

Цена 1 руб. 50 коп.

5899

ЛЕКЦИОННОЕ БЮРО
ПО ДЕЛАМ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ПРИ СНК СССР

ВИРУСЫ И ЖИЗНЬ

Стенограмма публичной лекции
профессора В. Л. Рыжкова,
прочитанной 8 декабря 1944 года
в Октябрьском зале Дома союзов
в Москве

МОСКВА



1945 г.

up

ЛЕКЦИОННОЕ БЮРО
ПРИ КОМИТЕТЕ ПО ДЕЛАМ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ПРИ СНК СССР

ВИРУСЫ И ЖИЗНЬ

Стенограмма публичной лекции
профессора В. Л. РЫЖКОВА,
прочитанной 8 декабря 1944 года
в Октябрьском зале Дома союзов
в Москве

0685-06



ПЛАН ЛЕКЦИИ

	Стр.
Учение об инфекциях и проблема зарождения	3
Работа Д. И. Ивановского и открытие фильтрующихся вирусов	6
Элементарные тельца и вирусные белки	8
Вирусные белки и строение протоплазмы	15
Элементарные тельца и простейшие формы жизни	19
Происхождение вирусов	22
Практическое значение открытия вирусных белков	26

A5642

Подписано к печати 10/V 1945 г.

Объем 1³/₄ п. л.

Заказ 596

Тираж 20 000

В конце XIX века выдающийся русский учёный Дмитрий Иосифович Ивановский изучал одно заболевание табака, и эти исследования привели его к открытиям, которые имеют значение не только для борьбы с болезнями растений, животных и человека, но находятся в самой тесной связи с вопросом о происхождении жизни, её природе и развитии жизни от простейших форм и до клеточных организмов.

Очень часто самые общие проблемы возникают в процессе решения практических задач, и, наоборот, решение общетеоретических проблем влечёт за собою неисчислимы практические последствия.

Так, гениальный Пастер в 60-х годах прошлого века от работ, посвящённых изучению виноделия, вынужден был перейти к экспериментам, направленным на решение одной из основных проблем биологии — вопроса о самопроизвольном зарождении.

Учение об инфекциях и проблема зарождения

Напомним вкратце историю открытий Пастера и те последствия, которые последовали из них для практики. Великий русский учёный К. А. Тимирязев в своей замечательной статье о Пастере писал по этому поводу: «Несмотря на отсутствие в современной науке узко-утилитарного направления, именно в своём независимом от указки практиков и моралистов, свободном развитии она явилась более чем когда-либо источником практических житейских применений».

Когда Пастер приступал к исследованию химических основ виноделия, в науке господствовало представление, что процесс спиртового брожения чисто химический. Микроскопические организмы — дрожжевые грибки, которые обнаруживались при спиртовом брожении, — считались побочным продуктом, результатом превращения химических веществ. Пастер доказал, что не брожение вызывает появление грибков, а грибки в процессе своей жизнедеятельности вызывают брожение. Пастер убедился в ложности представления о самозарождении грибков; он доказал, что если грибки не попадут извне, то брожения не происходит.

Открытия Пастера стали в резкое противоречие с господствовавшими в то время представлениями о самозарождении

микроскопических организмов. Всё живое в настоящее время происходит только от живого — такой вывод Пастер сделал в результате множества блестящих опытов. После работ Пастера ни у кого не существует сомнения в том, что живые существа возникли вследствие длительного исторического процесса. Никто не сомневается больше в том, что не гниение вызывает появление микробов, а микробы вызывают гниение. Но в эпоху Пастера этот тезис был переворотом в науке. Учение об историческом происхождении жизни имеет огромное теоретическое, общепhilosophическое значение, которое так хорошо обрисовано Энгельсом в «Диалектике природы».

Энгельс пишет по этому поводу: «Было бы нелепо желать объяснить возникновение хотя бы одной единственной клетки прямо из мёртвой материи, а не из бесструктурного живого белка, было бы нелепо желать принудить природу при помощи небольшого количества вонючей воды сделать в 24 часа то, на что ей понадобились тысячелетия»¹.

Таким образом, доказательство невозможности самозарождения имеет то значение, что оно утверждает историческое происхождение жизни, её возникновение как результат эволюции материи. Наряду с теоретическим значением доказательства невозможности самозарождения имело в то же время обширные практические последствия.

Следовательно, микроорганизмы, которые встречаются в гниющих ранах, не вызваны процессами гниения, а, напротив, сами вызывают эти процессы, сказал себе английский хирург Листер и сделал из открытий Пастера выводы для практической медицины. До Листера не имели понятия о том, как бороться с гнилостными процессами в ранах, хирургические госпитали распространяли зловоние, люди часто умирали от заражения крови даже после самых маленьких операций. Листер стал применять карболовую кислоту во время операций и при уходе за ранами для предохранения их от микробов. Дальнейшее развитие идей Листера создало современную асептику, которая состоит в том, что тщательной стерилизацией инструментов, возможной стерильностью условий операции и т. п. защищают раны от проникновения в них микробов, а следовательно, и от гнилостных процессов. Так решение вопроса о самозарождении спасло миллионы человеческих жизней.

До открытий Пастера, до того, как Листер впервые применил асептику в борьбе с микробами, вызывающими гниение ран, огромное количество раненых во время войны погибало именно от заражения ран. В суровые дни Отечественной войны, когда успехи нашей советской медицины и работа медицинского персонала возвращают здоровье тыся-

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс, Соч. Т. XIV, стр. 419.

чам, сотням тысяч раненых бойцов, мы не можем снова и снова не вспомнить с благодарностью основателей современной микробиологии и тех, кто впервые её теоретические достижения перенёс в хирургические больницы.

Существуют и более мелкие, но практически очень важные последствия, вытекающие из открытий Пастера, хотя предвосхищённые практикой за несколько лет до них. Многие ли задумывались над тем, как тесно связано приготовление консервов с вопросом о самозарождении организмов? Ведь консервы не портятся именно потому, что был прав Пастер, потому что самозарождение микробов не происходит, а гниение и брожение являются только проявлением жизнедеятельности микробов.

Гений Пастера проложил широкую трассу от хирургического госпиталя и от банки консервов к самым абстрактным и общим проблемам мироздания.

Не случайно мы вспомнили здесь историю работ Пастера. Его открытия родились в тесной связи с исследованиями в области причин инфекционных заболеваний и мер борьбы с ними.

Пастер обратил внимание на то, что процесс брожения и гниения сходны с процессами, наблюдаемыми при заразных заболеваниях. Он взялся за разрешение проблемы заразы, инфекции. Эта проблема с глубокой древности волновала человечество. Уже в Ассиро-Вавилонских клинописях, дошедших до нас из глубины многотысячелетней давности, мы находим попытки объяснить инфекционные болезни. Ассиро-вавилоняне думали, что эти болезни вызываются злыми духами: одни из них, нападая на человека, вызывают ангину, другие — расстройство кишечника, третьи — кашель. Позднее считали, что некоторые болезни, как малярия, вызываются какими-то загадочными веществами, распространяемыми болотными испарениями, и т. п.

Пастер своими работами рассеял эти представления о миазмах, проникающих всюду и несущих смерть. На примере сибирской язвы он показал, что заразные болезни вызываются микробами. Пастером было положено начало замечательной эпохи охоты за микробами. Дальнейшие исследования обнаруживали один за другим микробов, вызывающих заразные болезни. И малярия, как мы знаем, нашла свою разгадку. Не влажный ветер и не болотные испарения, а комар из рода анофелес несёт в себе одноклеточного паразита, возбудителя малярии.

После открытий Пастера, исследований Коха и многих других учёных некоторое время казалось, что вопрос о происхождении инфекционных болезней получил исчерпывающее и окончательное решение; однако чем больше наука узнавала

бактерий, простейших одноклеточных животных и микроскопических грибов, являющихся возбудителями болезней, тем ясней становилось, что загадка инфекции разрешена только частично.

И перед человечеством снова во весь рост встал вопрос: кто уносит миллионы человеческих жизней, погибающих от сыпного тифа, оспы, гриппа, энцефалита, бешенства и многих других болезней, микроба которых не удавалось обнаружить? По мере того как эти болезни детально изучались, у наиболее проницательных исследователей возникало подозрение, что они вызываются каким-то заразным агентом, существенно отличным от микробов и ускользающим от обычных микробиологических методов исследования, которым так послушно подчиняются возбудители холеры, брюшного тифа, дифтерита, гонорреи и других болезней.

Работы Д. И. Ивановского и открытие фильтрующихся вирусов

Совершенно новое направление получили исследования этих оставшихся непонятными заразных заболеваний после замечательных открытий русского учёного, известного ботаника, физиолога растений—Дмитрия Иосифовича Ивановского. Таким образом, наша страна стала родиной учения о фильтрующихся вирусах, которое сыграло такую огромную роль в развитии науки о жизни.

Не так давно во всём мире была отмечена дата 50-летия со дня этих открытий, о которых Ивановский сообщил Российской Академии наук в феврале 1892 года.

Ивановский изучил по поручению Департамента земледелия одно заболевание табачных растений, ставшее незадолго перед тем известным у нас, а также и за границей и получившее название мозаичной болезни.

При этой болезни листья табака становятся пёстрыми, так как отдельные участки приобретают зеленовато-жёлтую окраску, и весь лист покрывается мозаикой из светлых пятен.

Мозаичная болезнь причиняет много хлопот табаководам; она не только уменьшает урожай, но и резко снижает качество табака. Болезнь эта очень заразна. Руки рабочего, прикоснувшегося к листу больного табака, переносят её с растения на растение и распространяют инфекцию по всей табачной плантации.

Д. И. Ивановский решил профильтровать сок мозаичного табака через свечу Шамберлена (так называется фарфоровый цилиндрический фильтр, приготовленный Шамберленом, учеником Пастера). Поры этого фильтра настолько мелки, что они задерживают даже самых маленьких микробов. Таким образом, при помощи фильтра можно освободить жидкость

от микробов, чем очень широко пользуются бактериологи. Производя свои опыты, Ивановский обнаружил, что заразное начало, вызывающее мозаичную болезнь табака, проходит через поры бактериального фильтра.

Это было первое, ставшее известным в науке, заразное начало, проходящее через бактериальные фильтры. Несколькими годами позднее другими учёными была установлена фильтруемость заразного начала ящура—этой страшной для рогатого скота болезни, поражающей также и человека. Ивановский открыл общее свойство неизвестных возбудителей тех заразных болезней, которые не поддались, как мы видели, микробиологическому анализу. Ивановский является признанным во всём мире основателем учения о фильтрующихся вирусах.

Как велико значение болезней, вызываемых фильтрующимися вирусами, можно видеть из краткого перечня важнейших из них. Фильтрующимися вирусами вызываются: корь, бешенство, полиомиелит, оспа, энцефалит, грипп, ветряная оспа, очень многие болезни домашних животных, как например инфекционная анемия и энцефаломиелит лошадей, чума собак; вирусы также являются возбудителями саркомы кур, оспы карпов, желтухи шелкоVICИЧНЫХ червей; они вызывают многочисленные болезни растений, к числу которых относятся закукливание овса, желтуха персиков, скручивание листьев хлопчатника.

Чтобы оценить роль вирусных болезней, достаточно вспомнить, что грипп занимает одно из самых первых мест среди причин смерти в целом ряде стран. Вирусные болезни растений в некоторых местностях вызывают такие опустошения, что приходится отказываться от культуры чувствительного к вирусу растения. Так стоял одно время вопрос о культуре хлопчатника в Судане, о культуре сахарного тростника в некоторых тропических странах и т. д.

Что же представляет собой фильтрующийся вирус? Это попрежнему оставалось неизвестным. В целом ряде отношений вирусные болезни, как бы ни были разнообразны их проявления—от коревой сыпи, от страшных поражений кожи при оспе и тяжёлых параличей при полиомиелите до изящных мозаик на листе табака,—имеют значительное сходство. В клетках большинства животных и растений, поражённых вирусными заболеваниями, были обнаружены особого рода тельца. Но природа этих телец долго оставалась неизвестной.

Многие учёные высказывали предположение, что фильтрующиеся вирусы отличаются от микробов только размером, что это те же микробы, но только очень маленькие и потому проходящие сквозь щели бактериального фильтра. Иная

точка зрения была высказана голландцем Бейеринком. Бейеринк повторил опыты Ивановского, продолжил их и при этом обнаружил, что заразное начало, вызывающее мозаичную болезнь табака, может быть при помощи спирта осаждено из сока больного растения. Бейеринк произвёл также целый ряд других опытов, которые привели его к выводам, на первый взгляд кажущимся очень странными. Бейеринк выступил с утверждением, что в этих случаях инфекция вызывается не микробами, а «жидким живым заразным началом». В науку было введено удивительное и противоречивое понятие, понятие о каком-то «жидком живом начале». Так или иначе, возник спор: организм или вещество, живое или неживое? Это был спор о самой природе фильтрующегося вируса.

Элементарные тельца и вирусные белки

Не знаменателен ли такой спор? Если можно о чём-то спорить: живое это или неживое, существо это или вещество,—то не находимся ли мы у самых истоков жизни, не имеем ли мы дело с чем-то стоящим на грани между живым и неживым? Действительно, со времён открытий Ивановского и Бейеринка многие стали думать, что фильтрующиеся вирусы скрывают «тайну жизни в уловимой форме». Надо было только увидеть, уловить ускользающий через фильтры вирус и сконцентрировать его. Сторонники учения о том, что вирусные болезни вызываются мельчайшими организмами, искали способов найти эти организмы в поражённых клетках; работы, проведённые в этом направлении, увенчались успехом. Уже в начале XX века при оспе, а затем при некоторых других вирусных болезнях были обнаружены мельчайшие тельца, которым чех Провачек дал название «элементарные тельца». Эти тельца настолько мелки, что даже под микроскопом становятся видимыми лишь с большим трудом. Выдающийся русский исследователь оспы М. А. Морозов разработал метод окраски этих телец, с помощью которого их можно было легче обнаружить.

Элементарные тельца действительно похожи на мельчайших микробов. Под микроскопом они кажутся шарообразными. Многие учёные наблюдали попарно соединённые тельца и объясняли эти соединения как деление элементарных телец. Детальное изучение внутриклеточных включений, о которых было упомянуто раньше, показало, что многие из них представляют собой скопления, или, как мы говорим, колонии элементарных телец. Элементарные тельца и есть возбудители вирусных болезней, утверждали исследователи. Однако и здесь возник спор: надо было ещё доказать, что элементарные тельца могут рассматриваться как частицы самого вируса и что, следовательно, загадочный возбудитель оспы и

других болезней, при которых найдены элементарные тельца, наконец, пойман.

Было проведено множество различных опытов, но только в 1929 году удалось доказать, что если выделить из тканей одно элементарное тельце птичьей оспы и привить его в гребень петуха, то петух заболевает птичьей оспой. Подсобная же связь инфекций с элементарными тельцами была доказана в 1935 году для экстремелии, вирусной болезни мышей. Эти работы удалось осуществить при помощи микроманипулятора — прибора, дающего возможность производить тончайшие операции под микроскопом. Элементарные тельца также возможно выделить в значительном количестве, пользуясь центрифугами, производящими свыше 10 тысяч оборотов в минуту. Таким способом элементарные тельца концентрируют в количествах, достаточных для химического анализа. В настоящее время не может быть никакого сомнения в том, что именно элементарные тельца являются частицами вируса. Если элементарное тельце разрушается, оно утрачивает инфекционность. Но открытие элементарных телец, доказательство их инфекционности и выделение их в чистом виде не решили окончательно проблемы. Элементарные тельца относительно крупны: многие из них имеют в поперечнике около 200 миллимикрон¹, тогда как размер частицы других вирусов гораздо меньший. Поперечник вируса гриппа не больше 95 миллимикрон, а вирус ящура имеет частицы с диаметром в 10 миллимикрон. Частицы столь мелких вирусов нельзя видеть при помощи обычных микроскопов. Но составить представление о размерах вирусов, даже самых маленьких, мы смогли раньше, чем увидели их, потому что физика располагает многими методами, позволяющими определить размер частицы, не видя её. Мы определяем размер частиц по их способности или неспособности проходить через фильтры, размер пор которых известен, по скорости осаждения частиц при центрифугировании, по скорости их диффузии, т. е. по скорости их распространения в жидкости, и т. д. Однако в самые последние годы в технике научного исследования произошёл переворот, благодаря которому стало возможным видеть и частицы столь мелкие, как те, о которых здесь идёт речь. Мы имеем в виду электронный микроскоп. Невооружённый глаз может различать две точки, которые лежат на расстоянии не менее 0,1 миллиметра, лупа позволяет различать точки на расстоянии друг от друга в 0,01 миллиметра, световой микроскоп различает две точки на расстоянии 0,0002 миллиметра. Микроскопия в ультрафиолетовых лучах расширяет наши возможности в два раза, а электрон-

¹ Миллимикрон — это тысячная доля микрона, а микрон — тысячная доля миллиметра.

ный микроскоп позволяет различать две точки, отделённые друг от друга пространством в 0,00001 миллиметра. Электроны проходят через электромагнитное поле, заменяющее здесь увеличительные стёкла микроскопа, и дают изображение на флуотресцирующем экране, которое также можно сфотографировать. При помощи электронного микроскопа сфотографированы частицы вируса табачной мозаики, оказавшиеся палочками, которые имеют в длину 300 миллимикрон, а в ширину—только 15 миллимикрон; засняты также частицы многих вирусов шарообразной формы, в том числе вирусы гриппа, энцефаломиелита лошадей и, наконец, мельчайшего из известных вирусов, вируса, который вызывает желтуху шелковичных червей. Теперь можно сказать, что все вирусы стали видимы, но вирус, видимый на флуоресцирующем экране электронного микроскопа, как светящаяся на чёрном фоне частица, ещё не достаточно доступен, не достаточно осязаем для того, чтобы составить себе ясное представление о его природе. Не электронный микроскоп, а другие методы, и ещё раньше чем электронный микроскоп был применен к изучению вирусов, доставили микробиологам решающие победы в области изучения природы тех фильтрующихся вирусов, частица которых мельче элементарного тельца.

На этот раз снова дело шло о вирусе мозаичной болезни табака, классическом вирусе, как его часто называют вследствие того огромного значения, которое он имел при изучении природы вируса.

Вспомним, что Бейеринк считал вирус не организмом, а веществом. Целый ряд последующих исследователей руководствовались именно этим положением. Если вирус—вещество, то его можно выделить, изолировать в чистом виде. Следствием этого вывода явилась большая серия работ, с помощью которых исследователи пытаются получить различные вирусы в виде очищенных препаратов. Не будем останавливаться на истории этих работ, которые завершились открытиями, сделанными в конце 1935 года сотрудником Рокфеллеровского института медицинских исследований доктором Стенли.

Стенли осадил при помощи сернокислового аммония белковые вещества, содержащиеся в соке табака, больного мозаичной болезнью. Он очистил эти белковые вещества от примеси окрашивающих их в бурый цвет пигментов табачного листа и растворил белок в небольшом количестве слабо щелочной жидкости. Таким образом, Стенли получил мутный раствор. К этому раствору было добавлено немного уксусной кислоты и сернокислового аммония, и из раствора выпал рыхлый, имеющий шелковистый блеск белый осадок. Под микроскопом легко было обнаружить, что этот осадок состоит из веретёновидных частиц. Вещество, выделенное Стенли,

оказалось белком. Этот белок обладал всеми свойствами вируса табачной мозаики, он был примерно в 500 раз более инфекционным, чем сок больного табака. Белок, обнаруженный Стенли, и был самым вирусом мозаичной болезни табака. Следовательно, Бейеринк был отчасти прав: мозаичная болезнь табака вызывается не микробом, а веществом. Это белковое вещество способное образовывать веретёновидные, похожие на кристаллы частицы.

Открытие Стенли имеет совершенно исключительное теоретическое значение, так как благодаря ему науке стала известна совершенно новая категория веществ. Вирусный белок, вызывающий мозаичную болезнь табака, обладает свойствами, которые до сих пор не были известны у веществ и которые приписывались только организмам.

Вирусный белок способен к саморепродукции. Если иглу смочить слабым раствором вирусного белка и поцарапать такой иглой табачное растение, это растение заболевает и начинает накапливать вирусный белок. Через несколько недель из табака, в который были введены тысячные доли миллиграмма вируса, можно получить до двух граммов вирусного белка на литр сока. Таким образом, вирусный белок, попав в восприимчивое к нему растение, самовоспроизводится.

Одной из характерных особенностей живого является способность к изменчивости. Именно изменчивость служит материалом для естественного отбора, который, согласно гениальному открытию Дарвина, является движущей силой эволюции. Изменения, способные передаваться потомству, т. е. наследственные изменения, называются мутациями. Установлено, что вирусные белки, подобно организмам, способны к мутациям. Внезапно возникают новые сорта или, как говорят, штаммы вируса табачной мозаики, которые отличаются от исходного тем, что вызывают у табака несколько иные болезненные симптомы, например жёлтые пятна вместо зелёных, отмирание тканей, которого не вызывает исходный вирус, и т. п. Таким образом, в руках Стенли оказалось вещество, способное подобно организмам к мутациям.

К этой характеристике вирусного белка необходимо добавить, что вирусный белок является настоящим паразитом. В отличие от большей части других белковых веществ вирус мозаичной болезни табака может годами сохраняться в гниющей жидкости; это облегчает его сохранение вне табака, обеспечивает его сохранность в течение зимы, когда нет живых табачных растений. Наши исследования показали, что вирус мозаичной болезни табака продолжает накапливаться в растении и при голодании растения. Кроме того вирусный белок, как настоящий паразит, отнимает у клетки вещество, крайне необходимое для построения её собственных белков.

Выдающийся французский физиолог Шарль Рише как-то сказал: «И необычайное имеет право на признание». Эти слова вполне применимы ко всей области учения о вирусных белках. То, что ещё вчера казалось многим невозможным, внутренне противоречивым и нелепым, стало сегодня лишь простым описанием вполне достоверных фактов. Существует целая категория белковых веществ, многие из которых могут кристаллизоваться, способны к паразитизму, саморепродукции и мутации.

Чем больше научное открытие идёт вразрез с господствующими представлениями, чем больший переворот оно вызывает в науке, тем в большей мере оно нуждается в строжайшей проверке раньше, чем получит право на признание. Работы Стенли были подвергнуты именно такой проверке. У нас, в Советском Союзе, вскоре после опубликования работ Стенли был получен белок вируса табачной мозаики новым, более простым методом, чем метод Стенли; скоро этот белок был получен в целом ряде лабораторий различных стран. В существовании вирусного белка не может быть никакого сомнения. Очень чувствительные реакции показали, что этот белок не имеет ничего общего с белками, характерными для здоровой клетки табака. Он является чуждым для этой клетки белком, попадающим в неё извне и в ней паразитирующим. Вместе с этим белком из сока больного табака полностью удаляется инфекционное начало. Наконец, если мозаичный болезнью заразить при помощи этого белка не табак, а помидор или шпинат, то и в этих растениях накапливается тот же вирусный белок, с которым неразрывно связана мозаичная болезнь табака.

Скептики первоначально возражали, что, может быть, белок, полученный Стенли, является только необходимым спутником каких-то мельчайших организмов, которые осаждаются вместе с этим белком; однако такое возражение полностью опровергается фактами.

Самой существенной частью каждого организма, в том числе любого микроба, является протоплазма, имеющая свою определённую биологическую структуру и свой характерный химический состав. В состав протоплазмы, кроме белков входят также другие вещества, в том числе всегда различные жироподобные вещества, объединяемые под общим названием липоидов. Без белка нет протоплазмы, но её также нет и без липоидов. Многие вирусные белки, как и белок табачной мозаики, в своём составе вовсе не содержат липоидов. Уже одно это даёт нам право утверждать, что в препараты вируса табачной мозаики не примешались какие-нибудь ультрамикробы.

Непосредственное наблюдение под электронным микроскопом ещё более подтверждает этот вывод. Возьмём на ма-

ленькую сеточку диаметром в какой-нибудь миллиметр немного коллодия, который, высыхая, оставит на ней тоненькую плёнку; эта плёнка заменит предметное стеклышко для электронного микроскопа. Теперь капнем на плёнку немного раствора вирусного белка табачной мозаики. Сеточку поместим в электронном микроскопе, в особую камеру, из которой выкачивается воздух, для того чтобы он не рассеивал проходящие электроны, и будем вести наблюдение нашего препарата, помещённого в безвоздушное пространство. Мы увидим на светящемся экране длинные тонкие палочки, которые, как было сказано выше, имеют поперечник в 15 миллимикрон, а длину—около 300 миллимикрон. Мы не обнаружим ничего больше, никаких микробов, никаких организмов. Следовательно, сами молекулы белка, выделенного из мозаичного табака, являются носителями всех свойств вируса табачной мозаики.

В настоящее время, кроме вируса табачной мозаики, получен целый ряд других вирусных белков. Часть этих белков вызывает заболевание растений, другие — болезни животных. Уже получен вирусный белок папилломы кролика, заболевания, с которым связаны опухоли на коже у животного. Получен также в виде очищенных препаратов вирус энцефаломиеэлиты лошадей, который выражается в тяжёлом поражении нервной системы у животных. Этот вирус, переносимый при помощи москитов, иногда может заражать и человека.

Физические и химические свойства вирусных белков в данное время изучены довольно подробно. Мы остановимся только на некоторых из них, являющихся самыми важными.

Молекула вируса табачной мозаики относительно очень велика. Вирус табачной мозаики, как и другие вирусные белки, принадлежит к тяжёлым белкам. Это даёт возможность выделить вирусный белок из смеси с другими, более лёгкими белками при помощи центрифугирования. Для такого выделения применяют приводимые в движение сжатым воздухом центрифуги, которые дают до 60 тысяч оборотов в минуту. Вирусный белок вследствие размера своих молекул быстро осаждаётся на дно пробирки.

Большая часть белковых веществ имеет молекулярный вес около 30 тысяч, тогда как молекулярный вес вируса табачной мозаики равняется 43 миллионам. Казалось бы, здесь настолько большое количественное различие, что оно приобретает принципиальное качественное значение. Сравнимы ли в какой бы то ни было мере молекулы столь разных размеров? Однако далеко не все вирусные белки имеют такую огромную молекулу, как вирус табачной мозаики. Вирус ящура имеет молекулярный вес в миллион, а вирус желтухи шелковичных червей обладает частицами с весом в 2—3 раза

меньшим, чем молекулярный вес вируса ящура. Таким образом, хотя вирусные белки и принадлежат к тяжёлым белкам, некоторые невирусные белки имеют больший молекулярный вес, чем вирусы. Так, белковое вещество, окрашивающее кровь некоторых беспозвоночных животных, имеет молекулярный вес в 6 миллионов.

Огромному молекулярному весу вирусных белков соответствует их сложный химический состав. Все они содержат в своём составе нуклеиновую кислоту и принадлежат поэтому к нуклеопротеидам. Нуклеиновая кислота, в свою очередь, является очень сложным химическим веществом. Впервые эта кислота была обнаружена в ядре клеток, другой вид нуклеиновой кислоты был выделен затем из цитоплазмы дрожжевых клеток. Ядерная нуклеиновая кислота получила название тимо-нуклеиновой, а цитоплазматическая — дрожжевой. Большинство вирусных белков в своём составе содержит дрожжевую нуклеиновую кислоту. Совсем недавно опытами, проведёнными в лаборатории общей биологии Московского медицинского института НКЗ РСФСР, было доказано, что вирусный белок желтухи шелковичных червей содержит в своём составе тимо-нуклеиновую кислоту. Нуклеиновые кислоты, согласно новейшим научным данным, принадлежат к числу соединений, которые играют очень большую роль в превращениях энергии и вещества в клетке. Нуклеиновые кислоты всегда накапливаются в клетке, когда она находится в стадии созидания белковых веществ. Присутствие нуклеиновых кислот в молекуле вируса можно считать знаменательным. Они отчасти объясняют ту огромную активность, которую развивают вирусные молекулы, попав в протоплазму организма, способного поражаться вирусом.

Ещё одна особенность вирусных белков имеет значительный интерес: многие из вирусных белков способны кристаллизоваться. Некоторые из них, не образуя настоящих кристаллов, дают так называемые жидкие кристаллы, или паракристаллы. Известно, что в настоящем кристалле части расположены с определённой правильностью в трёх измерениях. В жидком кристалле такая правильность существует только в двух измерениях. Жидкие кристаллы обладают некоторыми оптическими свойствами настоящих кристаллов.

Вирусы могут откладываться в клетке в виде кристаллов. Ещё Ивановский наблюдал в клетках табака, поражённого мозаичной болезнью, шестиугольные кристаллы, не подозревая того, что он видит самого возбудителя болезни, ускользнувшего от него через фильтр. Только через сорок с лишним лет после описания этих кристаллов Ивановским в лаборатории вирусных болезней растений Института микробиологии Академии наук Союза ССР было строго доказано, что они являются концентратом самого вируса. Будучи выделен-

ными при помощи микроманипулятора, они вызывают заражение табачного растения.

В 1895 году вирусные кристаллы впервые сделались объектом исследования кристаллографов. Панабианка, не зная, как и Ивановский, что он имеет дело с возбудителем болезни, изучал с кристаллографической точки зрения многогранные кристаллические тельца, которые образуются в клеточных ядрах больного желтухой шелкопряточного червя. В последнее время вирусные кристаллы были исследованы кристаллографами во всеоружии современных методов. Оказалось, что сама молекула вируса табачной мозаики представляет собой мельчайший кристалл. Кристаллографические исследования лишней раз подчёркивают, что частица вирусного белка есть молекула, а не протопласт. Согласно этим исследованиям, в вирусной молекуле нет или почти нет воды.

Вирусные белки и строение протоплазмы

Вещества, которые мы получаем в кристаллическом виде, можно считать химически индивидуальными и очищенными в большей мере, чем некристаллические осадки. То обстоятельство, что вещество, стоящее на грани между живым и неживым, — вирусный белок — способно кристаллизоваться, снова сопоставляет, правда в новом свете и по-новому, кристаллы и жизнь.

В конце XIX и в начале XX века учёные увлекались проведением различных аналогий между кристаллами и организмом.

Кристалл способен к росту. Если отломить кусочек кристалла, то в растворе соответствующего вещества он восстанавливает утраченную часть. Особенное внимание учёных привлекли жидкие кристаллы, которые подробно были описаны в начале XX века физиком Леманом. Целый ряд органических веществ при некоторых температурах образует жидкие капли, которые обладают отдельными свойствами кристаллов, вследствие известной правильности в расположении молекул такой капли. Жидкие кристаллы очень интересно наблюдать под микроскопом, потому что они нередко обнаруживают движение, иногда они делятся, отпочковывая от себя более мелкие жидкие кристаллы; иногда жидкие кристаллы сливаются, что напоминает процесс слияния половых клеток у некоторых организмов. Самому исследователю, опиравшему жидкие кристаллы, они казались стоящими на грани между живым и неживым. Но было бы ошибочным считать, что кристаллы как таковые являются чем-то переходным между живым и неживым. В действительности кристаллы могут воспроизводить лишь внешнее подобие жизни. Кристалл растёт только в насыщенном растворе вещества, из

которого он состоит, тогда как организм растёт, строя вещества своего тела из материалов, имеющих иной состав. Кристалл растёт путём отложения частичек на поверхности, тогда как организм растёт за счёт возникновения новых молекул, внедряющихся изнутри в строй характерных для данного организма частиц. Живой организм характеризуется обменом веществ с его взаимно противоположными процессами: созидания — ассимиляции — и разрушения — диссимиляции. В кристаллах обмен веществ отсутствует.

Представления об аналогии кристаллов с организмами, однако, заключали в себе зерно глубочайшей истины. В самой протоплазме, в самой организации клетки заключаются кристаллические и особенно паракристаллические структуры. Оболочка растительных клеток обладает оптическими свойствами кристаллов. Многие нити, волоконца, принимающие важное участие в построении клетки, представляют собой жидкие кристаллы. Таким образом, протоплазме чрезвычайно свойственен тот упорядоченный строй молекул, благодаря которому многие органоиды протоплазмы обнаруживают свечение под поляризационным микроскопом и обладают другими оптическими свойствами кристаллов.

Нами были получены жидкие кристаллы вируса табачной мозаики, и хотя эти кристаллы, подобно Лемановским, двигаются, делятся и сливаются, но всё же это не клетки, не протопласты, и всё же это не жизнь, а в лучшем случае как бы осколки жизни, тот молекулярный строй нуклеопротеида, который встречается и в протоплазме.

Кристаллические структуры вирусных белков наглядно показывают, что это — вещество. Но вирусные белки вследствие своих кристаллических структур становятся ещё больше юродни протоплазме, чем если бы они были аморфными.

Мы видели, что вирусные белки представляют собой совершенно новую категорию веществ, до тех пор не известную науке. Значение их особенно велико, потому что, обладая необычайными для вещества свойствами, они, как есть все основания сейчас предполагать, принадлежат в то же время к классу веществ, совершенно обычных и широко распространённых.

В последнее время тяжёлые белки, подобные вирусным, были выделены из тканей совершенно здоровых растений и животных. Это уже не вирусные белки, это огромные молекулы нуклеопротеида, которые являются строительным материалом нормальной протоплазмы. Есть все данные полагать, что характерные свойства каждого организма зависят от огромных молекул нуклеопротеидов, которые способны к саморепродукции. Известны не только молекулы вируса табачной мозаики или молекулы белка лошадиного энцефаломиелита, существуют огромные белковые молекулы, от которых также

зависят характерные свойства протоплазмы помидора, сои или подсолнуха или какого-нибудь животного, например мыши или кошки. Саморепродукция этих молекул обеспечивает сохранение свойств данного вида в потомстве.

Вирусные белки относительно устойчивы. Это облегчило их выделение и способствует их изучению. Устойчивость вирусных белков тесно связана с их паразитизмом. Соответствующие вирусы, белки, из которых построена существенная часть нормальной протоплазмы, мало устойчивы, они трудно выделяемы. Это очень затрудняет их изучение, а когда их удаётся получить, то они ускользают, оставляя в руках исследователя лишь обломки более сложных молекул, из которых они построены. Но прогресс научной техники уже дал возможность изолировать из клетки отдельные её элементы. В последнее время из клеток были получены в большом количестве, достаточном для химического анализа, не только ядра, но и отдельные элементы этих ядер — тоненькие нити, известные под названием хромозом. Несомненно, что наступит день, когда учёные будут иметь в пробирках или ампулах в кристаллическом или аморфном виде тяжёлые белки, характеризующие протоплазму кошки, собаки, обезьяны, человека.

Пока этот момент ещё не наступил, в наших руках имеются лишь вирусные белки, которые не только представляют интерес, как возбудители тяжёлых болезней, но являются также удобными объектами для изучения загадочных свойств белковой молекулы, способной к саморепродукции и изменчивости, той самой белковой молекулы, которая составляет основу жизни.

Если во второй половине XIX века Пастер и другие учёные доказали, что многие заразные болезни вызываются микробами, и было найдено частичное решение проблемы происхождения заразных болезней, то теперь мы подошли вплотную к окончательному решению этого вопроса. Фильтрующиеся вирусы, которые вызывают многие болезни человека, животных и растений, перестали быть неизвестным инфекционным началом. На вопрос о том, что представляет собой фильтрующийся вирус, мы можем ответить достаточно определённо: это элементарные тельца и вирусные белки. Мы имеем возможность не только наблюдать скопление вирусного белка в виде кристаллов в клетке, рассматриваемой под микроскопом; электронный микроскоп позволяет нам видеть самые частицы вируса. Наконец, некоторые из вирусов мы можем получить в количестве десятков граммов в виде очищенных препаратов. Если в вопросе о природе вируса ещё имеется много неясного, то в настоящее время вирусы стали настолько доступными опыту, что все эти неясности, бесспорно, разрешатся в ближайшие годы.

В конце XIX века относительно вирусов был поставлен вопрос: живые они или неживые, организмы или вещества?

Вопрос, поставленный в форме: организм или вещество, — более доступен для ответа, чем вопрос: живое или неживое? Может быть, это зависит от того, что первая постановка вопроса заключает в себе большую определённость.

Можно сказать с полной уверенностью, что многие вирусы не являются организмами, а представляют собой белковое вещество, так как в понятии организма заключается известная биологическая, а не только химическая организация, получившая название протоплазмы. Однако — живые вирусы или нет?

«Но в чём же заключаются эти жизненные явления, одинаково встречающиеся у всех живых существ?» — спрашивает Энгельс. «Прежде всего в том, что белковое тело извлекает из окружающей его среды другие подходящие вещества, ассимилирует их, между тем как другие, более старые части тела разлагаются и выделяются. И иные, не живые тела тоже изменяются, разлагаются или комбинируются в ходе естественного процесса; но при этом они перестают быть тем, чем они раньше были... Напротив того, жизнь, обмен веществ, происходящий путём питания и выделения, есть протекающий сам по себе процесс, присущий, прирождённый своему носителю, белку, без которого не может быть жизни»¹.

Каковы же критерии жизни? Жизнь характеризуется обменом веществ. Протоплазма непрерывно разрушается, причём освобождается энергия и выделяется углекислый газ, и протоплазма непрерывно создается, что сопровождается поглощением энергии. Самые тщательные попытки обнаружить обмен веществ даже у таких наиболее организованных вирусов, как элементарные тельца, не дали никакого результата. Если бы обмен веществ у вирусов был обнаружен, это служило бы доказательством в пользу того, что вирусы живые, однако отсутствие обмена веществ не служит доказательством обратного. И организмы могут в известных условиях не обнаруживать обмена веществ, тогда как в других условиях они его проявляют. Хорошо высушенные семена растений, находящиеся в состоянии так называемой скрытой жизни, или анабиоза, не проявляют жизнедеятельности путём обмена веществ, но стоих их размочить, как они начинают жить интенсивной жизнью, сопровождающейся бурным обменом веществ. Не исключена возможность того, что вирусные белки, не способные к обмену веществ вне клетки, приобретают эту способность, когда они попадают в протоплазму

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. Т. XIV, стр. 81—82.

чувствительного организма. К сожалению, ещё не имеется способа, при помощи которого мы могли бы отличить собственный обмен веществ поражённой вирусом клетки от возможной жизнедеятельности самого вируса.

По крайней мере, два свойства, характерных для жизни, обнаруживает вирус: способность к самовоспроизведению и способность к изменчивости. Однако значение этих свойств для того, чтобы приписать вирусам живую природу, обесценивается тем обстоятельством, что и саморепродукцию и изменчивость вирусы обнаруживают только тогда, когда попадают в протоплазму. Можно сказать, что вирусные белки проявляют жизнедеятельность только в протоплазме организма, который чувствителен к этим белкам. Следовательно, сами по себе, не имея биологической организации, вирусы не обнаруживают жизнедеятельности, они приобретают её только внутри организма. Когда из нормальных, здоровых клеток будут выделены подобные вирусам тяжёлые белки, то и они, вероятно, займут такое же положение. Эти нормальные белки, характерные для данного вида, являющиеся самой основой нормальной протоплазмы, кладущие печать своей химической индивидуальности на всю жизнедеятельность протоплазмы, выделенные из неё, будут казаться безжизненными и бездеятельными.

Итак, мы считаем, что вирусные белки—вещества, но вещества особого порядка, отличные от известных науке веществ, которые с трудом укладываются в существующее до сих пор научное понятие живого и неживого. Вирусные белки, будучи веществами, не обнаруживающими никакой жизнедеятельности в пробирке, в то же время представляют собой как бы концентраты жизни, развивающие бурную жизненную активность в протоплазме, конкурирующие здесь с молекулами, из которых построена живая протоплазма.

В вирусных белках, наконец, найдены вещества, стоящие на грани между живым и неживым. Частицы вирусных белков — молекулы, но среди молекул нет ничего, что было бы ближе к протопластам, т. е. организмам, чем эти частицы.

Элементарные тельца и простейшие формы жизни

До сих пор мы говорили только о той категории вирусов, которая представлена вирусными белками, лишь вскользь упомянув о вирусных болезнях, вызываемых элементарными тельцами. К числу вирусов, состоящих из элементарных телец, как мы уже говорили, принадлежат различные близкие друг другу вирусы, вызывающие оспу человека, вакцину, служащую для предохранения от оспы, а также оспу различного рода млекопитающих и птиц.

Очень детально изучены элементарные тельца вакцины. Следует сказать, что они по химическому составу сложнее, чем вирусные белки. Кроме нуклеопротеида, в состав элементарных телец вакцины входят жироподобные вещества — липоиды, — недавно в элементарных тельцах обнаружено присутствие одного из витаминов. Все эти открытия говорят скорее в пользу того, что элементарные тельца не являются химически однородными. Протопласты отличаются от молекул не только химической разнородностью, но также тем, что каждый протопласт отделен от внешнего мира так называемой полупроницаемой оболочкой. Эта оболочка не пропускает внутрь протопласта многие вещества и не выпускает ряд веществ из протопластов, создавая, таким образом, известный внутренний мир организма, как бы прост этот организм ни был. Есть некоторые косвенные данные, которые позволяют предположить, что элементарные тельца имеют такую полупроницаемую оболочку. Если это верно, то элементарные тельца придётся рассматривать как простейшие протопласты, однако некоторые учёные всё же думают, что элементарные тельца являются, хотя и гигантскими, но голыми молекулами.

Из всего этого спора для нас очевидно во всяком случае то, что элементарные тельца сложнее других вирусных частиц и что они близко подходят под понятие простейшего организма.

Итак, фильтрующиеся вирусы представлены вирусными белками, стоящими на грани между живым и неживым, и элементарными тельцами, которые по всей вероятности являются простейшей формой жизни.

Простейшие формы жизни! Как давно наука занята поисками этих форм. Уже первые последователи Дарвина не хотели остановиться на одноклеточных организмах, понимая их относительную сложность, и искали организацию более простую. Именно этот интерес к доклеточным организмам был главным стимулом детального изучения сине-зелёных дробянок и бактерий. Одни исследователи говорили, что у этих организмов нет ядра, столь характерного для каждой клетки. Другие же утверждали, что и у этих организмов им удастся обнаружить ядро. Если у сине-зелёных дробянок и бактерий нет ядра, их можно рассматривать как существа, имеющие доклеточную организацию. По этому поводу Энгельс пишет: «Вибрионы, микрококки и т. д., о которых идёт речь, уже довольно дифференцированные существа, это — комочки белка, выделившие из себя оболочку, но не обладающие ещё ядром»¹.

То, что мы знаем сейчас, позволяет думать, что в мире бактерий уже встречаются организмы если не с настоящим

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч. Т. XIV, стр. 424.

ядром, то с образованием хотя и более простым, но ему соответствующим. Однако этот спор о ядре у микробов в настоящее время отчасти утратил принципиальную остроту, так как перед нами открылся целый мир живых форм более простых, чем микробы, самый размер которых делает невероятной наличием у них дифференциации на ядро и цитоплазму.

Кроме фильтрующихся вирусов, представленных вирусными белками и элементарными тельцами, мы знаем в настоящее время большое количество несомненных организмов, которые мельче всех известных микробов и должны быть отнесены к миру ультрамикробов, так как они могут быть выявлены только теми же методами, с помощью которых обнаруживаются элементарные тельца, и так как они проходят через бактериальные фильтры. Это увлекательный мир простейших форм жизни, который ещё так мало исследован.

Ознакомимся в качестве примера с одним из представителей этого мира. У рогатого скота давно известно тяжёлое воспаление легких, которое является заразной болезнью. Заразное начало этой болезни фильтруется, и сначала считали, что виновником её является фильтрующийся вирус. Болезнь эта называется перипневмонией. Исследования показали, что возбудитель перипневмонии — это очень маленький организм, который можно культивировать на искусственных питательных средах, подобно другим микробам. Есть целый ряд других болезней, вызываемых такими же ультрамикробами, поперечник которых от 100 до 200 миллимикрон. К числу их принадлежит злокачественный ревматизм мышечей, одно заболевание коз и, наконец, по размерам сюда подходит бартозеллин, вызывающий у человека тяжёлую форму малокровия и развитие бородавок. Следует также упомянуть о рикетсиях, которые являются возбудителями сыпного тифа и некоторых других подобных заболеваний человека и животных. Многие предполагают, что трахому также вызывают рикетсии. Рикетсии представляют собой палочки, достигающие 300 миллимикрон, слишком крупные, чтобы проходить через бактериальные фильтры, но более мелкие, чем бактерии. В последнее время многие советские и иностранные учёные работали над изучением строения рикетсий, и уже обнаружена известная их внутренняя дифференциация.

В отношении размеров мы не можем теперь провести резкую границу между молекулами и протопластом. Весьма возможно, что такая разница и не существует. Крупнейшие молекулы сами имеют очень сложную организацию. Они включают в себе большое количество химических активных групп, они обладают способностью присоединить к себе множество более мелких молекул, незначительно меняя при этом свои свойства. Таким образом, хотя мы привыкли рассматривать молекулы как химически индивидуальные единицы, в мире

крупнейших молекул это положение начинает частично пересматриваться. С другой стороны, даже клетку некоторые учёные считают гигантской молекулой.

Вирусные белки и простейшие формы протопластов являются теми объектами, на которых будут решаться волнующие нас вопросы о переходе неживого в живое.

Открытие этого ультрамикроскопического мира, гигантских молекул и мельчайших организмов, нельзя рассматривать иначе как выдающийся успех материалистической науки и появление нового широкого поля для приложения эволюционной теории.

Белок вместе с открытием вирусных белков продолжает оставаться в центре внимания учёных.

Начиная с конца XIX века белки рассматриваются как основа жизни. В строении белковой молекулы мы ищем основные свойства живого.

Вирусные белки, способные к изменчивости и саморепродукции, показывают нам, что блестящая и короткая формула Энгельса — «жизнь есть форма существования белковых тел» — сохраняет полностью свою силу. При обсуждении вопроса о простейших формах жизни невольно возникает перед нами другой волнующий вопрос, вопрос о происхождении жизни. Не намереваясь здесь разрешить его, мы должны сказать, что открытие вирусных белков заставит пересмотреть многие относящиеся сюда проблемы.

Происхождение вирусов

Наука непрерывно движется вперёд, она не останавливается и тем более не возвращается назад. Однако, как и всякое развитие, развитие науки совершается по спирали, и иногда бывает так, что, находясь где-то высоко над пройденным раньше этапом, мы перекликаемся с ушедшей в тьму веков эпохой, которая чем-то кажется нам родственной.

В области учения об инфекциях мы находимся в данное время где-то высоко, но непосредственно над эпохой Пастера. И снова, в новой форме, вопрос об инфекциях переплетается с проблемой самопроизвольного зарождения. Кажется, что с идеей самозарождения опыты Пастера покончили навсегда, и вот она опять, правда, в совершенно новом виде, приобрела животрепещущий практический и теоретический интерес. На этот раз речь идёт о происхождении вирусов. Являются ли вирусы, подобно микробам, продуктом длительной эволюции, возникают ли молекулы вируса только от других подобных им молекул или же эти молекулы каким-то образом самозарождаются?

Некоторые учёные считают, что вирусы могут возникать сами собой, самозарождаясь в организме. В пользу такого

мнения можно привести целый ряд доводов. Существует, например, заболевание, называемое в общежитии лихорадкой, научное название которого «герпес». Эта болезнь выражается развитием пузырьков на губах и тому подобных поражениях. В настоящее время доказано, что это заболевание порождает фильтрующийся вирус, который может вызывать у кролика тяжелые поражения мозга. Как человек заражается этим вирусом, остаётся совершенно неизвестным. Установлено только, что герпес развивается под влиянием самых различных причин. Приступ малярии, грипп, какое-нибудь случайное расстройство желудка у предрасположенного к герпесу человека могут также вызвать высыпание герпеса на губах, как и впрыскивание под кожу молока. Можно предположить, что герпесом не заражаются, а он внезапно возникает под влиянием тех или других неблагоприятных условий.

Наблюдаются и другие подобные факты. Отсюда некоторые исследователи делают вывод, что вирусы могут возникать под влиянием неблагоприятных условий в организме. Такое предположение высказывалось о происхождении вируса злокачественных опухолей у кур, о некоторых вирусных болезнях картофеля и помидоров и, наконец, о вирусе желтухи тутового шелкопряда. Многие думают, что этот вирус возникает от жары и других неблагоприятных условий. Таким образом, согласно этому представлению, нормально свойственные шелкопряду белки под влиянием известного физиологического состояния претерпевают превращения в вирусный белок, который может передаваться путём заражения.

Сторонники самозарождения фильтрующихся вирусов не могут привести строгих доказательств в пользу своего мнения. Вирусы, попавшие в организм путём заражения, могут нередко находиться в нём в скрытом виде, не вызывая болезненных явлений. Лошадь, болевшая инфекционным малокровием (анемией), на всю жизнь остаётся скрытым носителем вируса, вызывающего эту болезнь; она становится заразной для других лошадей, хотя сама и не проявляет признаков болезни. Точно так же картофель, здоровый по виду, нередко является скрытым носителем вируса, и сок такого картофеля может вызвать тяжёлое заболевание у табака. Когда наблюдается возникновение герпеса под влиянием самых различных причин, то в действительности не происходит самозарождения этого вируса, а только активизируется и проявляется вирус, заражение которым произошло гораздо ранее; вирус находился в скрытом состоянии и при благоприятных для него обстоятельствах вызывал болезнь. Опытами установлено, что дети почти свободны от вируса герпеса, но у 70% взрослых людей в организме можно обнаружить этот вирус.

Таким образом, скрытое носительство вируса создаёт видимость его внезапного возникновения, самозарождения.

Существуют и другие очень серьёзные соображения против самозарождения вируса, которые заключаются в том, что вирусы несут на себе печать длительной эволюции. Прежде всего надо иметь в виду, что каждый вирус обладает определёнными, характерными для него особенностями. Если бы вирус желтухи шелкопряда возникал в каждой местности и каждый раз заново, то непонятно, почему каждый раз возникал бы один и тот же вирусный белок, в точности воспроизводящий свойства известного нам вируса желтухи, образующий те же кристаллы в ядрах клеток, вызывающий то же самое заболевание. Это постоянство свойств вируса объяснимо только как постоянство свойств любого вида. Каждая новая молекула вирусного белка возникает от подобной ей молекулы.

Ещё больше указывает на эволюционное происхождение вирусов приспособленность их к паразитизму. Вирусные белки, как мы уже видели, обладают особенностью, дающей им возможность сохраняться в природе и служить источником заразы. Такие свойства белка не могут приобретаться внезапно, под влиянием ненормального, наружного обмена веществ в организме, как это представляют себе сторонники самозарождения вирусов.

Некоторые вирусы сохраняются в природе благодаря своей удивительной устойчивости. Вирусный белок табачной мозаики сохраняется годами в гниющей жидкости, он может зимовать в почве и до 30 лет может храниться в сухих табачных листьях. Даже папироса служит источником заразы для табачной плантации, если из неё выпадает на табачный лист несколько крупинок табака, несущих вирусный белок. Вирусы менее стойкие сохраняются в различных организмах.

Многие вирусы, поражающие однолетние культурные растения, зимуют в многолетних сорных травах. Вирус энцефалита, поражающий человека, был обнаружен в мозгу диких млекопитающих и различных птиц, так же как и вирус энцефаломиелита лошадей. От сорного растения вирус может перейти на плантацию помидора точно так же, как вирус, накопившийся в мозгу какой-либо дикой птицы, потом попадает в мозг лошади. Перенос вирусов в этих случаях обычно совершается животными, питающимися соком растений или кровососущими. Переносчиками вируса в растениях являются различные насекомые, как-то: тли, цикады, трипсы. Вирусы животных и человека преимущественно переносят различные москиты и клещи.

Между вирусом и его переносчиком часто устанавливается очень тесная связь. Вирусное заболевание злаков, встречающееся в восточной части Советского союза и носящее название

закукливания, передаётся строго определёнными насекомыми — тёмной цикадкой — и никакими другими. Между насекомыми и вирусом существует такая тесная связь, что если бы не было соответствующего насекомого, вирус не мог бы распространяться.

Очевидно, что тесные взаимоотношения между вирусом и насекомыми могли возникнуть только в процессе эволюции, поэтому наиболее вероятно, что вирусы представляют собою продукт длительной эволюции.

Не существует никаких фактических доказательств в пользу самозарождения вирусов. Внезапное возникновение вирусов мало обосновано, и теоретически оно противоречит всему, что мы знаем о вирусных белках. Из этих теоретических положений вытекают и практические последствия. Борьба с вирусными болезнями, так со всеми инфекционными заболеваниями, должна быть прежде всего основана на санитарно-гигиенических мероприятиях, препятствующих распространению заразного начала.

Что же представляют собой вирусы и как они возникли? Несмотря на простоту строения вирусов было бы затруднительно рассматривать их как предков высших организмов. Вирусы — паразиты, их существование предполагает существование высших организмов. Поэтому многие учёные считают простоту вирусов вторичной. Они предполагают, что вирусы произошли от более высокоорганизованных форм путём их упрощения под влиянием паразитизма. Наука хорошо знает, что паразитический образ жизни сильно отражается на организации организмов и ведёт к их упрощению. Можно предположить, что некоторые бактерии под влиянием паразитизма достигли постепенно такой простоты организации, что от них остались только молекулы нуклеопротеида, сохранившие способность к саморепродукции и паразитизму.

Один из выдающихся американских фитопатологов, Джемс Джонсон, ищет происхождение вирусов в протоплазме высших растений. Он провёл десятки опытов с разными видами бобовых растений, заражая соком здоровых растений экземпляры фасоли и надеясь достигнуть, так сказать, приживления чужой протоплазмы в клетках фасоли. Хотя опыты Джонсона не увенчались успехом, он не теряет надежду на то, что докажет свою теорию происхождения вирусов. Довольно естественно было бы предположить, что некоторые вирусы возникли в организме насекомых, сосущих соки или кровь, а затем приобрели самостоятельность как молекулы вирусного белка.

Каково бы ни было происхождение вирусов, все перечисленные предположения сводятся к тому, что простота организации вирусов носит вторичный характер и вирусы являются как бы «осколками» клетки.

Если даже вирусы и не представляют собой первично простейшие формы жизни, то изучение их всё же помогает составить представление о том, какими могли быть первично простые формы жизни. Жизнь должна была первоначально зародиться в форме молекул сложных белковых веществ, и эти молекулы, притягиваемые междумолекулярными силами, располагаясь в строй, характерный для кристаллических структур, дали первую организацию, которая, постепенно усложняясь, приобрела характер протоплазмы.

Практическое значение открытия вирусных белков

Открытие вирусных белков влечёт за собою также множество последствий практического значения.

Нахождение в клетках вирусных кристаллов уже использовано для диагностики вирусных болезней. Делаются попытки применить электронный микроскоп для нахождения молекул вируса полиомиелита (в содержимом кишечника больных детей). Особое значение для практики имеет тот факт, что мы умеем теперь очищать и концентрировать вирус. Именно такая концентрация больших количеств вируса необходима для получения из него препаратов, которые служили бы предохранительными прививками против вирусных заболеваний. Есть, по крайней мере, один вирус или, лучше сказать, одна категория вируса, которая для человека чрезвычайно полезна. Это вирусы, которые поражают бактерии, вызывая их растворение. Они получили название бактериофагов и широко применяются, особенно у нас в Союзе, при лечении различных болезней, например дизентерии. Концентрация и очистка бактериофага в дальнейшем даст возможность значительно усовершенствовать применение этих вирусов для лечения болезней.

Сейчас невозможно даже предвидеть все практические последствия открытия вирусных белков. Несомненно, что правильное понимание природы вирусов позволит в дальнейшем найти новые пути лечения вирусных заболеваний.

В течение нескольких лет нами проводятся работы по описанию тех условий, при которых может быть подавлено накопление вирусного белка растений и установлен самый инфекционный процесс. Именно руководствуясь новыми представлениями о природе вируса, нам удалось за последнее время найти целый ряд веществ, которые, по крайней мере у растений, в известных условиях полностью останавливают инфекционный процесс. Это только первые шаги в химическом лечении и химической профилактике вирусных заболеваний. Мы знаем, какое значение в медицине сыграло применение сальварсана для лечения сифилиса, сульфидина для лечения крупозной пневмонии и менингита, мы знаем, что химиотера-

гия является самым надёжным способом борьбы с инфекционными болезнями. Химиотерапия вирусных болезней пока не удаётся, но её принципы будут найдены и разработаны только в свете ясного понимания природы фильтрующихся вирусов.

Подведём некоторые итоги открытия вирусных белков. Мы видели, что это открытие завершает работы по исследованию причин заразных болезней. Наряду с заболеваниями, вызываемыми различного рода микробами, большое количество болезней вызывается вирусными белками. Открытие вирусных белков имеет большое теоретическое значение, так как оно дало нам возможность познакомиться с особой категорией белковых веществ, способных к саморепродукции и изменчивости. К этой категории принадлежат и белки, являющиеся главным строительным материалом протоплазмы. Благодаря вирусным белкам мы узнали кристаллы, которые не только имеют молекулярный строй, свойственный отдельным частям клетки, но содержат тот же химический состав, какой имеют самые существенные элементы живой протоплазмы. Изучение вирусов привело к открытию целого мира простейших форм жизни. Пропась, которая отделяла клетку как элементарную единицу жизни от самой сложной химической молекулы, чрезвычайно велика, однако эта пропась постепенно заполняется. Мы знаем теперь много форм жизни гораздо более простых, чем клетка, мы знаем формы, подобные элементарным тельцам, о которых можно спорить, являются ли они простейшими протоплазмами или представляют собой молекулу.

Мы познакомились также с некоторыми практическими последствиями, которые непосредственно вытекают из открытия вирусных белков. Несомненно, это только начало в том новом наступлении против вирусных болезней растений, животных и человека, которое развивается на базе изучения природы возбудителей этих болезней.

В дни Великой отечественной войны советские учёные с особенной энергией созидательно работают над изучением вирусных болезней. Именно в годы войны проведены и проводятся многочисленные опыты, результаты которых тесно связывают общие проблемы биологической теории с практикой медицины.
