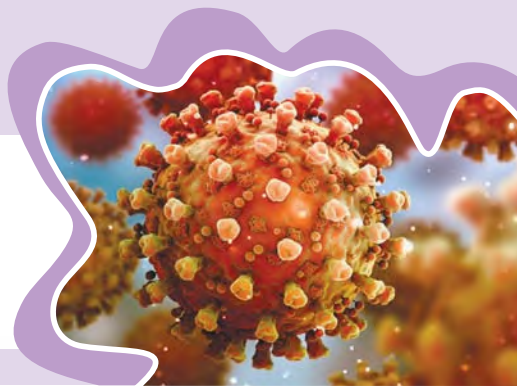


4 Няклетачныя формы жыцця — вірусы



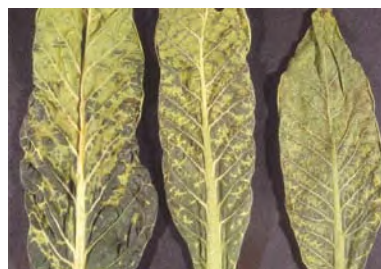
Клетачная тэорыя сцвярджае: клетка — структурная і функцыянальная адзінка жыцця. Кажучы па-іншаму, усё жывое складаецца з клетак. Аднак у прыродзе існуюць і формы жыцця, якія не маюць клетачнай будовы, — **вірусы**.

Іх вывучэнне — няпростая задача, рашэнне якой стала магчымым толькі дзякуючы прагрэсу фізікі, хіміі і біялогіі. Цяжкасці ў даследаванні гэтай часткі жывой прыроды заключаюцца не толькі ў вельмі малых памерах вірусаў — менш за адзін мікраметр, але і ў складанасцях атрымання матэрыялу для даследавання. У адрозненне ад іншых мікраскапічных жывых аб'ектаў вырошчваць гэтыя формы жыцця на пажыўных асяродках немагчыма. Яны размнажаюцца толькі ў клетках жывых арганізмаў, г. зн. з'яўляюцца ўнутрыклетачнымі паразітамі.

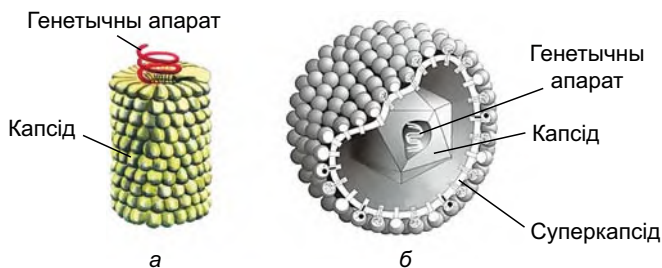
§ 25. Будова, разнастайнасць і размнажэнне вірусаў

У 1892 г. расійскі вучоны Д. І. Іваноўскі ўпершыню апісаў заразныя ўласцівасці вадкасці, атрыманай з расцёртых лістоў тытуню, пашкоджанага мазаічнай хваробай (мал. 64). Гэта вадкасць захоўвала здольнасць выклікаць захворванне нават пасля таго, як была прапушчана праз спецыяльны фільтр, які затрымлівае бактэрыяльныя клеткі. Гэты факт паслужыў першым указаннем на тое, што існуюць узбуджальнікі хвароб, якія маюць меншыя памеры, чым у бактэрыях.

У 1898 г. дачыненне агентаў, якія фільтруюцца, да развіцця захворванняў не толькі раслін, але і жывёл было пацверджана другімі вучонымі. Для назвы такіх не бачных у светлавых мікраскопы ўзбуджальнікаў сталі ўжываць слова «вірус», што ў перакладзе



Мал. 64. Лісты расліны тытуню, пашкоджаныя вірусам тытунёвай мазаікі

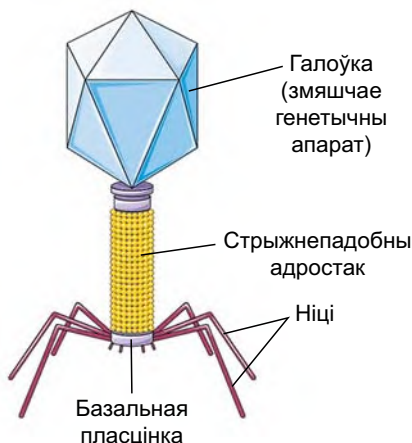


Мал. 65. Будова вірыёнаў: а — прсты (вірус тытунёвай мазаікі); б — складаны (вірус герпеса)

з лацінскага азначае «яд». У першай чвэрці XX ст. падобныя звесткі былі атрыманы для такіх захворванняў чалавека і жывёл, як шаленства, поліяміеліт, грып і інш. Было паказана, што не толькі мазаіка тытуню, але і шмат якія іншыя хваробы раслін звязаны з вірусамі.

Будова вірусаў. Вірусы ўяўляюць сабой часцінкі памерам ад 10 да 400 нм. Форму і структуру **вірыёнаў** — вірусных часцінак атрымалася вывучыць толькі пасля вынаходства электроннага мікраскопа. Вірыёны некаторых вірусаў нагадваюць палачкі ці ніці. У іншых вірусаў яны маюць выгляд правільных шматграннікаў або блізкія па форме да шара.

Асноўнымі кампанентамі віруса з'яўляюцца нуклеінавая кіслата і бялковая абалонка вакол яе — **капсід** (мал. 65). У адных вірусаў унутры капсіда знаходзіцца ДНК, у другіх — РНК. Гэта **геном** (**генетычны апарат**) віруса. У залежнасці ад тыпу нуклеінавай кіслаты вірусы падзяляюцца на ДНК-змяшчальныя і РНК-змяшчальныя. Пры гэтым малекулы ДНК (або РНК) у розных відах вірусаў могуць быць адналанцугавымі ці двухланцугавымі. Колькасць малекул нуклеінавых кіслот у саставе геному вірусаў вар'іруе ад адной да некалькіх.



Мал. 66. Будова бактэрыяфага

Вірыёны, якія прадстаўлены толькі генетычным апаратам і капсідам, называюцца прстымі. У складаных вірыёнаў над капсідам ёсць **суперкапсід** — абалонка з ліпідаў і бялкоў (гл. мал. 65).

Некаторыя вірусы маюць вірыёны, якія складаюцца з галоўкі ў форме шматгранніка і стрыжняпадобнага адростка. Такая будова характэрна для некаторых вірусаў бактэрыя (мал. 66). Яны былі ад-



крыты ў 1915—1917 гг. і названы **бактэрыяфагамі**. Калі ў прабірку з адчувальнымі да такога віруса бактэрыямі ўнесці некалькі соцень вірыёнаў бактэрыяфагаў, праз некалькі гадзін амаль усе бактэрыі загінуць. Вывучэнне такога дзеяння вірусаў прывяло да адкрыцця характэрнага для іх спосабу размнажэння.

У 1 мл марской вады ля паверхні акіяна змяшчаецца каля 100 млн бактэрыяфагаў. Тэарэтычна разлічаная колькасць вірусаў бактэрыяфагаў на планеце Зямля ацэньваецца лічбамі 10^{30} — 10^{31} . З улікам таго што маса адной віруснай часцінкі складае прыкладна 10^{-15} г, агульная маса толькі бактэрыяфагаў прыблізна ў тысячы разоў большая за масу ўсіх сланоў, што жывуць на планеце. Калі размясціць у адну лінію ўсе бактэрыяфагі Зямлі, яе даўжыня склала б прыблізна 10^{21} км ці 100 млн светлавых гадоў!

Спосаб існавання і размнажэння вірусаў. Хімічны састаў вірыёнаў паказвае на тое, што вірусы належаць да жывой прыроды. Аднак яны не праяўляюць многіх прымет жывых арганізмаў (успомніце прыметы жывога). Так, вірусы не маюць клетачнай будовы, не валодаюць рухомасцю і раздражняльнасцю, не здольныя расці, для іх не характэрны абмен рэчываў. Але вірусы могуць *размнажацца* і валодаюць такімі ўласцівасцямі жывога, як *спадчыннасць* і *зменлівасць*.

Вірусы размнажаюцца толькі ў клетках іншых арганізмаў. Інакш кажучы, усе вірусы з'яўляюцца абавязковымі ўнутрыклетачнымі паразітамі. Вядома, што паразітычны спосаб існавання характарызуецца высокай ступенню спецыфічнасці — кожнаму віду паразітаў патрэбныя свае віды-гаспадары. На прыкладзе вірусаў гэта ўласцівасць паразітызму выяўляецца асабліва ярка.

Пэўныя вірусы здольныя існаваць у клетках строга вызначаных відаў жывых арганізмаў. Пры гэтым гаспадарамі для розных вірусаў могуць быць прадстаўнікі ўсіх царстваў жывой прыроды. Лічыцца, што для ўсіх відаў бактэрыяфагаў, пратэстаў, раслін, грыбоў і жывёл існуюць вірусы, прыстасаваныя паразітаваць у іх клетках. Больш таго, у клетках арганізмаў аднаго віду могуць жыць розныя вірусы. Далёка не ўсе віды вірусаў на сённяшні дзень вядомыя навуцы. Магчыма, што іх колькасць перавышае лік астатніх відаў біясферы.

Нягледзячы на такую разнастайнасць, для ўсіх вірусаў характэрны агульны прынцып існавання. Па-за клеткай гаспадара любы вірус уяўляе сабой сукупнасць арганічных малекул без якіх-небудзь прымет жыцця. Але калі вірусныя часцінкі аказваюцца на паверхні клетак гаспадара, яны праяўляюць пэўную актыўнасць. Адны вірусы ўводзяць сваю нуклеінавую кіслату ў цытаплазму клеткі, пры гэтым капсід віруснай

часцінкі застаецца звонку. Другія вірусы пранікаюць у клетку як цэласныя вірыёны. Пасля пападання такога вірыёна ў цытаплазму яго капсід разбураецца для вызвалення віруснай нуклеінавай кіслаты.

На стадыі ўзаемадзеяння вірыёнаў з паверхняй клетак гаспадара найважнейшую ролю адыгрываюць спецыяльныя рэцэптарныя бялкі вірусных часцінак. Іх будова вызначае магчымасць ці, наадварот, немагчымасць спецыфічнага звязвання вірыёнаў з клеткай таго ці іншага тыпу і спосаб заражэння клеткі.

Праз некаторы час пасля пранікнення віруса ў заражанай клетцы пачынаецца рэалізацыя спадчыннай інфармацыі, якая змяшчаецца ў яго геноме. Як вы ўжо ведаеце з раздзела 3, рэалізацыя генетычнай інфармацыі заключаецца ў сінтэзе пэўных бялкоў. Для гэтага вірус выкарыстоўвае тРНК, амінакіслоты і рыбасомы клеткі гаспадара. Асноўнымі бялкамі, неабходнымі для размнажэння віруса (г. зн. для фарміравання вірыёнаў новага пакалення), з'яўляюцца бялкі капсіда. У рыбасомах заражанай клеткі гэтыя бялкі сінтэзуюцца ў колькасці, дастатковай для зборкі некалькіх дзясяткаў ці нават соцень новых капсідаў.

Адначасова з гэтым у клетцы павялічваецца колькасць малекул віруснай нуклеінавай кіслаты. Іх сінтэз таксама ажыццяўляецца за кошт рэсурсаў клеткі гаспадара — ферментаў, нуклеатыдаў, АТФ і інш. Нуклеінавыя кіслоты віруса, якія толькі што ўтварыліся, самаадвольна ўпакоўваюцца ў капсіды. Такім чынам унутры клеткі з'яўляецца мноства новых вірыёнаў.

Для выхаду вірыёнаў новага пакалення з заражанай клеткі розныя вірусы выкарыстоўваюць розныя спосабы. Адзін з іх — гэта поўнае разбурэнне клеткі пад уздзеяннем спецыяльных вірусных бялкоў, якія сінтэзуюцца ў канцы працэсу размнажэння віруса. У гэтым выпадку ўсе вірусныя часцінкі, якія ўтварыліся, вызваляюцца адначасова.

Пры другім спосабе кожны вірыён пакідае клетку гаспадара самастойна. Гэта адбываецца наступным чынам. Спачатку вірусная часцінка прымацоўваецца да плазмалемы знутры. Далей гэты ўчастак мембраны выпінаецца вонкі і аддзяляецца ад клеткі. У выніку гэтага вірусная часцінка набывае суперкапсід — дадатковую абалонку з мембраны клеткі гаспадара, утвораную ліпідамі і бялкамі. Пры такім спосабе вызвалення вірыёнаў клетка гаспадара застаецца жывой, а працэс выхаду вірусаў з яе аказваецца больш працяглым.

Вызвалення вірыёны пры пападанні на паверхню адчувальных да іх клетак гаспадара здольныя паўтарыць характэрны для дадзенага віду вірусаў працэс размнажэння.

Некаторыя вірусы пасля пранікнення ў клетку гаспадара здольныя пераходзіць у стан *правіруса*. Пры гэтым нуклеінавая кіслата віруса (ці яе копія) убудоўваецца ў ДНК клеткі гаспадара. У такім выглядзе вірус можа працяглы час захоўвацца ў клетцы, не выклікаючы ўтварэння новых вірусных часцінак. Заражаная клетка не змяняе характэрнага для яе абмену рэчываў да таго часу, пакуль якое-небудзь уздзеянне не выкліча пераход правіруса ў актыўны стан і не пачнецца размнажэнне віруса.

Працягласць працэсаў размнажэння вірусаў розных відаў не аднолькавая. Напрыклад, у большасці бактэрыяфагаў час ад моманту пранікнення віруса ў клетку да выхаду новых вірусных часцінак складае менш за гадзіну. У некаторых вірусаў чалавека працэс размнажэння ў заражанай клетцы можа займаць некалькі сутак і больш.

У апошнія чвэрці XX ст. былі адкрыты яшчэ больш проста пабудаваныя ўзбуджальнікі захворванняў раслін, чым вірусы. Яны называюцца **віроідамі** і ўяўляюць сабой замкнутыя ў кольца адналанцуговыя малекулы РНК. Капсіда ў віроідаў няма.



§25-1



§25-1



Вірусная часцінка (вірыён) складаецца з нуклеінавай кіслаты, якая знаходзіцца ў бялковай абалонцы — капсідзе. У некаторых вірусаў ёсць суперкапсід — дадатковая абалонка з ліпідаў і бялкоў. Вірусы — унутрыклетачныя паразіты, яны размнажаюцца толькі ў клетках арганізма-гаспадара. Генетычная інфармацыя, што змяшчаецца ў нуклеінавай кіслаце віруса, рэалізуецца з выкарыстаннем рэчываў і энергіі заражанай клеткі. Нуклеінавыя кіслоты і бялкі віруса сінтэзуюцца ў клетцы асобна, а затым збіраюцца ў новыя вірыёны. У адной клетцы можа ўтварыцца мноства вірыёнаў. Вірыёны, якія выйшлі з клеткі гаспадара, заражаюць новыя клеткі. Разнастайнасць вірусаў велізарная. Вірусы бактэрый называюцца бактэрыяфагамі. Больш простымі, чым вірусы, няклетачнымі формамі жыцця з'яўляюцца віроіды.



1. Якія з ніжэйпералічаных уласцівасцей жывых арганізмаў характэрныя для вірусаў, а якія не?

Клетачная будова, рост, размнажэнне, рухомасць, раздражняльнасць, спадчыннасць.

2. Якія памеры і форма вірусных часцінак? Які мікраскоп выкарыстоўваюць для вывучэння формы і структуры вірусаў?

3. Дайце азначэнні паняццям «вірыён», «бактэрыяфаг», «віроід», «правірус».
4. З якіх хімічных рэчываў складаюцца вірусы?
5. Ахарактарызуйце будову простых і складаных вірыёнаў. Як фарміруюцца складаныя вірыёны? Як пабудаваны бактэрыяфагі?
6. Дзе і як адбываецца размнажэнне вірусаў?
- 7*. Параўнайце вірусы і хваробатворныя бактэрыі па розных прыметах. Вызначце рысы падабенства і адрознення.
- 8*. Як вы думаеце, ці патрабуе факт існавання вірусаў перагляду аднаго з асноўных палажэнняў клетачнай тэорыі, якое сцвярджае, што элементарнай структурнай і функцыянальнай адзінкай усяго жывога з'яўляецца клетка?

§ 26. Вірусныя захворванні і іх прафілактыка

Як вы ўжо ведаеце, тып біятычных адносін, якія ўзнікаюць паміж вірусам і яго гаспадаром, адносяць да паразітызму. Асновай для гэтага з'яўляецца тое, што пераважная большасць вірусаў у ходзе свайго размнажэння наносіць шкоду арганізму гаспадара.

Пры пашкоджанні вірусам клетка траціць свае рэсурсы не на ўласныя патрэбы, а на ўзнаўленне вірусных часцінак, што ўжо з'яўляецца неспрыяльным уздзеяннем. Многія вірусы ў перыяд размнажэння з дапамогай спецыяльных бялкоў абмяжоўваюць біясінтэз шэрага ўласных бялкоў клеткі, што яшчэ больш шкодзіць гаспадару. Большасць інфіцыраваных клетак гіне або пры вызваленні новых вірусных часцінак, або ў выніку вычарпання сваіх рэсурсаў. Усё гэта прыводзіць да развіцця тых ці іншых захворванняў на ўзроўні мнагаклетачнага арганізма.

Выкліканыя вірусамі хваробы сельскагаспадарчых раслін і жывёл наносіць чалавецтву істотную матэрыяльную шкоду. Вірусы могуць выклікаць гібель мікраарганізмаў, якія выкарыстоўваюцца ў біятэхналагічных працэсах, і тым самым парушаць вытворчасць прадуктаў харчавання, а таксама антыбіётыкаў, вітамінаў і іншых біялагічна актыўных рэчываў. Асаблівую ўвагу даводзіцца надаваць вірусам, якія паразітуюць у клетках чалавека.

Вірусныя захворванні чалавека. Хваробы, якія выклікаюцца вірусамі, належаць да катэгорыі найбольш небяспечных інфекцыйных захворванняў чалавека. Многія інфекцыйныя хваробы ахарактарызуюцца здольнасцю ахопліваць вялікую колькасць людзей адначасова, што істотна зніжае магчымасці аказання неабходнай медыцынскай дапамогі. Але вірусныя захворванні займаюць асаблівае становішча. Калі супраць інфекцый, якія выклікаюцца паразітычнымі бактэрыямі, медыцына