

ОТКРЫТИЕ МЕМБРАННОГО ПИЩЕВАРЕНИЯ

(Интервью с членом-корреспондентом АН СССР А. М. Уголевым)

Вопрос: В начале 1960 г. появилась Ваша первая публикация* о том, что Вами обнаружен ранее неизвестный тип пищеварения. По общепринятым классическим представлениям расщепление и усвоение пищевых веществ происходит в полости желудочно-кишечного тракта под влиянием ферментов, поступающих с изливающимися туда соками главных пищеварительных желез. Из Ваших данных следовало, что имеется еще один механизм пищеварения, который реализуется ферментами, локализованными на внешней поверхности мембран кишечных клеток. Вы назвали этот тип пищеварения пристеночным, или контактным. В дальнейшем Вы дали ему новое название — мембранное. Что побудило Вас переименовать обнаруженный Вами тип пищеварения?

Ответ: Следует сказать, что с самого начала этот тип пищеварения мыслился как мембранный. Но я первоначально сознательно избегал этого термина по нескольким причинам. Одна из них заключалась в том, что мембранное пищеварение было обнаружено в 1958 г. В это время в Советском Союзе происходила бурная дискуссия о том, есть ли мембраны, ограничивающие клетки животных, или их нет. У меня на этот счет сомнений не возникало, но мне не хотелось дискутировать относительно существования мембран.

Мне казалось, что гипотезу о мембранном пищеварении следует построить таким образом, чтобы она была малоаксиоматичной. Далее оказалось, что термин «пристеночное» пищеварение переводить на английский язык крайне затруднительно, так как появляются разночтения. В частности, в одном переводе оно весьма неудачно звучало как парietальное пищеварение, что перекликалось с парietальным пищеварением клетками слизистой оболочки желудка, в другом переводе этот термин был дан как «поверхностное» пищеварение и т. д. Таким образом, оказалось, что появилось очень много видов пищеварения. В связи с этим возникла необходимость в каком-то едином термине, причем термин «мембранное» пищеварение представлялся наиболее удачным. Уже в самой первой публикации за рубежом в журнале «Nature» (1960) я использовал именно этот термин.

В 1977 г. на специальном симпозиуме знаменитого Ciba Foundation детально обсуждалась проблема мембранного пищеварения как важнейшего механизма заключительных этапов расщепления пищи и начальных этапов всасывания. Была приведена также классификация мембранного пищеварения. В частности, мембранное пищеварение на основе пространственного отношения к плазматической мембране кишечной клетки может быть разделено на гликокаликсное, происходящее в структурах, покрывающих поверхность собственно мембраны, поверхностное мембранное (суперфициальное), внутримембранное и подмембранное.

Вопрос: Какие аспекты сложившейся в 50-х годах ситуации в физиологии оказали влияние на поиски Вами новых путей, приведших к открытию мембранного пищеварения?

Ответ: К середине XIX в. сложилось представление, что основные принципы переработки и усвоения пищевых веществ организмом уже заложены и остаются лишь детали, которые касаются влияния различных специальных факторов на процессы

* Статья «О существовании пристеночного (контактного) пищеварения» была опубликована А. М. Уголевым в 1960 г. в Бюллетене экспериментальной биологии и медицины. Т. 49, № 1, с. 12—17.

пищеварения и всасывания. Этому представлению противоречили многие как давно известные, так и вновь обнаруженные факты.

Е. С. Лондон, один из крупнейших гастроэнтерологов, физиологов и биохимиков, много занимался различными оперативными вмешательствами на желудочно-кишечном тракте, результаты которых не могли получить удовлетворительного истолкования в рамках классических представлений. Так, он пересаживал поджелудочный и общий желчный протоки в желудок или, напротив, в толстую кишку. И в том и в другом случае порядок пищеварительных процессов и их технология принципиально нарушались. Тем не менее переваривание пищевых веществ происходило в нормальные сроки и усвоение пищи не претерпевало каких бы то ни было заметных изменений. Этот факт можно рассматривать как противоречащий классической концепции пищеварения. Однако сам Е. С. Лондон таких выводов не делал.

Далее, давно известно, что пищевые продукты перевариваются в организме иногда во много десятков раз быстрее, чем в пробирке под влиянием ферментов пищеварительных соков. Казалось бы, вне организма не только качественно, но и количественно можно воспроизвести процессы, происходящие внутри него. Но вне организма, т. е. *in vitro*, тех скоростей расщепления субстратов, которые существуют в пищеварительном канале *in vivo*, добиться не удалось. Из этого неизбежно следует, что *in vivo* существует чрезвычайно важный механизм, который не удастся воспроизвести *in vitro*.

Вопрос: Шли ли дискуссии о недостаточности классических концепций? Принимали ли Вы в них участие? Пытались ли сами разрешить противоречия между классическими концепциями и фактами?

Ответ: Дискуссии были, причем их можно назвать дискуссиями-предвестниками. В них приводились соображения об ограниченности и слабых пунктах общепринятых воззрений. Эти дискуссии были мне известны, я их учитывал, но участия в них не принимал. Долгое время я был убежден в том, что что-то новое лежит в пределах классической схемы полостного пищеварения и связано, по-видимому, с механизмами активации ферментов, расщепляющих пищевые вещества.

Вопрос: Как Вы представляли себе этот неизвестный активирующий фактор?

Ответ: К этому времени, т. е. к концу 50-х годов, уже было известно несколько типов активаторов. В частности, к ним могут быть отнесены желчные кислоты по отношению к жирорасщепляющим ферментам; энтерокиназа, обнаруженная Н. П. Шеповальниковым в лаборатории И. П. Павлова, превращающая профермент трипсиноген, продуцируемый клетками поджелудочной железы, в активный фермент трипсин, способный расщеплять белки, и др. По такому принципу и мыслилось существование нескольких других активаторов.

Вопрос: Какую экспериментальную модель Вы использовали в поисках активирующего фактора?

Ответ: Предложенная мною основная модель отличалась от широко принятых моделей тем, что переваривание пищевых веществ в пробирке происходило не только под влиянием извлеченных из организма пищеварительных соков или специально подобранных наборов ферментов, но и в присутствии кусочка тонкой кишки. Задача заключалась в том, чтобы в пробирке воспроизвести процессы, происходящие в организме *in vivo*. Переход от систем *in vitro* к системам, имитирующим условия *in vivo*, предполагал присутствие кишечной слизи. Если бы эти эксперименты ничего не дали, я бы стал добавлять кусочки слизистой желудка. Однако оказалось, что добавление слизистой тонкой кишки дает поразительный усиливающий эффект. Эти данные были получены при изучении гидролиза крахмала. По ряду косвенных признаков наблюдаемый эффект был похож на эффект типа Н. П. Шеповальникова — И. П. Павлова. Я даже дал название этому гипотетическому активирующему фактору. Так как Н. П. Шеповальников и И. П. Павлов называли свой активирующий фактор энтерокиназой, то я по аналогии с ними решил назвать свой фактор амилокиназой, т. е. киназой, активирующей не трипсиноген, а амилазу, расщепляющую крахмал. Эти результаты не были опубликованы, так как я хотел провести другой опыт, который должен был бы окончательно доказать наличие нового активатора.

Как известно, действие энтерокиназы необратимо. Она отщепляет небольшой пептид от молекулы трипсиногена, после чего он превращается в активный трипсин. Далее энтерокиназа не нужна, так как превращение в активный фермент уже произошло.

Как провести наш эксперимент, было ясно. Следовало проинкубировать поджелудочный сок с кусочком тонкой кишки, удалить кишку и посмотреть, как изменилась амилазная активность поджелудочного сока, т. е. имеет ли место активация амилазы. Однако вопреки ожиданиям было обнаружено, что активация не только не произошла, но, напротив, активность амилазы в растворе уменьшилась. В отличие от этого активность системы раствор — кишка возросла. Это заставляло думать, что активируются не растворенные ферменты за счет кишки, а кишка растворенными ферментами. В действительности именно так и оказалось.

Далее я стал определять активность кишки и раствора, содержащего ферменты, до и после их взаимодействия. Было обнаружено следующее. Если, например, до активации способность расщеплять крахмал составляла 1 единицу у кишки и 10 единиц у раствора, то после их совместной инкубации и последующего разделения активность кишки стала соответствовать 5 единицам, а раствора — 9 единицам. Эти эксперименты свидетельствовали о том, что, во-первых, раствор теряет часть ферментативной активности и, во-вторых, что активность кишки непропорционально увеличивается. Таким образом, в присутствии кишки интенсификация ферментативных процессов возникает не в результате активации ферментов в растворе, а в результате того, что на поверхности кишечной слизи осуществляется интенсивное расщепление пищи. Так как амилаза не проникает через клеточную мембрану в значимых количествах, то вывод об ее адсорбции на поверхности кишечной слизи был единственно правильным. Этот вывод был в дальнейшем подтвержден в специальных экспериментах. Кроме того, вскоре после этих первых опытов, доказывающих возможность переваривания пищевых веществ на поверхности кишки, мы вместе с моими коллегами продемонстрировали участие в мембранном пищеварении не только адсорбированных, но и собственных ферментов мембраны кишечных клеток.

Вопрос: Итак, гипотеза об активирующем факторе не выдержала испытания. Что же, позвольте спросить в порядке каламбура, стало активирующим фактором в переходе от идеи активатора к идее мембранного пищеварения?

Ответ: Этого я сейчас не помню. Из всех наиболее ярких впечатлений того времени мне больше всего запомнился случай с путаницей картины живой кишки и губчатой платины. В связи с тем что меня интересовали поверхностные явления, я стал усиленно просматривать литературу по поверхностям и поверхностному катализу. Одновременно я смотрел и литературу по структуре кишечной поверхности. Как-то я был на Ученом совете Института и имел при себе множество книг по электронной микроскопии различных губчатых веществ, а также световые снимки кишечной поверхности. Когда в зале гасили свет, у меня было такое впечатление, что я смотрел фотографии тонкой кишки. Однако когда свет зажегся, я увидел, что смотрел не снимки кишки, а снимки алюмосиликатного катализатора. Я был просто поражен идентичностью их строения.

Таким образом, я обнаружил удивительное сходство пористого катализатора и поверхности тонкой кишки. Важно добавить, что сопоставление технического катализатора с кишкой заставляло меня прийти к весьма важному заключению, что светоптическая структура кишки не позволяет объяснить интенсивность мембранного пищеварения. Должна существовать ультрапористость тонкой кишки, по своим размерам сопоставимая с пористостью губчатой платины. Таким образом, в сущности было предсказано наличие ультрапористости кишечной поверхности. Это произошло уже не случайно, а из рассмотрения мембранного пищеварения как гетерогенного катализа на поверхности кишечной слизи. По всей вероятности, мембранное пищеварение и мембранная биология — это дитя гетерогенного катализа и физикохимии поверхностей.

Вопрос: Уточните, пожалуйста, когда это произошло?

Ответ: Это было в 1957 г.

Вопрос: В то время, насколько мне известно, Вы работали в Институте нормальной и патологической физиологии АМН СССР (директор — акад. В. Н. Черниговский). Не могли бы Вы поделиться воспоминаниями о том, обсуждали ли Вы свои гипотезы, опыты, замыслы с другими сотрудниками, младшими и старшими коллегами?

Ответ: Я работал совсем один. У меня была маленькая группа, но эта работа была настолько рискованной, что группа занималась разумными вещами, а эти эксперименты я делал один. Однако я все время обсуждал данные своих экспериментов с друзьями и коллегами и значимость этих бесед трудно переоценить. Тем не менее всерьез я

сообщил результаты своих исследований академиком В. Н. Черниговскому и А. Е. Браунштейну в 1958 г. В. Н. Черниговский сказал, что с его точки зрения это нечто такое, чем стоит заниматься очень серьезно. А. Е. Браунштейн реагировал своеобразно. Он выслушал меня, а затем остроумно заметил (имея в виду поверхностные явления), что крупное открытие не валяется на поверхности. Однако сказал, что если я хочу его убедить в своей правоте, то он даст мне немного японской амилазы, и если в экспериментах с ней получатся те же самые результаты, что и ранее, то он будет склонен поверить им.

Важно, что в 1960 г. акад. А. Е. Браунштейн ездил в США и там впервые познакомился с работами Крейна (R. K. Crane), близкими нашим. Крейн где-то говорил или писал (я сейчас не могу вспомнить), что акад. А. Е. Браунштейн первоначально познакомился с работами по мембранному пищеварению у него, а затем приехал в СССР и сообщил об этом нам. На самом деле это абсолютно невозможно в силу чисто временных обстоятельств. В первом январском номере журнала «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины» за 1960 г., еще до отъезда акад. А. Е. Браунштейна в США, вышло мое первое сообщение, которое запросил Крейн и которое мы ему впоследствии послали.

Однако Крейн в то время был противником концепции мембранного пищеварения и рассматривал лишь внутриклеточный гидролиз олигомеров. Со своим коллегой Миллером Крейн в 1961 и 1963 гг. подчеркивал, что ферменты, осуществляющие гидролиз ряда олигомеров, являются исключительно внутриклеточными. Позднее, в 1966 г., Крейн привел схему локализации кишечных ферментов относительно мембраны клетки. В этой схеме он четко указал, что кишечные ферменты находятся под апикальной поверхностью мембраны, т. е. их эффект реализуется внутриклеточно.

Вопрос: Как Вы первоначально оценивали свое открытие и как оно было воспринято другими? Возникали ли споры о нем?

Ответ: У меня долго не было уверенности в том, что пищеварение происходит на поверхности тонкой кишки. Даже послав первую публикацию, я одновременно подготовил опровержение. Известно, что для ученого важны сила убежденности и убеждения. У меня не было и нет ни того ни другого. Я непрерывно сомневаюсь. Очень многие работы мы опубликовали, подыскивая все новые и новые подтверждения или опровержения мембранного пищеварения.

Подавляющее большинство исследователей первоначально считало, что мембранного пищеварения не существует, поэтому и дискутировать не о чем.

Пожалуй интересно, что в 1963 г. я попытался опубликовать обзор по мембранному пищеварению в «Physiological Reviews», но он был отвергнут, так как эта концепция была признана фантастической. Тем не менее еще через два года обзор вышел именно в этом журнале.

Вопрос: В начале беседы Вы отметили, что неудовлетворенность классической концепцией испытывалась многими учеными и что в физиологии и биохимии пищеварения, по существу, возникла кризисная ситуация. Какие пути выхода из кризиса искали другие исследователи?

Ответ: Первоначально практически все исследователи приняли концепцию внутриклеточного пищеварения. Естественно, что были сделаны попытки найти выход в пределах классической схемы, согласно которой существуют два типа пищеварения: полостное и внутриклеточное, показанное еще И. И. Мечниковым.

Вопрос: Почему именно в это время стали усиленно заниматься проблемой проницаемости и всасывания и почему возродилась концепция И. И. Мечникова?

Ответ: Благодаря широкому развитию электронно-микроскопической техники был открыт неизвестный ранее вариант фагоцитоза — так называемый пиноцитоз, или клеточное питье. Этот процесс исследовать при помощи световой оптики невозможно. Обнаружение пиноцитоза открыло новые возможности для решения вопросов проницаемости клетки, ее иммунологических барьеров, проблем трофики и т. д. Пиноцитоз в это время в каком-то смысле стал модой. Как это ни удивительно, его обнаруживали там, где сейчас вновь продемонстрировать невозможно. Открытие пиноцитоза явилось одной из причин для допущения, что пищеварение в желудочно-кишечном тракте человека и высших организмов может быть описано как сочетание полостного и внутриклеточного пищеварения.

Вопрос: Чем Вы объясните, что большинство западных коллег в поисках выхода из противоречий классической модели полостного пищеварения первоначально избрали модель внутриклеточного пищеварения, а не мембранного?

Ответ: Прежде всего, по-видимому, дело в том, что преобладающее большинство зарубежных исследователей в первую очередь изучали процессы всасывания, происходящие в тонкой кишке. Они начинали свои эксперименты с использования самых мелких молекул, проникновение которых в циркуляторное русло организма не требует вообще никакого расщепления, и далее продвигались к изучению всасывания более крупных молекул. В то время не было ясным, могут ли через клеточную мембрану проникать ди- и тримеры. Многие ученые допускали, что такие не очень крупные молекулы могут всасываться как таковые и подвергаться расщеплению уже внутри клетки.

Наша исключительно большая удача заключалась в том, что мы в своей работе начали использовать не мелкие пищевые молекулы, а достаточно крупные — растворимый крахмал. Крахмал расщепляется амилазой, которая также не проникает внутрь клетки. У нас был один «враг» — пиноцитоз. Но так как мы получили примерно одинаковый эффект на живых и мертвых клетках (мертвые клетки не способны к пиноцитозу), то это однозначно говорило в пользу существования пристеночного, или мембранного пищеварения.

Вопрос: Неужели и на этом этапе, когда явно обнаружилось противостояние двух концепций, между их адептами не возникало дискуссий?

Ответ: Дискуссии шли в разных странах. Подавляющее большинство обсуждений мембранного пищеварения для нашей группы оказалось весьма плодотворным, за исключением тех, которые с самого начала имели эмоциональную направленность. Подчас эти дискуссии имели очень ожесточенный характер. В течение первых лет (примерно до середины 60-х годов) большинство ученых в области физиологии пищеварения и всасывания, в том числе самые крупные, не принимали концепцию мембранного пищеварения и приводили часто весьма серьезные возражения против нее. Мы уже упоминали высказывания Крейна. Кроме того, ряд других крупнейших исследователей также поддерживали концепцию внутриклеточного пищеварения. Так, известные английские ученые Смит (D. H. Smyth) и Ньюи (H. Newey) подчеркивали, что начальные стадии расщепления белков реализуются в полости тонкой кишки, а заключительные — исключительно благодаря внутриклеточному пищеварению. В конце 50-х — начале 60-х годов концепция внутриклеточного пищеварения олигомеров получила поддержку еще ряда крупных физиологов и биохимиков — Боргстрема (B. Borgstrom) и Далквиста (A. Dahlqvist) (Швеция), Исселбечера (K. J. Isslbacher) и Сениора (J. R. Senior) (США) и многих других.

Длительная дискуссия между сторонниками внутриклеточного и мембранного пищеварения (сторонников последнего вначале было очень мало) в конце концов привела к торжеству концепции мембранного пищеварения. Возможно, одним из важнейших парадоксов является то обстоятельство, что пройдет менее 10 лет и один из самых твердых сторонников внутриклеточного пищеварения — Роберт Крейн будет утверждать, что он никогда не придерживался этой концепции и неудачно использовал термин «внутриклеточное пищеварение» для обозначения мембранного, пострадав только из-за этого [1].

Вопрос: Вероятно, противники Вашей концепции, которых, как Вы помните, было большинство, приводили экспериментальные факты, а не оперировали известной «формулой»: «этого не может быть, потому что этого не может быть». Как Вы воспринимали их возражения? Имели ли они значения для дальнейшего развития Вашей концепции? Побудили ли Вас внести в нее коррективы?

Ответ: Все было очень непросто. Я огорчался главным образом по поводу всяких недоразумений. По-моему, в 1961 или в 1962 г. в хорошем биохимическом журнале появилась статья крупных шведских ученых Боргстрема и Далквиста с заключительным выводом: «...таким образом, мембранного пищеварения не существует (со ссылками на наши работы)». Чем же можно объяснить это?

Как показала специальная проверка, проведенная с участием доктора П. Де Лея (P. De Laey) из Бельгии, который был предварительно знаком с опытами Боргстрема и Далквиста, дело в условиях проведения экспериментов, в скорости перфузии жидкости через отрезок тонкой кишки. В определенной зоне, причем именно в той, в кото-

рой работали шведские ученые, мембранное пищеварение не проявляется. В другой, более физиологической зоне мембранное пищеварение отчетливо выражено. При этом существует линейная зависимость между скоростью перфузии тонкой кишки и эффективностью мембранного пищеварения. Отсутствие мембранных эффектов в опытах Боргстрёма и Далквиста можно объяснить с точки зрения общих законов гидродинамики и гетерогенного катализа. При небольших скоростях перфузии мембранное пищеварение может быть незначительным или отсутствовать совсем. При увеличении скорости перфузии поток из ламинарного становится турбулентным, что способствует контакту молекул пищевых веществ с ферментным слоем поверхности кишечных клеток и эффективности мембранного пищеварения.

Дальнейшая дискуссия с нашими оппонентами и некоторая взаимная неудовлетворенность и неидентичность требований в конечном итоге принесли большую пользу. Что касается формы дискуссий, то она определяется не столько ее предметом, сколько характерологическими особенностями участников и этическими требованиями к ним.

Говоря о роли дискуссий, мне хотелось бы еще раз подчеркнуть сказанное на симпозиуме, организованном в 1978 г. Институтом истории естествознания и техники АН СССР: они создают своеобразный «волейбольный» эффект, который заключается в поочередном построении участниками общей концепции, стимулируют взаимное влияние различных школ и национальных традиций и создают дружественное международное сотрудничество. Особенность наших реакций в этой дискуссии (которые можно было бы назвать стилистическими) в конечном итоге является частью той традиции, которая сформировалась в нашей биологии и физиологии под влиянием И. М. Сеченова, И. И. Мечникова, И. П. Павлова. Такое влияние было тем большим, что И. И. Мечников и И. П. Павлов являются основоположниками новой гастроэнтерологии и современных концепций.

Вопрос: Чем Вы объясняете преимущества своего подхода, приведшего к открытию третьего механизма пищеварения (наряду с полостным и внутриклеточным), тогда как остальные физиологи, ощущавшие неудовлетворенность классической схемой и искавшие выход из кризисной ситуации, хотя и интенсивно работали одновременно с Вами, к открытию не пришли?

Ответ: Как уже упоминалось, исследователи, которые пытались преодолеть противоречия, возникшие в области гастроэнтерологии в конце 50-х и начале 60-х годов, были выдающимися специалистами в области всасывания. Естественно поэтому, что транспортные процессы были им ближе, чем пищеварительные. Я, напротив, исходно занимался ферментами пищеварительного аппарата. Не удивительно поэтому, что наиболее детально я был знаком именно с вопросами собственно пищеварения и энзимологии, тогда как всасывание было для меня всегда процессом, следующим за пищеварением. Так как мембранное пищеварение является прежде всего пищеварением, хотя и тесно связано со всасыванием, нетрудно видеть, что исходные обстоятельства давали мне серьезные преимущества.

Таким образом, среди тех счастливых обстоятельств, которые сыграли решающую роль в обнаружении мембранного пищеварения, на первое место следует поставить мою предшествующую профессиональную подготовленность. Здесь же необходимо отметить, сколь многим я обязан другому счастливому обстоятельству: возможностью учиться у таких выдающихся ученых, как академики В. Н. Черниговский и А. Е. Браунштейн, профессора А. Г. Гинецинский, Н. Н. Самарин и А. Д. Слоним.

Кроме того, как я указывал, анализ гидролиза крахмала, а не какого-либо другого вещества, позволил исключить широко принятую в то время гипотезу о проникновении исследуемого субстрата через клеточную мембрану в цитоплазму и увидеть мембранное пищеварение там, где традиция заставляла склоняться к внутриклеточному.

Вопрос: Говоря об обстоятельствах, определяющих успех ученого, И. П. Павлов любил повторять: «Все дело в методе». Для истории науки, которая, как и всякая наука, устанавливая факты, не может ограничиться их описанием, но призвана открывать их причинные факторы, важно выяснить обстоятельства, которые побудили исследователя выбрать или разработать метод, приведший к успеху. Не повлияли ли наряду с уже указанными Вами несовпадениями в специальности исследователей (всасывание — пищеварение) другие причины на различия в методических подходах?

Ответ: Одно из различий в традициях заключается в том, что для многих зарубежных исследователей характерны жесткое анатомирование частей клетки и твердая логика построения выводов и концепций на этой основе. В качестве примера можно привести выделение щеточной каймы кишечной клетки и анализ распределения ферментов между ее определенной частью и остальными компартментами. Следует подчеркнуть, что стремление к более мягкой и щадящей системе анализа, которая пришла в нашу науку с И. М. Сеченовым и И. П. Павловым, играет чрезвычайно важную роль и до настоящего времени. Мы, в частности, получали изолированную щеточную кайму лишь в редких случаях, причем не потому, что не могли это делать, а потому, что у нас было слишком много возражений против заключений, которые могут быть сделаны при использовании этого методического подхода. Надо, однако, сказать, что в ряде случаев мы были не вполне правы. С другой стороны, целый ряд решающих фактов был получен как нами, так и нашими зарубежными коллегами с помощью других, более адекватных методов, которые ближе к традициям интегративного подхода.

Вопрос: Какое дальнейшее развитие получила концепция, исходной точкой которой явилось открытие того, что процессы пищеварения совершаются также на внешней поверхности клеточных мембран?

Ответ: Быстрое развитие этой области обеспечило участие представителей различных наук из многих стран.

Открытие мембранного пищеварения заставило пересмотреть основную схему эволюции механизмов, реализующих переработку и усвоение пищи, в частности классическую схему эволюции от внутриклеточного переваривания к внеклеточному.

Конечно, после обнаружения мембранного пищеварения изменилась основная схема ассимиляции пищевых веществ. Если прежде она сводилась к двузвенному циклу: полостное пищеварение — всасывание, то теперь основной схемой усвоения пищи не только человеком и высшими животными, но и большинством других организмов является трехзвенный цикл: полостное пищеварение — мембранное пищеварение — всасывание. Более того, внутриклеточное пищеварение сейчас можно рассматривать как комбинацию микрополостного и мембранного пищеварения.

Точно также это был поворот и во многих областях медицины. Вопросы нарушений питания и его коррекции со времени Гиппократа являются одними из самых важных, так как именно изменение диеты представляет собой самое безвредное средство врачебного вмешательства.

Как логическое развитие исследований транспортной функции мембраны и быстрого прогресса наших знаний о мембранном пищеварении возникло представление о пространственной, структурной и функциональной интеграции конечных стадий гидролиза и начальных этапов всасывания. Это представление об интеграции ферментативных и транспортных процессов привело к лучшему пониманию как физиологии пищеварительной системы, так и удивительного совершенства сложных метаболических цепей клетки, эффективность которых является великой загадкой живого.

Интервью вел М. Г. Ярошевский

Литература

1. Crane R. K. 15 years of struggle with the brush border.— In: Intestinal absorption and malabsorption, 1975, № 4.

ВАННОЧЧО БИРИНГУЧЧО

[К 500-летию со дня рождения]

ФЕДОРОВ А. С.

В XIV—XVI вв. в наиболее развитых странах Европы, прежде всего в Италии и Германии, стали складываться капиталистические отношения. Этот период, названный впоследствии эпохой Возрождения, характеризовался коренными социально-экономическими сдвигами в развитии общества. Начавшийся подъем в области производства, а также материальной и духовной культуры, стимулировал прогресс науки и техники. Широкое развитие получила промышленность, связанная прежде всего с добычей и переработкой природных сырьевых ресурсов — руд черных, цветных и благородных металлов, топлива, материалов для химической технологии. В этот период впервые появляется потребность в изучении и обобщении производственного опыта с целью передачи его последующим поколениям мастеров горно-металлургического дела. Крупные ученые и инженеры тщательно анализируют и описывают достижения мастеров и ремесленников, накопленные ими практические знания. Одним из первых специалистов эпохи Возрождения, внесших весомый вклад в развитие горнозаводского дела и химической технологии, был выдающийся итальянский металлург Ванноччо Бирингуччо (V. Biringuccio). Пятисотлетие со дня его рождения было недавно отмечено во всем мире.

В. Бирингуччо родился в 1480 г. в семье архитектора и строителя, проживавшего в небольшом городе Сиене, расположенном в Центральной части Италии, недалеко от Флоренции. Сиена была основана римлянами в первом веке до нашей эры. Уже в Средние века город считался крупным центром ремесленного производства (в основном сукноделия) и торговли. В XIII в. в Сиене был основан университет, сложилась известная сиенская школа живописи, мастера которой внесли большой вклад в искусство эпохи Возрождения. В XIV в. в Сиене, как и в других крупных городах Италии, зарождается мануфактурное производство, появляются раннекапиталистические отношения, способствовавшие росту городов и экономическому расцвету Италии.

Сиена, подобно Флоренции и ряду других итальянских городов того времени, пользовалась в административном отношении известной автономией. Городское правление возглавлялось влиятельной семьей Петруччи, с которым отец В. Бирингуччо, а затем и сам Ванноччо поддерживали тесные дружеские отношения. Уже в молодости В. Бирингуччо совершает длительные путешествия по промышленным городам северной и центральной Италии и Германии. Он знакомится с добычей и обработкой руд, с производством железа, меди и многих химических продуктов. Именно в эти годы Ванноччо начинает сбор и обработку материалов, которые много лет спустя были положены в основу книги «Пиротехния», обессмертившей его имя.

В. Бирингуччо было всего 30 лет, когда он получил ответственное поручение управлять рудниками и железоделательным заводом вблизи Сиены. Вскоре он также возглавил общество по переработке серебряных руд. Прошло немного времени и Ванноччо получает новые назначения. Он становится во главе таможни и активно участвует в руководстве сиенским арсеналом. Однако недолго продолжалось благополучие молодого инженера. В 1515 г. ремесленники и мелкие торговцы Сиены поднимают восстание против городских властей и аристократии, активно поддержанное населением города. Вместе с правящей династией Петруччи, Бирингуччо покидает Сиену. Восемь лет он находится в изгнании, работает в Риме, Неаполе и других итальянских городах.