

Клеточная теория гласит: клетка — структурная и функциональная единица жизни. Говоря по-другому, все живое состоит из клеток. Однако в природе существуют и формы жизни, не имеющие клеточного строения, — **вирусы**.

Их изучение оказалось непростой задачей, решение которой стало возможным только благодаря прогрессу физики, химии и биологии. Трудности в исследовании этой части живой природы заключаются не только в крайне малых размерах вирусов — менее одного микрометра, но и в сложностях получения материала для исследования. В отличие от других микроскопических живых объектов выращивать эти формы жизни на питательных средах невозможно. Они размножаются только в клетках живых организмов, т. е. являются внутриклеточными паразитами.

§ 25. Строение, многообразие и размножение вирусов

В 1892 г. российский ученый Д. И. Ивановский впервые описал заразные свойства жидкости, полученной из растертых листьев табака, пораженного мозаичной болезнью (рис. 64). Эта жидкость сохраняла способность вызывать заболевание даже после того, как была пропущена через специальный фильтр, задерживающий бактериальные клетки. Это послужило первым указанием на то, что существуют возбудители болезней, имеющие меньшие размеры, чем у бактерий.

В 1898 г. причастность фильтрующихся агентов к развитию заболеваний не только растений, но и животных была подтверждена другими учеными. Для названия таких не видимых в световые микроскопы возбудителей стали применять название «вирус», что в переводе с латинского означает «яд».



Рис. 64. Листья растений табака, пораженные вирусом табачной мозаики

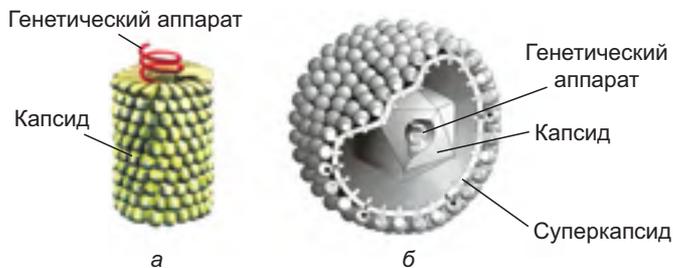


Рис. 65. Строение вирионов: а — простой (вирус табачной мозаики), б — сложный (вирус герпеса)

В первой четверти XX в. подобные сведения были получены для таких заболеваний человека и животных, как бешенство, полиомиелит, грипп и др. Было показано, что не только мозаичная болезнь табака, но и многие другие заболевания растений связаны с вирусами.

Строение вирусов. Вирусы представляют собой частицы размером от 10 до 400 нм. Форму и структуру **вирионов** — вирусных частиц удалось изучить только после изобретения электронного микроскопа. Вирионы некоторых вирусов напоминают палочки или нити. У других вирусов они имеют вид правильных многогранников либо близки по форме к шару.

Основными компонентами вируса являются нуклеиновая кислота и окружающая ее белковая оболочка — *капсид* (рис. 65). У одних вирусов внутри капсида находится ДНК, у других — РНК. Это *геном (генетический аппарат)* вируса. В зависимости от типа нуклеиновой кислоты вирусы разделяют на ДНК-содержащие и РНК-содержащие. При этом молекулы ДНК (либо РНК) у разных видов вирусов могут быть одноцепочечными или двухцепочечными. Количество молекул нуклеиновых кислот в составе генома вирусов варьирует от одной до нескольких.

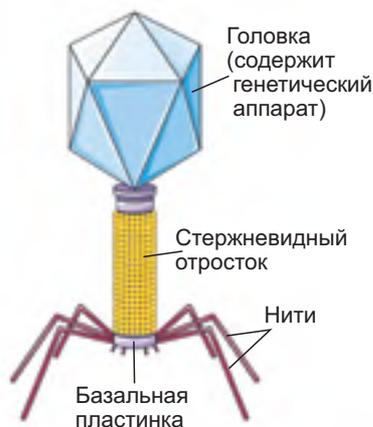


Рис. 66. Строение бактериофага

Вирионы, представленные только генетическим аппаратом и капсидом, называют простыми. У сложных вирионов поверх капсида имеется *суперкапсид* — оболочка, состоящая из липидов и белков (см. рис. 65).

Некоторые вирусы имеют вирионы, состоящие из головки в форме многогранника и стержневидного отростка. Такое строение характерно для некоторых вирусов бактерий (рис. 66). Они были открыты в 1915—1917 гг.

и названы **бактериофагами**. Если в пробирку с чувствительными к такому вирусу бактериями внести несколько сотен вирионов бактериофагов, через несколько часов почти все бактерии погибнут. Изучение такого действия вирусов привело к открытию характерного для них способа размножения.

В 1 мл морской воды у поверхности океана содержится около 100 млн бактериофагов. Теоретически рассчитанное количество вирусов бактерий на планете Земля оценивается цифрами 10^{30} — 10^{31} . С учетом того что масса одной вирусной частицы составляет примерно 10^{-15} г, общая масса только бактериофагов приблизительно в тысячу раз больше массы всех обитающих на планете слонов. Если расположить в одну линию все бактериофаги Земли, ее длина составила бы приблизительно 10^{21} км или 100 млн световых лет!

Способ существования и размножения вирусов. Химический состав вирионов указывает на то, что вирусы относятся к живой природе. Однако они не проявляют многих признаков живых организмов (вспомните признаки живого). Так, вирусы не имеют клеточного строения, не обладают подвижностью и раздражимостью, не способны расти, для них не характерен обмен веществ. Но вирусы могут *размножаться* и обладают такими свойствами живого, как *наследственность* и *изменчивость*.

Вирусы размножаются только в клетках других организмов. Иначе говоря, все вирусы являются обязательными внутриклеточными паразитами. Известно, что паразитический способ существования характеризуется высокой степенью специфичности — каждому виду паразитов нужны свои виды-хозяева. На примере вирусов это свойство паразитизма проявляется особенно ярко.

Конкретные вирусы способны существовать в клетках строго определенных видов живых организмов. При этом хозяевами для различных вирусов могут быть представители всех царств живой природы. Считается, что для всех видов бактерий, протистов, растений, грибов и животных существуют вирусы, приспособленные паразитировать в их клетках. Более того, в клетках организмов одного вида могут обитать различные вирусы. Далеко не все виды вирусов на сегодняшний день известны науке. Возможно, что их количество превышает число остальных видов биосферы.

Несмотря на такое разнообразие, для всех вирусов характерен общий принцип существования. Вне клетки хозяина любой вирус представляет собой совокупность органических молекул без каких-либо признаков жизни. Но если вирусные частицы оказываются на поверхности клеток хозяина, они проявляют определенную активность. Одни вирусы вводят свою нуклеиновую кислоту в цитоплазму клетки, при этом капсид вирусной частицы остается снаружи. Другие вирусы проникают в клетку как

целостные вирионы. После попадания такого вириона в цитоплазму его капсид разрушается для освобождения вирусной нуклеиновой кислоты.

На стадии взаимодействия вирионов с поверхностью клеток хозяина важнейшую роль играют специальные рецепторные белки вирусных частиц. Их строение определяет возможность или, наоборот, невозможность специфического связывания вирионов с клеткой того или иного типа и способ заражения клетки.

Через некоторое время после проникновения вируса в зараженной клетке начинается реализация наследственной информации, содержащейся в его геноме. Как вы уже знаете из главы 3, реализация генетической информации заключается в синтезе определенных белков. Для этого вирус использует тРНК, аминокислоты и рибосомы клетки хозяина. Основными белками, необходимыми для размножения вируса (т. е. для формирования вирионов нового поколения), являются белки капсида. В рибосомах зараженной клетки эти белки синтезируются в количестве, достаточном для сборки нескольких десятков или даже сотен новых капсидов.

Одновременно с этим в клетке увеличивается количество молекул вирусной нуклеиновой кислоты. Их синтез также осуществляется за счет ресурсов клетки хозяина — ферментов, нуклеотидов, АТФ и др. Вновь образовавшиеся нуклеиновые кислоты вируса самопроизвольно упаковываются в формирующиеся капсиды. Таким образом внутри клетки появляется множество новых вирионов.

Для выхода вирионов нового поколения из зараженной клетки разные вирусы используют различные способы. Один из них — это полное разрушение клетки под воздействием специальных вирусных белков, которые синтезируются в конце процесса размножения вируса. В этом случае все вновь образовавшиеся вирусные частицы освобождаются одновременно.

При другом способе каждый вирион покидает клетку хозяина самостоятельно. Это происходит следующим образом. Сначала вирусная частица прикрепляется к плазмалемме изнутри. Далее этот участок мембраны выпячивается наружу и отделяется от клетки. В результате этого вирусная частица приобретает суперкапсид — дополнительную оболочку из мембраны клетки хозяина, образованную липидами и белками. При таком способе освобождения вирионов клетка хозяина остается живой, а процесс выхода вирусов из нее оказывается более длительным.

Освободившиеся вирионы при попадании на поверхность чувствительных к ним клеток хозяина способны повторить характерный для данного вида вирусов процесс размножения.

Некоторые вирусы после проникновения в клетку хозяина способны переходить в состояние *провируса*. При этом нуклеиновая кислота вируса (или ее копия) встраивается в ДНК клетки хозяина. В таком виде вирус может длительное время сохраняться в клетке, не вызывая образования новых вирусных частиц. Зараженная клетка не изменяет характерного для нее обмена веществ до тех пор, пока какое-либо воздействие не вызовет переход провируса в активное состояние и не начнется размножение вируса.



§25-1

Продолжительность процессов размножения вирусов разных видов не одинакова. Например, у большинства бактериофагов время от момента проникновения вируса в клетку до выхода новых вирусных частиц составляет менее часа. У некоторых вирусов человека процесс размножения в зараженной клетке может занимать несколько суток и более.

В последней четверти XX в. были открыты еще более просто устроенные возбудители заболеваний растений, чем вирусы. Они называются **вириды** и представляют собой замкнутые в кольцо одноцепочечные молекулы РНК. Капсида у виридов нет.



§25-1



Вирусная частица (вирион) состоит из нуклеиновой кислоты, заключенной в белковую оболочку — капсид. У некоторых вирусов имеется суперкапсид — дополнительная оболочка из липидов и белков. Вирусы — внутриклеточные паразиты, они размножаются только в клетках организма-хозяина. Генетическая информация, заключенная в нуклеиновой кислоте вируса, реализуется с использованием веществ и энергии зараженной клетки. Нуклеиновые кислоты и белки вируса синтезируются в клетке отдельно, а затем собираются в новые вирионы. В одной клетке может образоваться множество вирионов. Вышедшие из клетки хозяина вирионы заражают новые клетки. Многообразие вирусов огромно. Вирусы бактерий называются бактериофагами. Более простыми, чем вирусы, неклеточными формами жизни являются вириды.



1. Какие из нижеперечисленных свойств живых организмов характерны для вирусов, а какие нет?

Клеточное строение, рост, размножение, подвижность, раздражимость, наследственность.

2. Каковы размеры и форма вирусных частиц? Какой микроскоп используют для изучения формы и структуры вирусов?

3. Дайте определения понятиям «вирион», «бактериофаг», «вирион», «провирус».
4. Из каких химических веществ состоят вирусы?
5. Охарактеризуйте строение простых и сложных вирионов. Как формируются сложные вирионы? Как устроены бактериофаги?
6. Где и как происходит размножение вирусов?
- 7*. Сравните вирусы и безвредные бактерии по различным признакам. Укажите черты сходства и различия.
- 8*. Как вы думаете, требует ли факт существования вирусов пересмотра одного из основных положений клеточной теории, которое гласит, что элементарной структурной и функциональной единицей всего живого является клетка?

§ 26. Вирусные заболевания и их профилактика

Как вы уже знаете, тип биотических отношений, возникающих между вирусом и его хозяином, относят к паразитизму. Основанием для этого является то, что подавляющее большинство вирусов в ходе своего размножения наносит вред организму хозяина.

При поражении вирусом клетка тратит свои ресурсы не на собственные нужды, а на воспроизводство вирусных частиц, что уже является неблагоприятным воздействием. Многие вирусы в период размножения с помощью специальных белков ограничивают биосинтез ряда собственных белков клетки, что еще больше вредит хозяину. Большинство инфицированных клеток гибнет либо при освобождении новых вирусных частиц, либо в результате истощения своих ресурсов. Все это приводит к развитию тех или иных заболеваний на уровне многоклеточного организма.

Вызываемые вирусами болезни сельскохозяйственных растений и животных наносят человечеству существенный материальный ущерб. Вирусы могут вызывать гибель микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах, нарушая тем самым производство продуктов питания, а также антибиотиков, витаминов и других биологически активных веществ. Особое внимание приходится уделять вирусам, паразитирующим в клетках человека.

Вирусные заболевания человека. Болезни, вызываемые вирусами, относятся к категории наиболее опасных инфекционных заболеваний человека. Многие инфекционные болезни характеризуются способностью поражать большое количество людей одновременно, что существенно снижает возможности оказания необходимой медицинской помощи. Но вирусные заболевания занимают особое положение. Если против инфекций, вызываемых паразитическими бактериями, медицина в XX в. нашла эффективно