

Тем временем

1838 г.



*30 июля 1838 года началось строительство
Большого императорского дворца в Кремле*

В конце XVIII века во Франции и США произошли буржуазные революции, уничтожившие старые феодальные порядки. Результатом прошедших в начале XIX века наполеоновских войн стал процесс «втягивания» все новых и новых государств в становление капиталистического уклада. Развитие капитализма изменило социальную картину общества: развились новые классы – буржуазия и наемные рабочие. Начавшийся в Англии в XVIII веке промышленный переворот охватил в первой половине XIX века большинство европейских стран и США. Возникла и стала ведущей новая отрасль – машиностроение. Однако с 1825 года вначале в Англии, а затем в других индустриально развитых странах, стали происходить кризисы перепроизводства.

В XIX веке начинается бурный процесс урбанизации. Промышленные города превращаются в крупные центры. Это стало возможным в связи с ростом продуктивности сельского хозяйства – возникла возможность прокормить большие города, а также с развитием городского транспорта. В начале XIX века появляются первые автомобили с паровым двигателем. В 1825–1829 гг. в Англии Георг Стефенсон построил первые железные дороги. В 1832 году открыта первая железная

дорога во Франции. Изобретение паровой машины повлияло и на благоустройство городов: появилась возможность доставлять воду и на верхние этажи зданий.

Развитие производства ускорило технический прогресс. В XVIII – XIX в. большие успехи были достигнуты в области науки, многие научные открытия получили практическое применение. Прогрессивные изменения произошли и в просвещении – больше стало грамотных и хорошо образованных людей.

В 1820–1821 гг. в Европе и Америке поднимается новая революционная волна: происходят буржуазные революции в Испании, Португалии, Италии, разворачиваются национально-освободительные движения в странах Латинской Америки и Греции. В 1830 году во Франции вновь происходит революция, установившая буржуазную монархию. Королем французов провозглашается представитель младшей ветви Бурбонов – Луи-Филипп Орлеанский.

Портреты

Геррит Ян Мульдер



Геррит Ян Мульдер (1803-1880), Голландия

Геррит Ян Мульдер (27.12.1802–18.04.1880) родился в Утрехте. Работал преподавателем в Медицинской шко-

ле в Роттердаме, был профессором химии в Утрехтском университете. Разработал теорию протеина – первую, описывающую обмен белков в организме. В 1844 году он обнаружил в хлоропластах зерна крахмала.

Минимум знаний

1838 г.

Геррит Ян Мульдер ввёл в обращение термин «протеин», предложенный Берцелиусом

Открытие белков приписывают Якобу Бекари. В 1728 году он обратил внимание на то, что тесто содержит клейкое вещество, придающее ему тягучесть. (Это вещество сейчас называется клейковиной и состоит из запасных белков – глиадина и глютенина, которые содержатся в эндосперме зерна пшеницы.) В 1745 году Бекари опубликовал статью о своем открытии. Таким образом, первым признаком, по которому можно было опознать белок, был не химический состав, а внешние, физико-химические свойства, которые, впрочем, определяли «на глазок».

В 1773 году аптекарь Антуан Пармантье исследовал растворимость клейковины в минеральных кислотах, винном уксусе и воде при различных условиях. Он убедился, что при кипячении в воде белковый препарат необратимо теряет свои клеящие свойства.

В начале XIX века к белкам причисляли природные жидкости растительного и животного происхождения или вытяжки из разных частей организма: мозговую жидкость, жидкость сочленений, молоко, жидкость, находящаяся в птичьем яйце между скорлупой и желтой сердцевинкой, и другие. Из растений были выделены белки гордеин, глиадин, зеин и другие. Им всем были присущи особые свойства: свертываемость, клейкость, эластичность, вязкость; при сухой перегонке этих веществ выделялся аммиак.

Когда появились методы элементного анализа химических соединений, их попытались приложить к белкам. При этом, как стало понятно много позже, невозможно было выполнить важнейшее условие элементного анализа: обеспечить однородность выделенного препарата белка и его чистоту.

В 1810 году Ж.Гей-Люссак и Л.Тенар с помощью усовершенствованного метода сжигания Лавуазье получили первые достоверные количественные данные об элементарном составе белков. Они определили в фибрине крови, яичном белке, желатине и казеине процентное содержание углерода, водорода, азота и кислорода. В 1816 году У.Праут выяснил элементарный состав сы-

вороточного альбумина крови человека; аналогичные работы проделали Ф.Михаэлис (1828) и Ж.Буссенго (1835-1837).

Тем не менее, основные элементы, входящие в состав белка, кроме серы, были определены. В 1844 году Мульдер, автор первой структурной теории белков, писал: «В растениях, так же как и в животных, содержится вещество, которое у первых образуется, а у вторых составляет компонент пищи и имеет для тех и других важное значение. Это вещество – одно из сложнейших; оно легко меняет свой состав в зависимости от условий. В животном организме его особая роль состоит в осуществлении химического метаболизма, который при отсутствии этого вещества невозможно себе представить. Несомненно, оно является самым важным из всех известных веществ органического мира, и без него, по видимому, жизнь на нашей планете просто бы не существовала.

Его можно обнаружить во всех частях растений: корнях, стеблях, листьях, плодах и соках, точно так же как в самых различных частях животного... Это вещество получило название протеина, так как оно является началом самых различных соединений и может поэтому

рассматриваться как первичная субстанция". Можно только подивиться проницательности Мульдера – на основе совсем скудных и неточных данных он пришел к таким обобщениям о роли белков в живой природе!

Мульдер не только теоретизировал. Он первым применил щелочной гидролиз белков. Кроме того, он посчитал, что сумел выделить общую для всех белков структурную единицу с формулой $C_{40}H_{62}N_{10}O_{16}$. Ученый считал, что эта единица – электроположительный радикал, и в растворе он связан с электроотрицательными радикалами – серой и фосфором. (Теория радикалов использовалась в неорганической химии.) Этот-то радикал Мульдер по совету Берцелиуса и назвал протеином. Он первым связал представления о химии белков и их физиологической роли.

В 1846 году Н.Лясковский показал, что эмпирические формулы белков, выведенные Мульдером, неверны из-за ошибок в расчетах и не соответствуют экспериментальным данным самого Мульдера. Он установил, что точность этих данных была недостаточна для вывода формулы и доказал, что «радикал» протеин содержит серу, от которой невозможно избавиться. Лясковского поддержал знаменитый Ю.Либих.

Таким образом, первая серьезная попытка установить точный состав и строение белков не удалась. Эту задачу ученые решили только в двадцатом веке. Однако мнение о том, что белки необходимы для жизни, утвердилось в науке. Само название «протеин», которым обозначают белки в западной (а иногда и русскоязычной) литературе, происходит от греческого слова «протос» – важнейший, первоочередной.

Белки входят в состав всех живых организмов, а также вирусов. Они выполняют множество функций.

1. Ферменты.

Важнейшая функция белков – ферментативная. Ферменты – это белки, которые катализируют биохимические реакции. Они связывают одни вещества (субстраты реакции) и изменяют их, то есть превращают в другие (продукты реакции). Ферменты действуют специфично, то есть могут связывать и катализировать реакцию одного или нескольких похожих по структуре субстратов. Например, лактатдегидрогеназа может связывать только субстраты (молочную кислоту и окисленный никотинамидадениндинуклеотид) и продукты (пировиноградную кислоту и восстановленный никотинамидадениндинуклеотид). Некоторые ферменты катализируют

реакции с разными гексозами (углеводами с шестью углеродными атомами), но не связывают пентозы (углеводы с пятью атомами углерода).

Как всякий катализатор, фермент не изменяется в ходе реакции, но ускоряет ее во много раз. Каждая его молекула способна выполнять от нескольких тысяч до нескольких миллионов одинаковых операций в минуту.

Ферменты активны только в определенных условиях: в определенном диапазоне температуры, рН, при определенном составе ионов в среде. Высшая активность наблюдается при некоторых значениях этих величин. Многие ферменты могут изменять свою активность (количество превращений в единицу времени), когда к ним присоединяются определенные молекулы. Некоторые молекулы (ингибиторы) могут обратимо или необратимо затормозить работу фермента, вплоть до его полной остановки. Такие вещества могут быть ядовиты для организма. Другие (активаторы) ускоряют работу фермента.

Известно более тысячи разных ферментов, и все они – белки. В клетке они одновременно катализируют сотни разных биохимических реакций. В ходе этих реакций поступающие в клетку вещества расщепляются на

составные части, а некоторые окисляются. При этом извлекается энергия, которую клетка использует для своей жизнедеятельности, в том числе и для синтеза нужных ей органических соединений.

Расщепление или синтез веществ в клетке обычно разделены на несколько последовательных химических операций, каждую из них выполняет отдельный фермент. Группа таких ферментов образует нечто вроде конвейера – метаболический путь.

Особое значение в жизни клетки имеют ферменты, работающие с нуклеиновыми кислотами. Они участвуют в репликации ДНК (то есть копировании наследственной информации), репарации (восстановлении повреждений в ДНК), транскрипции – синтезе РНК, трансляции – синтезе новых белков.

У животных с развитой системой пищеварения в полость желудка и кишечника выделяются ферменты, расщепляющие жиры (они называются липазами), белки (это протеазы), крахмал (амилазы), нуклеиновые кислоты (нуклеазы) и другие.

2. Переносчики.

Многие вещества (сахара, аминокислоты, ионы) не могут сами проникнуть через клеточную мембрану или

мембраны клеточных органелл. Их переносят специальные белки. Кроме того, есть белки, транспортирующие в крови от одних органов к другим не растворимые в воде вещества (жиры, жирные кислоты, жирорастворимые витамины, стероидные гормоны, холестерин и другие).

3. Структурные белки.

Белки встречаются во всех органеллах клетки, и невозможно удалить их, не разрушив данную структуру. Часть белков образует микрофиламенты и микротрубочки, составляющие каркас клетки – так называемый цитоскелет. На уровне организма белки соединительной ткани (коллаген и эластин) образуют оболочки мышц и внутренних органов, их сеть придает упругость и прочность коже. Белки есть в костях скелета, связках и сухожилиях. Из белка кератина состоят роговые чешуйки, перья, волосы, рога, копыта, когти и ногти, а также верхний слой эпидермиса позвоночных животных.

4. Сократительные белки.

Актин и миозин обеспечивают сокращение всех мышц организма. Сократительные элементы есть во многих клетках, например в клетках соединительной ткани фибробластах, макрофагах, у амёб. Благодаря

этому такие клетки могут двигаться и менять свою форму.

5. Регуляторные белки.

Белки (и пептиды, то есть короткие цепочки аминокислот) передают сигналы. Это могут быть белковые гормоны (например инсулин, глюкагон), факторы роста, стимулирующие рост и деление клеток, ингибиторы клеточной активности и другие. Эти сигнальные молекулы связываются на поверхности клеток с другими белками – рецепторами. В результате этого взаимодействия запускается нужная реакция клетки, например активация определенных, нужных в данный момент ферментов и ускорение соответствующих метаболических путей.

6. Белки нападения и защиты.

Некоторые белки очень токсичны для других организмов. Пауки, ядовитые змеи и многие другие животные используют их для охоты или защиты. Ядовитые белки есть и у растений. Белок фибриноген и другие белки системы свертывания крови при нарушении целостности сосудов образуют сгусток – тромб, защищающий организм от кровопотери. Специальные белки, иммуноглобулины, участвуют в связывании и обезврежи-

вании попадающих в кровь чужеродных веществ, бактерий и вирусов.

Методические рекомендации

Материалы этой карточки можно использовать при подготовке уроков в профильной школе по основам биорганической химии по теме «Аминокислоты и пептиды. Белки» и по биологии по теме «Химический состав клетки. Биополимеры. Белки, их функции».

Сделай сам

Проделайте опыты

«Обнаружение белка»

Для испытания возьмите мясной, куриный или грибной бульон. Добавьте к нему немного раствора щёлочи или прокипячённого раствора кальцинированной соды (карбоната натрия), а затем раствор медного купороса. В присутствии белка раствор станет фиолетовым. Это качественная реакция на растворимые белки – биуретовая реакция.

«Денатурация молочного белка»

К молоку добавьте немного уксуса или лимонного сока. Молоко свернётся, образуя белые хлопья. Это происходит денатурация молочного белка – казеина. Тот же процесс происходит при скисании молока, причиной которого является молочнокислое брожение молочного сахара – дисахарида лактозы. Отфильтровав прокисшее молоко, получают богатый белком продукт творог.

«Изготовление казеинового клея»

Из полученных при денатурации хлопьев молочного белка можно приготовить казеиновый клей. Для этого белок отфильтровывают (можно с помощью марли), несколько раз промывают водой и высушивают. Высушен-

ный творог промывают бензином, чтобы удалить жир, и снова высушивают. Сухую казеиновую массу растирают в ступке в порошок. Порошок казеина смешивают с нашатырным спиртом и водой в соотношении 1:1:3. Казеиновым клеем склеивают бумагу, дерево и керамику.

Ответьте на вопрос:

Почему при кипячении молоко «убегает»?

Что еще можно прочитать

Белки, или протеины. «Химия и жизнь», 1975, № 5, с. 126.

Литвинов М. Первые, они же белые. «Химия и жизнь», 2004, № 1, с. 32–33.