

§ 18. Вирусы.

(учебник *Общая биология 10-11 класс*. Автор Д.К. Беляев)

1. Внимательно изучите тему.
2. Запишите в конспект основное.
3. Запишите вопросы и ответите на них. (вопрос – ответ стр. 71)
4. Выслать скрин или фото мне на !!! электронную почту vg.shadrin@mail.ru

§ 18. Вирусы

Вирусы — это неклеточные формы жизни. Они являются *облигатными* (обязательными) внутриклеточными паразитами, т. е. вирусы могут функционировать, только попав внутрь бактериальной или эукариотической клетки.

67

ДМИТРИЙ НОСИФОВИЧ ИВАНОВСКИЙ (1863—1920) — отечественный ученый. Открыл проходящий через фильтр (в отличие от бактерий) возбудитель болезни табака (табачной мозаики). Это был первый из описанных вирусов.



Первооткрыватель вирусов Д. И. Ивановский еще в 1892 г. выявил два их основных свойства — они столь малы, что проходят через фильтры, задерживающие бактерии, и их невозможно, в отличие от клеток, выращивать на искусственных питательных средах. Вирусы (их размеры от 20 до 300 нм) удалось увидеть лишь с помощью электронного микроскопа в 30-х годах XX в.

По остроумному определению Нобелевского лауреата П. Медавара вирусы — «это плохие новости в упаковке из белка». В значительной степени это действительно так: ведь попавшие в клетку вирусные гены — «плохие новости» — приводят к нарушению нормальных процессов в клетке, в ряде случаев к ее гибели, а также к заболеванию всего организма. Недаром свое название вирусы получили от латинского слова «вирус» — яд.

Ни один из известных вирусов не способен к самостоятельному существованию. Лишь попав в клетку, генетический материал вируса воспроизводится, переключая работу клеточных биохимических конвейеров на производство вирусных белков: как ферментов, необходимых для репликации вирусного генома — *всей совокупности его генов*, так и белков оболочки вируса. В клетке же происходит и сборка из нуклеиновых кислот и белков многочисленных потомков одного попавшего в нее вируса.

Отдельные вирусные частицы — *вирионы* представляют собой симметричные тела, состоящие из повторяющихся элементов. Внутри каждого вириона находится генетический материал, представленный молекулами ДНК или РНК. Есть вирусы, содержащие одну молекулу двухцепочечной ДНК в кольцевой или линейной форме; вирусы с одноцепочечной кольцевой ДНК; одноцепочечной или двухцепочечной РНК; содержащие две идентичные одноцепочечные РНК.

Генетический материал вируса окружен *капсидом* — белковой оболочкой, защищающей его как от действия нуклеаз — ферментов,

разрушающих нуклеиновые кислоты, так и от воздействия ультрафиолетового излучения. Кроме того, капсид обеспечивает прикрепление вируса к поверхности клеточной мембраны, так как содержит молекулы, с которыми взаимодействуют рецепторы мембран клетки. Капсиды состоят из многократно повторенных полипептидных цепей одного или нескольких типов белков.

Большинство вирионов имеет форму палочек или правильных многогранников. У вирионов в форме палочек в центре находится спирально закрученная нуклеиновая кислота. Капсид состоит из идентичных субъединиц белка, расположенных вдоль молекулы нуклеиновой кислоты. Такое строение имеет большинство вирусов, поражающих растения, и некоторые вирусы бактерий, так называемые *бактериофаги* или просто *фаги*. Так, например, первый из описанных вирусов, вирус табачной мозаики (ВТМ), содержит спиральную молекулу РНК, заключенную в белковый капсид, состоящий из 2130 идентичных полипептидных субъединиц (рис. 26).

У большей части вирусов, вызывающих болезни человека и животных, капсид почти всегда имеет форму икосаэдра — правильного двенадцатигранника с двенадцатью вершинами и гранями из равносторонних треугольников.

Существуют вирусы и с более сложным строением. Некоторые фаги, помимо икосаэдрической головки, содержащей генетический материал, имеют полый цилиндрический отросток, окруженный чехлом из сократительных белков и заканчивающийся площадкой с шестью короткими выростами и шестью длинными фибриллами — нитями (рис. 27). Такая сложная конструкция обеспечивает впрыскивание генетического материала внутрь бактериальной клетки.

Многие вирусы, помимо белкового капсида, имеют еще и внешнюю оболочку. Кроме вирусных белков и гликопротеинов (белков, связанных с углеводами), она содержит еще и липиды, позаимство-

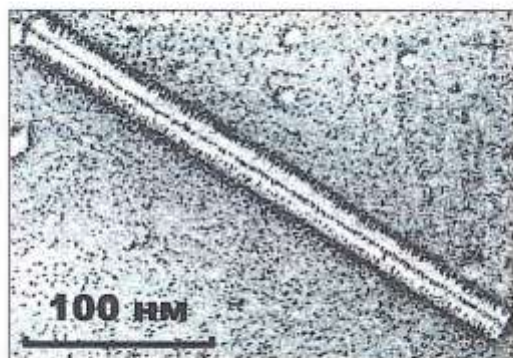


Рис. 26. Вирус табачной мозаики.

Слева — электронно-микроскопическая фотография, справа — модель, на которой показана спиральная укладка белковых субъединиц вокруг молекулы РНК

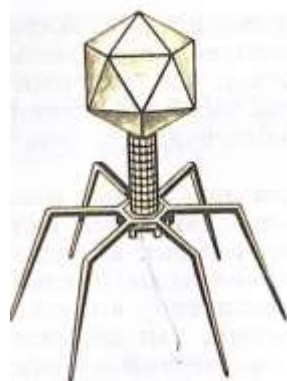


Рис. 27. Схематическое изображение фага

ванные из плазматической мембраны клетки хозяина. Вирус гриппа — пример спирального вириона с оболочкой в виде правильного многогранника. Его геном составляют восемь разных фрагментов одноцепочечной РНК.

Две одинаковые одноцепочечные молекулы РНК внутри белкового капсида содержат некоторые онкогенные (опухолеродные) вирусы. Они имеют еще и внешнюю оболочку, состоящую из двойного липидного слоя плазматической мембраны клетки-хозяина, а также белков и гликопротеинов вирусного происхождения. Такое же строение имеет вирус иммунодефицита человека (ВИЧ), вызывающий синдром приобретенного иммунного дефицита (СПИД).

Из онкогенных вирусов первым был открыт вирус саркомы Рауса, вызывающий злокачественные опухоли у кур. Изучение механизма трансформации клетки, т. е. превращения из нормальной в раковую, привело в 1970 г. американских ученых Г. Темина и Д. Балтимора к открытию явления *обратной транскрипции*. Вирус саркомы Рауса содержит фермент, называемый *обратной транскриптазой*. Этот фермент осуществляет синтез двуцепочечной ДНК, используя в качестве матрицы одноцепочечную вирусную РНК. Образовавшаяся молекула ДНК может встроиться в хромосому клетки-хозяина. Такой процесс встраивания в хромосомную ДНК называют *интеграцией*. Вирусный геном в форме интегрированной ДНК, синтезированной по проникшей в клетку вирусной РНК с помощью обратной транскриптазы, называют *провирусом*. Провирус становится частью генетического материала клетки, реплицируется вместе с клеточной ДНК и при делении передается дочерним клеткам. В скрытой форме провирус может пребывать бесконечно долгое время, переходя от родителей к потомкам через сперматозоид или яйцеклетку. Канцерогенные, т. е. приводящие к раку, факторы, такие, как рентгеновские лучи, табачный дым, асбестовая пыль, некоторые продукты переработки нефти, бензол и др., могут активировать провирус в отдельных клетках. В них образуются вирусные РНК и белки, происходит злокачественная трансформация.

РНК-содержащие вирусы, являющиеся первопричиной злокачественной трансформации, называют онкогенными *ретровирусами* (от лат. «ретро» — обратно, назад), потому что обратная транскрипция является необходимым этапом в их размножении. К ретровирусам относят и возбудитель СПИДа. Он внедряется в центральные клетки иммунной системы Т-лимфоциты, так как на их поверхности есть рецепторы, способные связываться с белками внешней оболочки ВИЧ. Иммунная система человека утрачивает свои защитные свойства и оказывается не в состоянии противостоять возбудителям различных болезней. ВИЧ передается при половом контакте, через зараженную кровь (совместное пользование загрязненными иглами для

введения наркотиков, переливание непроверенной крови, случайный контакт медицинских работников с кровью больного), от матери к плоду во время беременности или новорожденному при родах. Средняя продолжительность жизни инфицированного человека составляет 7—10 лет.

При нормальной транскрипции вирусной ДНК, интегрированной в хромосому клетки, могут транскрибироваться и расположенные рядом гены самой клетки. После обратной транскрипции вирусной РНК эти гены могут встраиваться в хромосомы другого организма и оказываться в необычном для них окружении. Тем самым ретровирусы могут не только приносить в организмы дополнительную генетическую информацию, но и изменять работу генов хозяина. Ретровирусы могут переносить гены между клетками одного организма, между организмами как одного, так и разных видов или классов, когда половая гибридизация исключена. Сегодня вирусы рассматривают не только как возбудителей инфекционных болезней, но и как переносчиков генетической информации между видами. Кроме того, сам факт попадания вируса в живую клетку и перестраивание ее биохимических конвейеров на создание вирусного потомства если и не убивает клетку, то не проходит для нее бесследно. Разрывы хромосом, изменения в порядке расположения генов, а также изменения в самих генах остаются в «генетической памяти» клеток, посещенных незваными пришельцами.

- 1. Чем определяется разнообразие форм вирионов?
- 2. Какое влияние оказывают вирусы на организмы, в которых они паразитируют?

§ 19. Генная и клеточная инженерия

Генная инженерия. Развитие молекулярной биологии в конце XX в. привело к ряду открытий, имеющих важное практическое значение. К числу таких достижений принадлежит создание методов синтеза и выделения генов, положивших начало *генной инженерии*.

Мы знаем уже, что гены представляют собой участки ДНК, которые кодируют ферменты, белковые гормоны, защитные, транспортные и иные белки. Многие из этих белков, синтезируемых в клетках бактерий, животных или растений, представляют большую практическую ценность для медицины, сельского хозяйства, промышленности. Однако чаще всего они производятся клетками в малых количествах, и поэтому широкое использование их затруднено или невозможно. Так, важное значение для медицины имеет производство белкового гормона роста. Он вырабатывается гипофизом и контролирует рост человеческого тела, его недостаток приводит к карликовости. Введение этого гормона детям, страдающим карликовостью, обеспечивает им нормальное развитие.

Если бы мы научились вводить в клетки растений новые гены, кодирующие полноценные белки, то такие растения не отличались