



Пракарыётамі з'яўляюцца бактэрыі. Іх клеткі не змяшчаюць ядра і мембранных арганоідаў. Кожная пракарыятычная клетка абмежавана цытаплазматычнай мембранай і клетачнай сценкай. Для клетак некаторых пракарыёт характэрна наяўнасць слізистай капсулы, варсінак і арганоідаў руху — жгуцікаў. Непасрэдна ў цытаплазме пракарыятычнай клеткі размешчана кальцавая малекула ДНК — бактэрыяльная храмасома. У клетках большасці бактэрыяў таксама ёсць невялікія кальцавыя малекулы ДНК — плазміды. Клеткі ўсіх пракарыёт змяшчаюць рыбасомы.

Да эўкарыёт належаць прадстаўнікі чатырох царстваў: Расліны, Жывёлы, Грыбы і Пратысты. Іх клеткі пабудаваны падобным чынам: у іх ёсць ядро і цытаплазма з рознымі мембраннымі і немембраннымі арганоідамі. Аднак паміж клеткамі арганізмаў розных царстваў ёсць адрозненні, звязаныя з асаблівасцямі будовы паверхневага апарату, наяўнасцю ці адсутнасцю вакуоляў, пластыд і цэнтрыёлей. У розных эўкарыятычных клетках назапашваюцца розныя рэзервовыя вугляводы.



1. Якія з пералічаных структур ёсць ў бактэрыяльнай клетцы?

Цытаплазматычная мембрана, ядро, цытаплазма, мембранныя арганоіды, немембранныя арганоіды.

2. Якая будова паверхневага апарату клетак пракарыёт? Якія функцыі выконваюць слізистыя капсулы? Варсінікі? Жгуцікі?

3. Што ўяўляе сабой бактэрыяльная храмасома? Плазміды?

4. Якая будова клетачнай сценкі раслін? Чым адрозніваюцца жывёльная і раслінная клеткі?

5. Якія асаблівасці будовы клетак пратыстаў?

6*. Параўнайце клеткі бактэрыяў, пратыстаў, грыбоў, раслін і жывёл па розных крытэрыях. Вызначыце рысы падабенства і адрознення паміж імі.

7*. Параўнайце будову двухмембранных арганоідаў (мітахондрый, хларапластаў) і бактэрыяльных клетак. Якія рысы падабенства выяўляюцца? Чым яны могуць тлумачыцца?

8*. У клетках пракарыёт адсутнічаюць мембранныя арганоіды, напрыклад мітахондрыі, пластыды, комплекс Гольджы, эндаплазматычная сетка. Як вы думаеце, як пракарыятычныя клеткі могуць функцыянаваць без гэтых арганоідаў? Чаму пракарыёты не могуць «абысці» без рыбасом?

§ 16. Клетачны цыкл. Рэплікацыя ДНК

Клетачны цыкл. Усе новыя клеткі ўтвараюцца шляхам дзялення ўжо існуючых. Гэты прынцып, як ужо адзначалася, сфармуляваў Р. Вірхаў яшчэ ў сярэдзіне XIX ст. Дзяленне клетак забяспечвае бесперапыннасць існавання жыцця на нашай планеце. Менавіта дзякую-

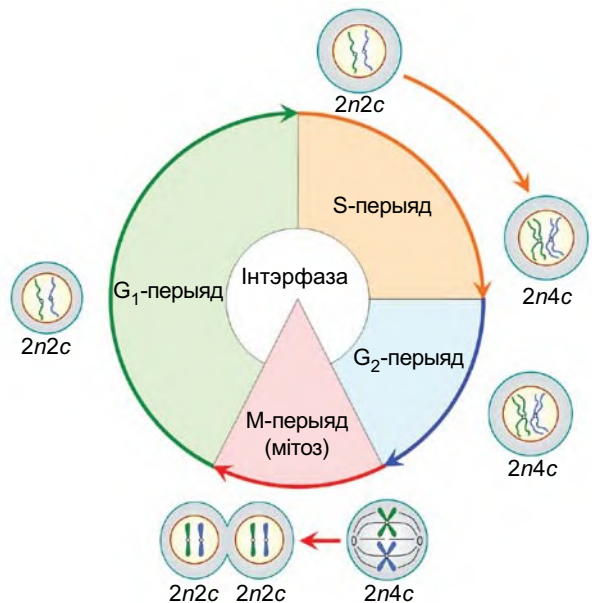
чы яму ажыццяўляюцца розныя спосабы бясплага і палавога размнажэння арганізмаў. У аснове працэсаў росту, рэгенерацыі і індывідуальнага развіцця мнагаклетачных арганізмаў таксама ляжыць дзяленне клетак.

Перыяд існавання клеткі ад моманту яе ўтварэння з мацярынскай клеткі да ўласнага дзялення (уключаючы гэта дзяленне) ці гібелі называецца **клетачным цыклам**.

Працягласць клетачнага цыкла ў розных арганізмаў і розных клетак, якія складаюць адзін арганізм, вар'іруе. Так, у бактэрыі ў спрыяльных умовах ён доўжыцца прыкладна 20 мін. Кароткія клетачныя цыклы (30—60 мін) характэрны для бластамераў рыб і земнаводных на этапе драблення, у той час як у млекакормячых прамежак часу паміж дзяленнямі бластамераў можа дасягаць 10 гадзін і больш. У дарослых мышэй клеткі кішэчнага эпітэлію дзеляцца кожныя 11—22 гадзіны, а рагавіцы вока — прыблізна адзін раз у трое сутак. Для клетак мнагаклетачных арганізмаў, якія дзеляцца рэгулярна, працягласць клетачнага цыкла звычайна складае 12—36 гадзін.

Клетачны цыкл складаецца з інтэрфазы і дзялення клеткі (мал. 49). **Інтэрфаза** — гэта частка клетачнага цыкла паміж двума паслядоўнымі дзяленнямі. Як правіла, яна займае больш часу, чым само дзяленне. Разгледзім асноўныя перыяды інтэрфазы на прыкладзе эўкарыятычнай клеткі.

Прэсінтэтычны, ці G_1 -перыяд (ад англ. *gap* — прамежак), пачынаецца з моманту ўтварэння новай клеткі ў выніку дзялення мацярынскай. Звычайна гэта самы працяглы перыяд інтэрфазы і клетачнага цыкла ў цэлым. На працягу G_1 -перыяду маладая клетка інтэнсіўна расце, у ёй павялічваецца колькасць арганоідаў і сінтэзуюцца розныя злучэнні, неабходныя для працякання працэсаў жыццядзейнасці. У тым ліку ўтвараюцца рэчывы, якія будуць патрэбныя для наступнага падваення малекул ДНК.



Мал. 49. Асноўныя перыяды клетачнага цыкла

Вы ўжо ведаеце, што набор храмасом абазначаюць як n : напрыклад, $1n$ — гаплоідны набор, $2n$ — дыплоідны. Набор малекул ДНК у клетках прынята запісваць з дапамогай літары c . З § 14 вам вядома, што кожная храматыда змяшчае адну малекулу ДНК, г. зн. колькасць малекул ДНК і храматыд у складзе храмасом заўсёды супадае. Такім чынам, запісы тыпу $1c$, $2c$, $4c$ адлюстроўваюць утрыманне ў клетках не толькі малекул ДНК, але і адпаведных храматыд.

У прэсінтэтычным перыядзе кожная храмасома складаецца з адной храматыды. Такім чынам, у G_1 -перыядзе лік храмасом (n) і храматыд (c) у клетцы аднолькавы. Набор храмасом і храматыд дыплоіднай клеткі ў G_1 -перыядзе клетачнага цыкла можна адлюстраваць запісам $2n2c$.

У **сінтэтычным**, ці **S-перыядзе** (ад англ. *synthesis* — сінтэз), адбываецца падваенне малекул ДНК — **рэплікацыя**, а таксама падваенне цэнтрэлей клетачнага цэнтра (у тых клетках, дзе ён ёсць). Пасля завяршэння рэплікацыі кожная храмасома складаецца ўжо з дзвюх ідэнтычных сястрынскіх храматыд, якія злучаны адна з адной у вобласці цэнтрамеры. Колькасць храматыд у кожнай пары гамалагічных храмасом становіцца роўнай чатыром. Такім чынам, набор храмасом і храматыд дыплоіднай клеткі ў канцы S-перыяду (г. зн. пасля рэплікацыі) адлюстроўваецца запісам $2n4c$.

Постсінтэтычны, ці **G_2 -перыяд**, працягваецца ад заканчэння сінтэзу ДНК (рэплікацыі) да пачатку дзялення клеткі. У гэты час клетка актыўна запасае энергію і сінтэзуе бялкі для дзялення, якое адбудзецца пазней (напрыклад, бялок *тубулін* для пабудовы мікратрубчак, якія пасля ўтвараюць верацяно дзялення). На працягу ўсяго G_2 -перыяду набор храмасом і храматыд у клетцы застаецца нязменным — $2n4c$.

Такім чынам, інтэрфаза звычайна ўключае тры перыяды: прэсінтэтычны (G_1), сінтэтычны (S) і постсінтэтычны (G_2) (табл. 8). На працягу ўсёй інтэрфазы храмамы не спіралізаваны. Яны размяшчаюцца ў ядры клеткі ў выглядзе храмаціну.

Пасля завяршэння інтэрфазы пачынаецца дзяленне клеткі. Асноўным спосабам дзялення клетак эўкарыёт з'яўляецца **мітоз**, таму дадзены этап клетачнага цыкла абазначаюць як **M-перыяд**. Пры мітозе адбываецца спіралізацыя храмаціну. Гэта прыводзіць да фарміравання кампактных двуххраматыдных храмасом. Пасля гэтага сястрынскія храматыды кожнай храмамы аддзяляюцца адна ад адной і затым трапляюць у розныя даччыныя клеткі. Значыць, даччыныя клеткі, якія ўтварыліся ў выніку мітозу і ўступілі ў новы клетачны цыкл, маюць набор $2n2c$.

Табліца 8. Асноўныя перыяды клетачнага цыкла

Перыяд		Утрыманне спадчыннага матэрыялу ў дыплоіднай клетцы	Кароткая характарыстыка
Інтэрфаза	Прэсінтэтычны (G_1)	$2n2c$	Рост клеткі, утварэнне арганоідаў, падрыхтоўка да рэплікацыі
	Сінтэтычны (S)	$2n2c$ (у пачатку) → → $2n4c$ (у канцы)	Рэплікацыя ДНК, падваенне цэнтрэлёлей клетачнага цэнтра
	Постсінтэтычны (G_2)	$2n4c$	Завяршэнне падрыхтоўкі да дзялення
Мітоз (M)		$2n4c$ (у мацярынскай клетцы) → → $2n2c$ (у кожнай даччынай клетцы)	Дзяленне клеткі на дзве даччыныя

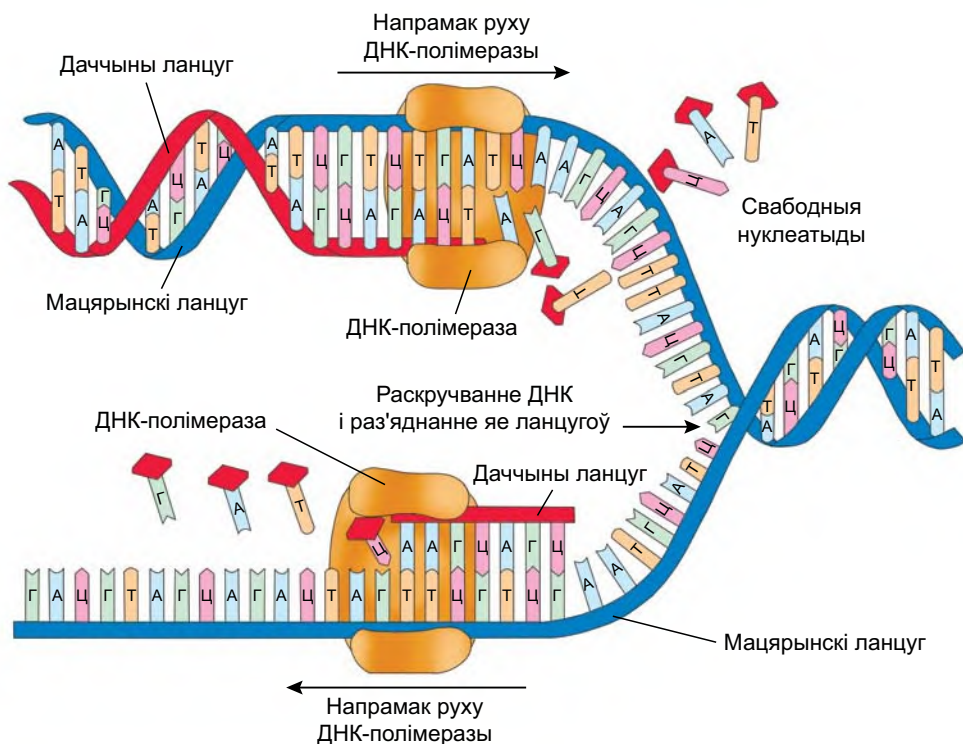
Некаторыя клеткі мнагаклетачных арганізмаў, якія ўтварыліся пры мітозе, праходзяць далей G_1 -, S- і G_2 -перыяды інтэрфазы і зноў уступаюць у мітоз. Гэта характэрна, напрыклад, для клетак пакрыўных эпителияў (растковага слоя эпідэрмісу скуры, эпителию страўнікава-кішэчнага тракту і інш.), чырвонага касцявога мозгу, утваральных тканак раслін.

У адрозненне ад іх многія клеткі пасля праходжання часткі G_1 -перыяду ўступаюць у так званы **перыяд спакою**, ці **G_0 -перыяд**. Клеткі, якія знаходзяцца ў G_0 -перыядзе, выконваюць свае функцыі ў арганізме, аднак у іх не адбываецца падрыхтоўкі да рэплікацыі. Гэта ўласціва, перш за ўсё, высокаспецыялізаваным клеткам — нейронам, клеткам сардэчнай мышцы, хрусталіка вока і інш. Такія клеткі, як правіла, назаўсёды губляюць здольнасць да дзялення.

Аднак некаторыя клеткі, якія знаходзяцца ў G_0 -перыядзе (напрыклад, клеткі печані, эндакрынных залоз, лейкоцыты), захоўваюць здольнасць да выхаду з перыяду спакою, працягу клетачнага цыкла і наступнага дзялення. Такая з'ява назіраецца, напрыклад, пры пашкоджанні органа, у склад якога дадзеныя клеткі ўваходзяць.

Рэплікацыя ДНК. Успомнім, што падваенне малекул ДНК, якое ажыццяўляецца ў сінтэтычным (S) перыядзе клетачнага цыкла, называецца **рэплікацыяй**. У ажыццяўленні рэплікацыі ДНК прымае ўдзел цэлы комплекс ферментаў. Спачатку з дапамогай асаблівых ферментаў адбываецца раскручванне зыходнай мацярынскай малекулы ДНК і раз'яднанне двух яе ланцугоў за кошт разрыву вадародных сувязей паміж камплементарнымі азоцістымі асновамі.

Пасля гэтага з ланцугамі, якія разышліся, звязваюцца малекулы *ДНК-полімеразы* — галоўнага ферменту рэплікацыі. Малекулы ДНК-полімеразы пачынаюць рухацца ўздоўж мацярынскіх ланцугоў, выкарыстоўваючы іх у якасці матрыц для пабудовы з нуклеатаў новых даччыных ланцугоў (мал. 50). Пры гэтым нуклеатыды ўключаюцца ў даччыны ланцуг ДНК, якія растуць, па прынцыпе камплементарнасці. Напрыклад, калі ўчастак мацярынскага ланцуга ДНК змяшчае паслядоўнасць нуклеатаў ГТАЦАГ, то ў адпаведным яму ўчастку даччынага ланцуга нуклеатыды будуць размяшчацца наступным чынам: ЦАТГТЦ. У сувязі з гэтым рэплікацыя адносіцца да **рэакцый матрычнага сінтэзу**.



Мал. 50. Схема працэсу рэплікацыі ДНК

У выніку рэплікацыі ўтвараюцца дзве малекулы ДНК, ідэнтычныя адна адной і зыходнай мацярынскай малекуле. У склад кожнай з іх уваходзіць адзін ланцуг мацярынскай малекулы ДНК і адзін толькі што сінтэзаваны даччыны ланцуг.



Перыяд жыцця клеткі з моманту яе ўтварэння з мацярынскай клеткі да дзялення (уключаючы гэта дзяленне) ці гібелі называецца клетачным цыклам. Ён складаецца з інтэрфазы і дзялення клеткі. Інтэрфаза (частка клетачнага цыкла паміж дзяленнямі) звычайна ўключае тры перыяды. У G_1 -перыядзе клетка расце і рыхтуецца да рэплікацыі, у S -перыядзе адбываецца рэплікацыя, у G_2 -перыядзе завяршаецца падрыхтоўка да дзялення. Рэплікацыя ДНК адбываецца з удзелам розных ферментаў, найважнейшым з якіх з'яўляецца ДНК-полімераза. Матрыцамі для сінтэзу даччыных ланцугоў ДНК служаць абодва ланцугі мацярынскай малекулы, г. зн. рэплікацыя з'яўляецца рэакцыяй матрычнага сінтэзу. У выніку рэплікацыі ўтвараюцца дзве ідэнтычныя малекулы ДНК. У склад кожнай з іх уваходзіць адзін ланцуг зыходнай мацярынскай малекулы і адзін толькі што сінтэзаваны даччыны ланцуг.



1. Што такое клетачны цыкл?

2. Ахарактарызуйце асноўныя перыяды клетачнага цыкла па плане: 1) назва і скарачанае абазначэнне; 2) працэсы, якія адбываюцца; 3) утрыманне генетычнага матэрыялу ў клетцы.

3. Што ўяўляе сабой G_0 -перыяд? Якія клеткі ў яго ўступаюць? Ці ўсе клеткі, што ўступаюць у перыяд спакою, назаўсёды страчваюць здольнасць да дзялення? Адкаж растлумачце.

4. Што такое рэплікацыя ДНК? Якім чынам ажыццяўляецца гэты працэс?

5. Чаму рэплікацыю ДНК адносяць да рэакцыі матрычнага сінтэзу?

6*. Ці аднолькавыя малекулы ДНК, якія ўваходзяць у склад гамалагічных храмасом? У склад сестрынскіх храматыд? Чаму?

7*. У мнагаклетачных арганізмах ёсць так званыя ствалавыя клеткі. Яны з'яўляюцца першаснымі клеткамі, з якіх у пачатку эмбрыянальнага развіцця фарміруюцца органы зародка, і на працягу ўсяго жыцця захоўваюць здольнасць да дзялення. Раней лічылася, што ствалавыя клеткі ёсць толькі ў эмбрыёнаў, зараз жа яны выяўлены амаль ва ўсіх органах дарослых людзей. У 1999 г. часопіс «Science» прызнаў адкрыццё ствалавых клетак найважнейшай навуковай падзеяй у біялогіі. Якія перспектывы выкарыстання ствалавых клетак?

§ 17. Мітоз. Амітоз

Як вы ведаеце, бактэрыі размнажаюцца шляхам простага дзялення папалам. Перад гэтым адбываецца рэплікацыя адзінай бактэрыяльнай храмасомы — калыцавой малекулы ДНК. У выніку наступнага дзялення ў кожнай з дзвюх даччыных клетак аказваецца па адной храмасоме.

Эўкарыятычныя клеткі, у адрозненне ад пракарыятычных, маюць больш складаную арганізацыю. Таму для іх характэрны іншыя спосабы дзялення: мітоз, амітоз, меёз.

