репликация молекулы ДНК.....	72
6.8. Генетический код и его свойства.....	73
6.9. Биосинтез белка в клетке.....	75
6.10. Свойства генов.....	78
6.11. Классификация генов	79
6.12. Регуляция работы генов.....	80
6.13. Цитоплазматическая наследственность	86
Глава 7. Генная инженерия и клонирование организмов.....	89
7.1. Краткая история развития генной инженерии и клонирования.....	89
7.2. Методы генной инженерии.....	92
7.3. Применение генной инженерии в медицине	103
7.4. Основы клонирования	106
РАЗДЕЛ III. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО.....	114
Глава 8. Закономерности наследования	114
8.1. Законы Менделя и условия их проявления	114
8.2. Взаимодействие генов	120
8.3. Сцепленное наследование.....	127
Глава 9. Изменчивость	132
9.1. Модификационная изменчивость.....	133
9.2. Комбинативная изменчивость.....	133
9.3. Мутационная изменчивость.....	134
9.4. Устойчивость и репарация генетического материала	144
9.5. Генетические концепции канцерогенеза	145
Глава 10. Биология и генетика пола	147
10.1. Пол, первичные и вторичные половые признаки	147
10.2. Теории определения пола.....	149
10.3. Гоносомное наследование.....	151
10.4. Дифференцировка пола в процессе развития	151
10.5. Формирование пола у человека.....	153
10.6. Нарушения определения пола.....	155
10.7. Соотношение полов.....	158
10.8. Гипотеза М. Лайон о женском мозаицизме по половым хромосомам.....	160
10.9. Роль полов в эволюционном процессе	161
Глава 11. Основы медицинской генетики. Генетика человека.....	163
11.1. Краткая история развития медицинской генетики в Республике Беларусь	163
11.2. Человек как специфический объект генетического анализа.....	165

11.3. Основные методы исследования генетики человека	166
11.4. Экспресс-методы исследования генетики человека	179
11.5. Методы пренатальной диагностики наследственных болезней	181
Глава 12. Наследственные болезни человека	185
12.1. Моногенно наследуемые болезни человека	185
12.2. Митохондриальные болезни	199
12.3. Хромосомные болезни.....	200
12.4. Болезни с наследственной предрасположенностью	205
12.5. Медико-генетическое консультирование.....	208
Глава 13. Размножение на организменном уровне	213
13.1. Бесполое размножение.....	214
13.2. Половое размножение	216
13.3. Гаметогенез.....	217
13.4. Осеменение	220
13.5. Оплодотворение	221
13.6. Особенности репродукции человека	223
13.7. Этические и юридические аспекты вмешательства в репродукцию человека	225
Глава 14. Онтогенез	226
14.1. Предэмбриональный онтогенез.....	227
14.2. Эмбриональный онтогенез.....	229
14.3. Постэмбриональный онтогенез.....	243
14.4. Рост организмов.....	245
14.5. Конституция и габитус человека	249
14.6. Старение и смерть	251
Глава 15. Гомеостаз и хронобиология	255
15.1. Принципы работы регуляторных механизмов	255
15.2. Механизмы регуляции гомеостаза на разных уровнях организации живого	256
15.3. Хронобиология.....	261
Глава 16. Регенерация и трансплантация.....	266
16.1. Физиологическая регенерация	266
16.2. Репаративная регенерация.....	266
16.3. Трансплантация органов и тканей.....	270
РАЗДЕЛ IV. ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО.....	275
Глава 17. Популяционная структура видов.....	275
17.1. Биологический вид.....	275
17.2. Популяции.....	275

17.3. Генетические процессы в больших популяциях (закон Харди – Вайнберга).....	277
17.4. Генетические процессы в малых популяциях	278
17.5. Типы браков в популяциях человека	280
17.6. Естественный отбор.....	281
Глава 18. Филогенез систем органов хордовых животных	284
18.1. Индивидуальное и историческое развитие. Биогенетический закон. Ценогенезы и филэмбриогенезы.....	284
18.2. Корреляции в эволюционном становлении морфофизиологической организации	286
18.3. Онтофилогенетическая обусловленность пороков развития человека	287
18.4. Филогенез покровов тела хордовых	289
18.5. Филогенез нервной системы хордовых	291
18.6. Филогенез скелета хордовых	295
18.7. Филогенез пищеварительной системы хордовых.....	302
18.8. Филогенез дыхательной системы хордовых	304
18.9. Филогенез кровеносной системы хордовых.....	306
18.10. Филогенез мочевыделительной системы хордовых.....	310
РАЗДЕЛ V. БИОСФЕРНО-БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОГО	314
Глава 19. Биосфера	314
19.1. Структура и состав биосферы	314
19.2. Эволюция биосферы	317
Глава 20. Экология как наука	319
20.1. Экология человека	319
20.2. Адаптивные типы людей	320
Глава 21. Основы общей и экологической паразитологии.....	321
21.1. Факторы среды	321
21.2. Трофические связи	322
21.3. Формы биотических связей	322
21.4. Паразитизм.....	323
21.5. Экологическая паразитология	327
21.6. Трансмиссивные и природноочаговые болезни	338
Глава 22. Медицинская протистология	342
22.1. Характеристика протистов.....	342
22.2. Тип Sarcomastigophora, класс Sarcodina	343
22.3. Тип Sarcomastigophora, класс Zoomastigota	346
22.4. Тип Apicomplexa, класс Sporozoa.....	358
22.5. Тип Infusoria, класс Ciliata.....	369

Глава 23. Медицинская гельминтология	372
23.1. Тип Плоские черви (Plathelminthes)	372
23.2. Класс Сосальщикои (Trematoda).....	374
23.3. Класс Ленточные черви (Cestoda).....	390
23.4. Тип Круглые черви (Nemathelminthes)	405
23.5. Класс Собственно круглые черви (Nematoda)	405
23.6. Лабораторная диагностика гельминтозов	423
Глава 24. Медицинская арахноэнтомология	429
24.1. Тип Членистоногие (Arthropoda).....	429
24.2. Класс Паукообразные (Arachnoidea).....	430
24.3. Отряд Клещи (Acari).....	431
24.4. Класс Насекомые (Insecta)	436
Глава 25. Ядовитые организмы	452
25.1. Ядовитые грибы	452
25.2. Ядовитые растения	453
25.3. Ядовитые животные	456
ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	466
ЛИТЕРАТУРА.....	474

Учебное издание

Зяц Роман Георгиевич
Бутвиловский Валерий Эдуардович
Давыдов Владимир Витольдович
Рачковская Ирина Владимировна

МЕДИЦИНСКАЯ БИОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА

Учебник

3-е издание, исправленное

Редактор *Л.Н. Макейчик*. Художественный редактор *В.А. Ярошевич*. Технический редактор *Н.А. Лебедев*. Корректоры *Л.Н. Макейчик*, *Е.З. Липень*, *Т.К. Хваль*. Компьютерная верстка *Н.В. Шабун*.

Подписано в печать 14.06.2017. Формат 84×108/32. Бумага офсетная. Гарнитура «Нimbus». Офсетная печать. Усл. печ. л. 25,2. Уч.-изд. л. 26,88. Тираж 1000 экз. Заказ 1472.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство «Вышэйшая школа»». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 1/3 от 08.07.2013. Пр. Победителей, 11, 220004, Минск.
e-mail: market@vshph.com http://vshph.com

Республиканское унитарное предприятие «Издательство «Белорусский Дом печати»». Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий № 2/102 от 01.04.2014. Пр. Независимости, 79, 220013, Минск.