

М.Г. Таирбеков

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Курс лекций

В основу данного пособия положен курс лекций, прочитанный студентам МИФИ в 1999 г. и 2000 г. в рамках учебной программы «Медицинская физика», осуществляемой ГНЦ РФ - Институтом медико-биологических проблем совместно с кафедрой экспериментальных методов в ядерной физике МИФИ. Пособие предназначено для студентов-физиков и аспирантов, специализирующихся в области биологической и медицинской физики.

Автор, будучи биофизиком (больше физиком от биологии, чем биологом от физики), считает необходимым отметить значение физических концепций для понимания биологических процессов, а также роль ученых-физиков в биологической науке.

Физику и биологию объединяют общий характер и последовательность развития. История науки запомнила многих выдающихся физиков нашего столетия, внесших весомый вклад в развитие молекулярной биологии. Достаточно назвать такие имена как Э.Шредингер, К. Поллинг, Э. Поллард, Д.Бернал, Ф.Крик, М. Дельбрюк и др. Именно в физике в начале XX века произошла подлинная революция, были созданы квантовая механика и теория относительности. Несколько десятилетий спустя такие же драматические события произошли и в биологии. Принято датировать начало революции в биологии 1953 г. с момента открытия и расшифровки молекулярного строения ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты). Творческий тандем биолога Д.Уотсона и физика Ф.Крика позволил не только сформулировать, но и экспериментально доказать существование знаменитой двойной спирали, лежащей в основе конструкции универсального наследственного вещества - ДНК. Благодаря этому открытию коренным образом изменились наши представления о механизмах наследственности, процессах синтеза энергии и вещества в живых системах. Возникла новая наука - молекулярная биология. Современная биология становится все более «молекулярной», ибо для многих специалистов - это единственно приемлемый подход к объяснению биологических процессов с помощью физических и химических законов.

Устремление физиков в биологию и применение физических и химических методов при изучении особенностей структурно-функциональной организации живых систем в значительной степени способствовало прогрессу биологической науки. Физики внесли в биологию свой стиль работы, методологию мышления и ярко выраженный дедуктивный характер анализа. В этой связи следует согласиться с мнением некоторых выдающихся ученых, которые считают целесообразным рассматривать закономерность биологических явлений с единых позиций законов физики и химии.

Это означает, что успехи в изучении процесса биологической эволюции от первичных молекул до высокоорганизованных совершенных организмов животных и растений есть результат последовательного применения физических и химических критериев.

В настоящее время основные биологические процессы можно описать совершенно точными молекулярными уравнениями. При этом не существует принципиальной разницы

между молекулярными уравнениями жизненных процессов и уравнениями, используемыми химиками для описания реакций простых соединений, а физиками - для описания энергий электронов в атомах реагирующих между собой молекул. Вместе с тем в биологии остается немало задач, решение которых должно привести к раскрытию свойств, создающих специфические качества живого. Эти задачи нельзя описать простыми молекулярными уравнениями.

Несмотря на впечатляющие достижения в молекулярной биологии, не следует забывать, что авторы этих достижений при решении многих проблем «стояли на плечах» корифеев естествознания; физиков, химиков и биологов.

Изучение живой материи - занятие столь же древнее, как и возраст человечества.

Однако биология - наука о живом, в основе которой лежит идея единства всех жизненных явлений, представляет собой в историческом плане сравнительно недавнее достижение человеческой деятельности и связано с именами древнегреческих мыслителей: Аристотеля, Платона, Гиппократов. С тех самых времен и до середины XIX столетия наука о жизни оставалась на уровне умозрительных метафизических представлений.

Только немногим более полутора столетия назад в биологии были созданы три главные научные системы, которые позволили вскрыть различные аспекты единства живой материи: клеточная теория, сформулированная Т. Шваном и М. Шлейденем (1838), законы наследственности, открытые Г. Менделем (1856) и теория эволюции, принадлежащая Ч. Дарвину (1858).

В начале XX века, благодаря исследованиям в области биоэнергетики и энзимологии, а также классической генетики, биология приобрела статус современной экспериментальной науки, в полной мере использующей достижения физики и химии. Результаты этих исследований были необходимы для понимания механизмов регуляции процессов метаболизма химических соединений, как основы для поддержания энергетического баланса в живых системах и их нормального функционирования.

В начале 40-х годов Ф. Липманом было показано, что в клетке имеется своего рода аккумулятор, который способен поглощать и сохранять энергию, освобождающуюся при деструктивных (катаболических) реакциях и вновь выделять ее по мере необходимости для осуществления синтетических (анаболических) процессов. Действующее начало и материальная основа этого «аккумулятора» - аденозин-трифосфорная кислота (АТФ).

К успехам биологической науки середины нашего столетия, несомненно, следует отнести также такие крупнейшие открытия, как выяснение способов хранения и передачи наследственной информации вследствие расшифровки структуры нуклеиновых кислот и белков благодаря работам Д. Уотсона, Ф. Крика, А. Чаргоффа и др.

Появление к этому времени двух новых мощнейших инструментов научного познания - одного практического, а другого теоретического - существенно расширили наши знания о структурной организации и функционировании живых систем. Во-первых, - это электронный микроскоп, позволивший получать увеличение объекта в 100 000 раз и более, что впервые дало возможность увидеть и изучить строение клетки и внутриклеточных органелл во всех тончайших деталях. Во-вторых, основы кибернетики, разработанные Н. Винером, благодаря чему появилась возможность выявить и проследить пути переноса вещества и энергии т.н. метаболические пути, существующие в живой системе для управления процессом обмена веществ.

Таким образом, в последние годы, современные методологические подходы, используемые в молекулярной биологии, биофизике и биохимии внесли неоценимый вклад в изучение сложных макромолекулярных комплексов биохимических ансамблей.

Несомненно, такого рода открытия в биологии могли быть сделаны при сочетании нескольких факторов, а именно: выбора удачных объектов, на которых данное явление можно изучать при минимальных помехах со стороны других биологических явлений, использования методов, открывающих новые возможности количественного изучения процесса, воображения и обширной эрудиции, позволяющих исследователю строить

обобщения, опираясь на новые факты и экспериментальные данные.