

С.Э. Шноль

**Физико-химические факторы
биологической эволюции**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 57
ББК 28
С11

С11 **С.Э. Шноль**
Физико-химические факторы биологической эволюции / С.Э. Шноль – М.: Книга по Требованию, 2024. – 262 с.

ISBN 978-5-458-42271-0

В книге рассмотрены физико-химические факторы биологической эволюции, приводящие к возникновению ферментов, аппаратов перемещения в пространстве, систем обеспечения энергией, внутриклеточных структур, клеток, нервной системы. Книга представляет интерес для широкого круга читателей – биологов, физиков, химиков, философов.

ISBN 978-5-458-42271-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Высшим долгом физиков является поиск тех общих элементарных законов, из которых путем чистой дедукции можно получить картину мира.

А. Эйнштейн. Физика и реальность.

Мы унаследовали от наших предков острое стремление к цельному, всеобъемлющему знанию. Само название высших институтов познания — университеты — напоминает нам, что с давних пор и на протяжении многих столетий универсальный характер знаний — единственное, к чему может быть полное доверие...

Э. Шредингер. Что такое жизнь?

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Широко распространено убеждение в первенствующей роли биологии среди других наук во второй половине XX в. Мысль эта наиболее четко высказывалась физиками (Жолио Кюри, Бернал). Многие выдающиеся физики стали в той или иной форме заниматься биологией и многие внесли в биологию значительный непосредственный вклад (Гамов, Крик, Полинг, Сциллард, Дельбрюк и др.). В высказываниях физиков и в устремлении физиков в биологию проявилась связь наук — то, что наука о природе едина и лишь в человеческом сознании, в силу «невозможности объять необъятное», а также в результате стремления к последовательности и к систематизации знаний она разделена на математику, физику, биологию и др.

Однако дело не только в этом. Именно в физике в начале нашего века произошла общеизвестная революция — были созданы теория относительности и квантовая механика.

Бурный расцвет новой физики, когда принципиально важные открытия следовали одно за другим с драматической быстротой и приводили к важнейшим теоретическим и практическим результатам, документирован и описан в ряде книг.

Естественно, что именно физики, только недавно пережившие революцию в своей науке, знающие «как это делается», обратились к биологии, где все, как казалось, предвещало аналогичные события.

Их ожидания оправдались. В биологии в самом деле произошла революция, и она действительно явилась результатом прогресса физико-химического направления в биологических исследованиях.

Принято датировать начало революции в биологии 1953 г., когда была опубликована статья Уотсона и Крика о строении ДНК. За прошедшие 20—25 лет преобразились наши знания о

молекулярных механизмах наследственности, изменчивости, превращениях энергии в клетке, о механизме биосинтеза основных компонентов протоплазмы — белков, нуклеиновых кислот, липидов, полисахаридов.

Возникла новая наука — молекулярная биология. Но революция в биологии отнюдь не началась статьей Уотсона и Крика. Это было лишь закономерное продолжение открытий Дарвина, Менделя, Моргана, лишь закономерное развитие действительно фундаментальной и революционной идеи XX в. — идеи матричного механизма репликации молекул биополимеров, принадлежащей Н. К. Кольцову. Устремление физиков и физики в биологию действительно оказало большое влияние на темп революционных событий в биологии. Дело не только в проникновении в биологию методов физического и химического исследований. Физика влияет на биологию своим примером, стилем работы, методологией мышления. Именно в физике особо плодотворной оказалась теория. Теоретическая физика замечательна своим ярко выраженным дедуктивным характером, тем, что она является не столько обобщением фактов, сколько развитием исходных общих положений. Триумфы современной физики — это экспериментальное подтверждение предсказаний теории. Получение основных положений какой-либо науки из общих соображений — необходимая завершающая стадия развития мысли в данном направлении. И здесь теоретическая биология сильно отстает от теоретической физики.

Фундаментом современной теоретической биологии служит дарвинизм. Однако после упомянутых физико-химических, «молекулярных» потрясений, после создания «молекулярной биологии» стала ясной недостаточная развитость теоретической биологии. Необходима такая теория биологии, в которой соединены классический эволюционный и новый молекулярный подходы. Возможно по аналогии с физикой и разделение теоретической биологии на макро- и микротеории, однако истинная теория должна быть единой и всеобъемлющей.

Эта предлагаемая вниманию читателя книга — результат убеждения в том, что время для теоретического соединения молекулярной биологии и дарвинизма наступило. Необходимо пытаться получить основные закономерности биологии из общих соображений, построить теорию, позволяющую предсказывать как динамику и траектории эволюционного процесса, так и молекулярные механизмы, функционирующие в биологических системах. Весьма заманчиво получить такие предсказания, а потом посредством эксперимента или обобщения ранее найденных данных сопоставить предсказанное с действительностью. Так биология приблизится к физике в самом главном — в методе научного познания.

Пытаясь рассмотреть биологические закономерности с единых позиций, я прослеживаю далее физические и физико-химические

условия начала биологической эволюции и основные критерии естественного отбора в системах полимерных молекул, для которых характерно матричное воспроизведение. При таком исследовании критериями отбора служат физические и физико-химические свойства макромолекул и их комплексов.

Более того, весь процесс биологической эволюции от первичных матричных молекул до высоко совершенных животных и растений можно рассматривать как последовательное, поочередное действие различных физических и физико-химических критериев естественного отбора, т. е. последовательное «включение» различных факторов эволюции.

В настоящее время, конечно, нереально, руководствуясь только общими соображениями, проследить, например, посредством ЭВМ, точные траектории эволюционного процесса. Однако это пока и не нужно. Сейчас вполне достаточен термодинамический подход — выявление лишь начальных и конечных состояний в каждом направлении эволюции. Тогда оказываются ненужными детальные вычисления и становится возможной оценка предельных состояний. Так, если ведущим критерием естественного отбора (т. е. фактором эволюции) при становлении биохимических реакций служит их скорость, легко в принципе оценить, когда дальнейшее совершенствование ферментов станет бесполезным из-за медленности диффузионных потоков реагентов и продуктов. Ведущим критерием отбора, фактором эволюции станет интенсивность перемешивания, и предел возможностей биологической эволюции на данном этапе также можно будет оценить по предельно достижимой скорости перемещения организмов в пространстве. Применительно к биологии такой термодинамический подход выглядит как «принцип предельного совершенства» при анализе основных этапов эволюции.

Можно представить себе опасения, возникающие у читателя книги, озаглавленной «Физико-химические факторы биологической эволюции». Не сводит ли автор биологию только к физике и химии? В сущности, это опасение понятно. И чтобы рассеять его, нужно сначала определить, что такое собственно биология? Не служит ли установление физико-химических механизмов биологических явлений доказательством отсутствия биологической специфики? Нет. Не служит. Биологическая специфика состоит в эволюционном способе (в ходе естественного отбора) формирования всех механизмов и свойств биологических систем. Поэтому собственно биологической является именно теория эволюции. Однако сам ход, этапы, траектории эволюционного процесса вполне подлежат изучению с позиций математики, физики, физической химии (см. нашу статью [340]).

Именно учитывая биологическую специфику, эволюционный способ возникновения всех «механизмов» в биологических системах, автор рассматривает физико-химические факторы эволюции, общие закономерности хода эволюционного процесса, матрично-

го воспроизведения, ферментативного катализа, превращения энергии, образования дискретных организмов, возникновение ионной асимметрии, появления внутриклеточных структур, механизмы морфогенеза и перемещения в пространстве. Из общих соображений выведена необходимость многоклеточности, наличия рецепторов, нервной системы, мозга.

Естественно, что весь широкий круг вопросов нельзя рассмотреть с равной компетентностью. Я остро ощущаю свой дилетантизм в очень многих затронутых проблемах, но тем не менее, не могу преодолеть привлекательности попытки общего взгляда на современную биологию.

Эта книга сложилась в результате многократного чтения соответствующего курса лекций студентам-биофизикам физического факультета МГУ. Обычно лекции проходили на Беломорской биостанции МГУ. Часто на открытом воздухе, вблизи нового лабораторного корпуса, среди заросших лишайниками валунов, около моря, под шум сосен и крики чаек мы обсуждали общие проблемы биологии. Живая реакция слушателей стимулировала работу над текстом лекций и рукописи. Мне хочется с благодарностью отметить огромный труд директора Беломорской биостанции Н. А. Перцова по созданию этого уникального места для педагогической и научной работы.

Работа над текстом рукописи в ее разных вариантах длилась много лет (с 1967 г.). За это время состоялось множество обсуждений, семинаров, докладов, дискуссий. Особенно полезными были обсуждения затронутых в книге вопросов с Н. В. Тимофеевым-Ресовским, Л. А. Блюменфельдом, А. М. Молчановым, М. Н. Кондрашовой, Б. Я. Виленкиным, В. И. Дещеревским, Н. Г. Есиповой, Ю. Н. Полянским, М. В. Георгадзе, С. В. Багоцким, В. Н. Веховым, В. И. Брусковым, В. Н. Морозовым, Ф. И. Атауллахановым, А. П. Сарвазяном.

Я очень благодарен Г. М. Франку, А. И. Опарину, Г. Р. Иванникому, Н. А. Райской, В. П. Скулачеву, Э. Э. Шнолю, прочитавшим рукопись и сделавшим ряд ценных критических замечаний. Н. Г. Есиповой написана часть текста гл. 3 и 11. Приложение написано совместно с А. С. Кондрашовым.

Наконец, я должен выразить особую благодарность сотрудникам ОНТИ Института биофизики за неоценимую помощь в подготовке рукописи к изданию.

Работа над текстом этой книги в основном была завершена осенью 1973 г. За прошедшее время некоторые предположения получили независимое развитие в работах других исследователей. То, что казалось экстравагантным, стало обычным. Одной из трудных проблем, возникших в связи с долгим изданием этой книги, оказалось составление списка литературы. Автор чувствовал себя в литературном море как моряк в дырявой лодке — новая литература течет в книгу «сквозь все щели». Дополнения списка литературы лишь отчасти решают эту проблему.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИЧНОСТЬ

Дарвинизм — основа теоретической биологии.

Краткий исторический очерк.

Физические и физико-химические критерии биологического прогресса.

Термодинамические характеристики и кинетическое совершенство.

Наиболее важным достижением биологии XIX в. является дарвинизм, лежащий в основе теоретической биологии¹. Центральная идея биологии XX в. — концепция матричного молекулярного механизма размножения организмов. Важная задача современной теоретической биологии состоит в выяснении связи матричной концепции с дарвинизмом [17, 23, 24, 129, 262, 288, 289].

Формулирование матричного механизма репликации молекул нуклеиновых кислот как молекулярной основы размножения организмов не только не уменьшает значения дарвинизма, но помогает выявить его действительный фундамент, позволяет понять молекулярные механизмы основных биологических явлений, составляющих предмет дарвинизма. В этом смысле современная молекулярная биология — составная часть дарвинизма, теоретической биологии.

Правильность сказанного следует из логического развития следствий матричной концепции. В результате матричного воспроизведения соответствующих молекул в определенных условиях происходят такие процессы: 1) конкуренция размножающихся матричных молекул за вещество, энергию, пространство; 2) вариабельность (изменчивость) матричных молекул; 3) воспроизведение в матричных копиях всех вариантов (конвариантное воспроизведение, редубликация [288]); 4) естественный отбор, т. е. сохранение и размножение лишь более приспособленных; 5) эволюция, т. е. развитие матричных систем в направлении все большего совершенства, все большей итоговой интенсивности преобразования веществ окружающей среды в вещества данного вида (кинетическое совершенство [339]). Возможность такого в принципе независимого от осуществленного Ч. Дарвиным дедуктивного формулирования дарвинизма посредством анализа молекулярных основ биологии представляет собой важнейшее следствие происшедшей в биологии революции.

¹ С современным состоянием и проблемами дарвинизма можно ознакомиться, по статьям, книгам [3, 9, 15, 105, 106, 107, 109, 127, 173, 183, 189, 189а, 199, 202, 241, 252, 289, 290, 304, 332, 333, 359].

Одна из основных задач этой книги состоит в иллюстрации «физико-химической обусловленности дарвинизма»¹.

Установление обусловленности биологической эволюции физико-химическими свойствами матричных молекул, физико-химический анализ основных ее этапов отнюдь не означает сведения биологии к физике или химии.

Биология отличается от других наук тем, что ее объекты представляют результат более или менее длительной эволюции. Они являются, в известном смысле, «концентратами прошедшего времени».

Одна из причин излишних споров «о сводимости» состоит в отсутствии достаточно точных определений основных понятий биологической эволюции, жизни, живого организма.

Я думаю, что настало время попытаться определить их, имея в виду сказанное о дарвинизме как основе теоретической биологии, и о синтезе дарвинизма с молекулярной биологией (см. [339, 340]).

Критерием правильности теории является возможность дедуктивных построений, соответствующих действительности. Поэтому основное содержание предлагаемой книги — опыт дедуктивного построения, попытки «выведения» в качестве следствий из общих, по преимуществу физико-химических соображений основных этапов биологической эволюции, основных свойств живых организмов.

Прежде чем приступить к выполнению этих задач, мне кажется необходимым кратко проследить историю становления концепции матричного механизма размножения организмов. Матричный механизм был сформулирован сначала на основании аналогии между размножением организмов и размножением кристаллов. Аналогия роста (размножения) кристаллов и живых организмов казалась первоначально лишь внешней. Она не имела (и не могла иметь в момент своего возникновения) серьезных оснований. Мысль о такой аналогии возникала на протяжении последних столетий неоднократно. Эту мысль в яркой форме высказывал еще Бюффон (середина XVIII в.). В прошлом веке аналогия с кристаллами была развита Геккелем для описания размножения надмолекулярных агрегатов (пластидул), из которых состоит протоплазма. Л. Я. Бляхер так излагает взгляды Геккеля: «...по мысли Геккеля, пластидулы не размножаются делением, а возникают в питательной жидкости подобно тому, как появляются новые кристаллы под влиянием кристалла, помещенного в насыщенный раствор. Деятельностью пластидул Геккель стремился объяснить размножение, наследственность, приспособление и эволюцию организмов...» [31, с. 31].

¹ Чрезвычайно большое значение имеет открытие А. И. Опарина возможности «добиологического» возникновения основных химических компонентов живых систем. Этим объяснялась детерминированность, неизбежность начала биологической эволюции (227, 228). (См. также [315]).

Аналогичную концепцию развивал в 1890 г. Альтман, полагавший, что протоплазма состоит из кристаллоподобных гранул; Бляхер пишет о его концепции: «...Альтман высказал предположение, что фибриллярные и сетчатые структуры, как и гомогенная по виду протоплазма, тоже построены из мельчайших гранул-биобластов, которые, по его мнению, являются элементарными единицами жизни. Альтман считал, что гранулы подобно клеткам размножаются делением, почему положение Вирхова «каждая клетка — от клетки» он заменил афоризмом «каждая гранула — от гранулы». Касаясь природы биобластов, Альтман сравнил их с кристаллами, которые по его представлению отличаются от неорганических кристаллов характером роста: неорганические кристаллы растут вследствие отложения вещества из маточного раствора на их поверхности..., тогда как биобласты питаются за счет проникновения надлежащих веществ внутрь» [31, с. 33].

В 1913 г. издательство «Образование» начало выпуск серии книг «Новые идеи в биологии». В первом сборнике этой серии, озаглавленном «Что такое жизнь», был помещен перевод статьи Г. Пржибрама «Обзор мнений авторов о значении аналогии между кристаллами и организмом».

Пржибрам пишет: «...Каждого биолога, углубившегося в кристаллографические изыскания, так сильно поражает «самодеятельность» кристаллов, что граница между неорганическим и органическим миром не кажется ему непреодолимой пропастью..».

Из сходства размножения с кристаллизацией следовали и более широкие биологические аналогии. А. И. Опарин подробно рассматривает эту аналогию в своей знаменитой книге, вышедшей в 1924 г. [227]. В связи со способностью организмов к воспроизведению он пишет¹: «...указанное свойство присуще не только организмам, но всем без исключения телам, обладающим определенным строением... Возьмем кристалл какого-либо вещества... расколем его на две половинки и бросим последние в перенасыщенный раствор того же вещества. И вот оказывается, что брошенные в раствор половинки кристалла сравнительно быстро восполнят недостающие у них грани, углы, ребра».

А. И. Опарин приводит следующую цитату из книги Каруса Штерне, переведенной с 3-го немецкого издания на русский язык в 1909 г.: «...Здесь происходят самые изумительные явления, которые ...дают ключ к пониманию сложнейших явлений того же порядка. Сера, как известно, простое тело, смотря по температуре, при которой оно переходит из жидкого состояния в твердое, может принимать весьма различный вид — октаэдрическую или призматическую форму. Если опустить два таких кристалла на тонких платиновых проволоках в перенасыщенный раствор серы в бензоле, то по соседству с призматическим кристаллом начинают

¹ Цитата приведена с сокращениями.

образовываться новые призмы, поблизости же от октаэдрической формы — октаэдры; когда обе армии кристаллов сблизятся между собой, то при первом столкновении последняя форма окажется побежденной. Вот пример борьбы за существование в царстве кристаллов»! [349, с. 200].

Таким образом Карус Штерне в конце прошлого — начале нашего века увидел не только аналогию размножения кристаллов и живых организмов — он обратил внимание на явления «борьбы за существование в царстве кристаллов». Это был очень важный шаг. Для перехода от физической химии к биологии необходимо от «борьбы за существование» кристаллов перейти к естественному отбору. Это становится возможным на основании созданной Н. К. Кольцовым концепции матричного воспроизведения биологических макромолекул [144], концепции конвариантной редубликации [288, 467, 468].

По-видимому, именно гипотезы Н. К. Кольцова можно считать идейным началом современной молекулярной биологии. Сам Кольцов [144] утверждал, что мысль о матричном воспроизведении содержалась в докладе съезду естествоиспытателей и врачей, прочитанном А. А. Колли в 1893 г. [141, 142]. На докладе Колли присутствовал студент биологического факультета Московского университета Н. К. Кольцов, развивший потом эту мысль и доложивший свои соображения в 1927 г. на 3-м Всесоюзном съезде зоологов, анатомов, гистологов. У меня эта версия вызывает сомнение, поскольку при чтении текста доклада А. А. Колли мне не удалось усмотреть в нем даже намек на принцип матричного воспроизведения больших молекул. Единственное, что могло послужить толчком для Кольцова в докладе Колли — это вывод о малом числе молекул в бактериальной клетке. Отсюда следовало, что большое число признаков определяется малым числом молекул. Но как именно определяется — это додумал Н. К. Кольцов. Я не могу не привести слова, сказанные им в 1927 г. в своей речи на первом торжественном собрании 3-го Всесоюзного съезда зоологов, анатомов, гистологов в Ленинграде 12 декабря 1927 г.:

«...Процесс «ассимиляции», т. е. точного уподобления вновь возникающих из аминокислот белковых молекул тем образцам молекул, которые уже существуют в данном пункте, является одним из самых загадочных жизненных процессов.

Наиболее простой гипотезой для объяснения ассимиляции является, как мне кажется, заключение, что процесс синтеза белковых молекул сводится к кристаллизации вокруг уже существующих белковых молекул или их агрегатов — кристаллитов, являющихся затравками. Аминокислотные ионы прикладываются своими боковыми сродствами к тем пунктам уже существующих молекул, где находятся соответствующие аминокислоты, совершенно так же, как ионы Na^+ и Cl^- , рассеянные в водном растворе, складываются в определенную решетку вокруг кристаллика

поваренной соли... Много понадобилось времени, чтобы установить, что организм возникает только от другого организма из яйца *Omne vivum ex ovo*, *Omnis cellula ex cellula*, *Omnis nucleus ex nucleio*.

Теперь мы можем прибавить еще один новый тезис: каждая белковая молекула возникает в природе из белковой молекулы путем кристаллизации вокруг нее находящихся в растворе аминокислот и других белковых обломков: *Omnis molecula ex molecula*. Значит, размножение не есть исключительное свойство живых организмов, но является наиболее вероятным способом возникновения в природе всех сложных векториальных систем...» [144, с. 482].

Идеи Н. К. Кольцова, опубликованные в 20-е и 30-е годы, были развиты и распространены его учениками. Один из них — Н. В. Тимофеев-Ресовский оказал особенно существенное влияние на мировоззрение тогда еще молодых физиков, обратившихся к теоретической биологии, например, на М. Дельбрюка [59, 83, 378]. В 1944 г. под впечатлением этих идей Э. Шредингер написал свою знаменитую книгу «Что такое жизнь» [344]. Ученик Дельбрюка биолог Дж. Уотсон и физик Ф. Крик, занявшиеся биологией под влиянием книги Шредингера, на базе экспериментальных данных М. Уилкинса и Р. Франклин совершили одно из самых важных открытий биологии XX в. — установили структуру молекул ДНК (см. [297, 298]).

Я проследил кратко историю становления матричной концепции для того, чтобы, с одной стороны, показать преемственность идей нашего времени с идеями XVIII и XIX вв., а с другой — подчеркнуть давнее существование теоретической биологии.

Столь же глубоко, а быть может и еще глубже в историю науки уходят и корни эволюционной теории. Подчеркиваю я это потому, что в последнее время вновь стало «признаком хорошего тона» говорить о теоретической биологии в будущем времени как о дисциплине, которую еще лишь предстоит создать. Доля истины здесь, конечно, есть. Теоретическую биологию, как и любую другую теоретическую науку — теоретическую физику например, — отнюдь нельзя считать завершенной.

Однако она существует уже много лет и сейчас не стоит давать названия «На пути к теоретической биологии» книгам, посвященным развитию теоретической биологии (см., например, [193, 194, 296]).

Необходимой и достаточной основой теоретической биологии является дарвинизм. Современная молекулярная биология позволяет дать физико-химическую интерпретацию дарвинизму.

Здесь необходимо напомнить, что долгое время совершались (и продолжают ныне) попытки построить теоретическую биологию не на эволюционной основе, а посредством нахождения особых физических или химических свойств живой материи. Фи-

зико-химическая интерпретация биологических явлений, биохимический и биофизический анализы биологических объектов не имеют ничего общего с таким неэволюционным подходом к теоретической биологии.

Целеустремленный поиск физического и (или) химического своеобразия биологических объектов был начат в XIX в. Когда прогресс физики и химии определил направление поиска «сущности жизни» в особых химических и физических свойствах веществ, составляющих основу «живой материи». Возникло убеждение, что жизнь — проявление *особых* свойств *особого* вещества.

После Лавуазье под влиянием его работ, показавших аналогию процессов брожения, дыхания и горения, распространилось мнение, что жизнь представляет собой особый химический процесс. Сам Лавуазье утверждал, что «жизнь — это химическая функция». По мнению Гегеля, «жизнь есть увековеченный химический процесс» (цит. по [352]). Такое особое, «наделенное жизнью» вещество получило многозначительное название «первичное», «протеин» (отнюдь не соответствующее современному понятию «белок»). Замечательным завершением этого этапа развития теоретической биологии стали широко известные формулировки Ф. Энгельса: «Жизнь — способ существования белковых тел...» [355, 356, с. 77].

Однако отождествление понятий «протеины» и «белковые тела», «протеины» и «белки» не соответствует смыслу определений Ф. Энгельса, что он и сам неоднократно отмечал. В конце XIX в. биохимики выделили из протоплазмы, не отличимой ранее от протеина, ряд существенных фракций. Одна из главных фракций протоплазмы и была названа собственно белком. Тогда же были начаты фундаментальные исследования Э. Фишера, показавшего, что белки — полипептиды, т. е. линейные полимеры, состоящие из аминокислотных остатков, соединенных пептидными связями.

И тут отчасти вследствие семантических неточностей, отчасти из-за стремления возможно быстрее понять сущность жизни, на белки была «возложена» общебиологическая «нагрузка» протеинов. Возникли гипотезы об обусловленности жизни особым составом, состоянием, свойствами молекул белка. Так возникло представление о «живом белке». Поскольку обмен веществ представлялся главным признаком жизни, были предприняты попытки найти причину обмена веществ в особых свойствах молекул белков. Предполагалось, в частности, особое неустойчивое, неравновесное состояние молекул живого белка, допускалось, что спонтанный распад этих молекул служит причиной обмена веществ — обновления молекулярного состава белковых макромолекул¹.

¹ В относительно недавнее время представления о белках, как о «живых молекулах», наделенных способностью к самообновлению — «обмену веществ», ошибочно развивались [149]. Критика этих работ опубликована [334].