



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

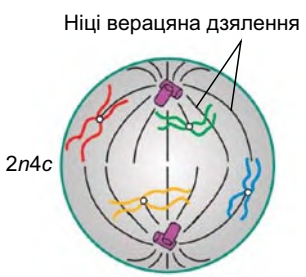
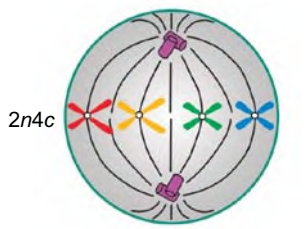
Як вы ведаеце, бактэрыі размнажаюцца шляхам простага дзялення папалам. Перад гэтым адбываецца рэплікацыя адзінай бактэрыяльнай храмасомы — калыцавой малекулы ДНК. У выніку наступнага дзялення ў кожнай з дзвюх даччыных клетак аказваецца па адной храмасоме.

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

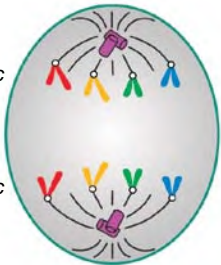
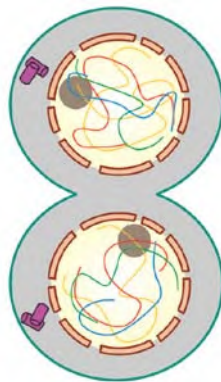


**Мітоз** — асноўны спосаб дзялення клетак эўкарыёт, у выніку якога з адной мацярынскай клеткі ўтвараюцца *дзе даччыныя з такім жа наборам храмасом, як і ў мацярынскай клетцы*. Працягласць мітозу ў сярэднім складае 1—2 гадзіны. Гэта бесперапынны працэс, але для зручнасці яго падзяляюць на некалькі фаз. Мітозам могуць дзяліцца клеткі з рознымі наборамі храмасом — гаплоідныя ( $1n$ ), дыплоідныя ( $2n$ ), трыплоідныя ( $3n$ ) і г. д. Разгледзім працэс мітатычнага дзялення на прыкладзе дыплоіднай клеткі (табл. 9).

Табліца 9. Мітоз

| Схема                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Ядзерная абалонка</p> <p>Цэнтрыёлі</p> <p>Храмацін</p>  <p>Ранняя прафаза</p> <p>Ніці верацяна дзялення</p>  <p>Позняя прафаза</p> | <p><b>Прафаза.</b> У ядры клеткі пачынаецца спіралізацыя храмаціну, што паступова прыводзіць да фарміравання храмасом. Кожная з іх складаецца з дзвюх сястрынскіх храматыд, злучаных у вобласці цэнтрамеры. Падчас фарміравання храмасом знікаюць ядзеркі. Абалонка ядра распадаецца на дробныя фрагменты. Часткова спіралізаваныя храмасомы аказваюцца ў гіялаплазме і размяшчаюцца ў ёй хаатычна. Набор храмасом і храматыд у клетцы можна адлюстравіць запісам <math>2n4c</math>.</p> <p>У час прафазы два клетачныя цэнтры (падваенне гэтага арганоіда, як вы ведаеце, адбылося ў S-перыядзе інтэрфазы) ініцыююць утварэнне мікратрубчак. З іх пачынае фарміравацца <i>верацяно дзялення</i>. У працэсе яго ўтварэння цэнтрыёлі парамі разыходзяцца да процілеглых полюсаў клеткі. Ніці верацяна дзялення (мікратрубчкі) прымацоўваюцца да цэнтрамераў храмасом і спрыяюць іх перамяшчэнню ў экватарыяльную плоскасць клеткі. У клетках, дзе адсутнічае клетачны цэнтр (што характэрна, напрыклад, для большасці раслін), верацяно дзялення фарміруецца без удзелу цэнтрыёлей</p> |
|  <p>Метафаза</p>                                                                                                                                                                                                      | <p><b>Метафаза.</b> Завяршаецца фарміраванне верацяна дзялення. Храмасомы дасягаюць максімальнай спіралізацыі і размяшчаюцца ў цэнтральнай частцы клеткі, прыкладна на роўнай адлегласці ад полюсаў. Пры гэтым іх цэнтрамеры знаходзяцца ў экватарыяльнай плоскасці клеткі. З дапамогай ніцей верацяна дзялення цэнтрамера кожнай храмасомы звязана з двума процілеглымі полюсамі клеткі</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

## Працяг

|                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p><b>Анафаза</b></p>  | <p><b>Анафаза.</b> Цэнтрамера кожнай храмосомы дзеліцца папалам, і сясстрынскія храматыды аддзяляюцца адна ад адной. З гэтага моманту іх называюць даччынымі храмасомамі. Ніці верацяна дзялення, прымацаваныя да цэнтрамер, скарачаюцца, і даччыныя храмосомы разыходзяцца да процілеглых полюсаў клеткі. У канцы анафазы каля кожнага полюса клеткі аказваецца ідэнтычны набор даччыных храмасом (малекул ДНК) — <math>2n2c</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|  <p><b>Тэлафаза</b></p> | <p><b>Тэлафаза.</b> Ніці верацяна дзялення паступова разбураюцца. Паблізу ад кожнага полюса клеткі адбываецца дэспіралізацыя (раскручванне) даччыных храмасом з утварэннем храмаціну. Адначасова з гэтым вакол храмасом, якія дэспіралізуюцца, фарміруюцца абалонкі двух новых ядраў. Далей ва ўтвораных ядрах узнікаюць ядзеркі, і пачынаецца раздзяленне клеткі на дзве даччыныя. У экватарыяльнай плоскасці клетак жывёл кампаненты цыташкілета фарміруюць <i>кальцавую перацяжку</i>. Яна паглыбляецца, пакуль не адбудзецца поўны падзел дзвюх даччыных клетак. Клеткі раслін у сувязі з наяўнасцю цвёрдай клетачнай сценкі падзяляюцца інакш. У экватарыяльнай плоскасці расліннай клеткі са змесціва пупыркоў комплексу Гольджы ўтвараецца так званая <i>пасярэдняя пласцінка</i>, якая і аддзяляе даччыныя клеткі адна ад адной</p> |

Запомніць паслядоўнасць фаз мітатычнага дзялення клеткі дапаможа слова «ПРЫМАТ».

Як ужо адзначалася, пры мітозе ўтвараюцца дзве даччыныя клеткі з аднолькавым наборам храмасом — такім жа, як у зыходнай мацярынскай клетцы, якая ўступала ў мітоз. Адрозненне заключаецца толькі ў тым, што кожная храмосома даччынай клеткі, якая ўступае ў інтэрфазу новага клетачнага цыкла, да рэплікацыі прадстаўлена не дзвюма ідэнтычнымі храматыдамі, а адной.

**Біялагічнае значэнне мітозу.** У ходзе мітозу малекулы ДНК, якія змяшчаліся ў ядры мацярынскай клеткі, дакладна і раўнамерна размяркоўваюцца паміж даччынымі. Значыць, дзве новыя клеткі атрымліваюць аднолькавую спадчынную інфармацыю і аказваюцца генетычна

ідэнтычнымі адна адной і мацярынскай клетцы. Такім чынам, мітатычнае дзяленне забяспечвае дакладную перадачу генетычнай інфармацыі ў шэрагу пакаленняў клетак і абумоўлівае падтрыманне пастаяннага ліку храмасом.

Дзякуючы мітозу ў мнагаклетачным арганізме адбываецца павелічэнне колькасці клетак. Гэта ляжыць у аснове росту і развіцця ўсіх мнагаклетачных арганізмаў, а таксама забяспечвае працэсы рэгенерацыі — аднаўлення пашкоджаных тканак і органаў. Бясполае размнажэнне многіх арганізмаў (дзяленне аднаклетачных пратыстаў, пачкаванне кішачнаполасцевых, вегетатыўнае размнажэнне раслін і г. д.) таксама абумоўлена мітатычным дзяленнем клетак.

**Амітоз.** Пры амітозе ў клетцы не фарміруецца верацяно дзялення, у яе ядры не адбываецца спіралізацыя храмаціну, захоўваюцца ядзеркі і ядзерная абалонка. Ядро застаецца ў стане, характэрным для інтэрфазы, і падзяляецца папалам перацяжкай. Пры гэтым малекулы ДНК (храмасомы) размяркоўваюцца паміж даччынымі ядрамі нераўнамерна, выпадковым чынам. У шэрагу выпадкаў амітатычнае дзяленне ядра не суправаджаецца наступным дзяленнем клеткі на дзве даччыныя. Гэта прыводзіць да з'яўлення двух'ядзерных і нават шмат'ядзерных клетак. Калі ж даччыныя клеткі ўсё-такі ўтвараюцца, то клетачныя кампаненты, як і ДНК, размяркоўваюцца паміж імі выпадкова і нераўнамерна.

Амітоз — параўнальна рэдкая з'ява. Гэтым спосабам дзеліцца, напрыклад, вялікае ядро інфузорый. У мнагаклетачных арганізмаў амітоз назіраецца пры розных паталагічных працэсах (рост пухлін, запаленне і інш.), а таксама ў клетках, якія старэюць ці павінны загінуць. Як правіла, клеткі, што ўзніклі ў выніку амітозу, губляюць здольнасць уступаць у звычайны клетачны цыкл і ў далейшым дзеліцца мітозам.



Мітоз — асноўны спосаб дзялення клетак эўкарыёт, у выніку якога з адной мацярынскай клеткі ўтвараюцца дзве даччыныя з такім жа наборам храмасом. У мнагаклетачных арганізмаў мітатычнае дзяленне клетак забяспечвае працэсы росту, развіцця і рэгенерацыі. У аснове бясплага размнажэння многіх арганізмаў таксама ляжыць мітоз. Пры амітозе ядро клеткі дзеліцца перацяжкай, малекулы ДНК размяркоўваюцца паміж даччынымі ядрамі нераўнамерна і часта не адбываецца дзялення клеткі на дзве даччыныя.



1. Якія спосабы дзялення характэрныя для клетак пракарыёт? Для эўкарыятычных клетак?

Амітоз, мітоз, меёз, простае дзяленне папалам.

2. Што такое мітоз? Ахарактарызуйце фазы мітозу.

3. У сувязі з чым даччыныя клеткі, утвораныя ў выніку мітозу, атрымліваюць аднолькавую спадчынную інфармацыю? У чым заключаецца біялагічнае значэнне мітозу?

4. Устанавіце адпаведнасць паміж саматычнымі клеткамі чалавека, якія знаходзяцца ў розных перыядах інтэрфазы і мітозу, і колькасцю храмасом і храматыд у гэтых клетках.

1)  $G_1$ -перыяд

2)  $G_2$ -перыяд

3) Прафаза

4) Метафаза

5) Каля кожнага полюса клеткі

ў канцы анафазы

6) У кожнай даччынай клетцы

ў канце тэлафазы

а) 23 храмасомы, 23 храматыды

б) 23 храмасомы, 46 храматыд

в) 46 храмасом, 46 храматыд

г) 46 храмасом, 92 храматыды

5\*. У чым заключаюцца адрозненні паміж мітозам і амітозам? Як вы думаеце, чаму мітоз называюць непрамым дзяленнем клеткі, а амітоз — прамым?

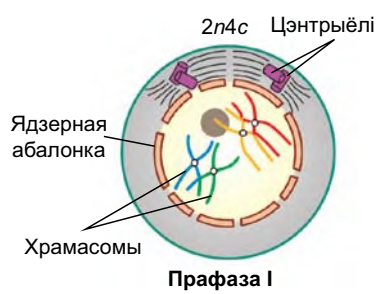
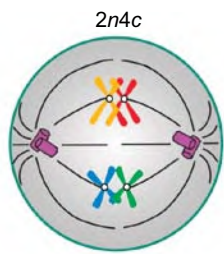
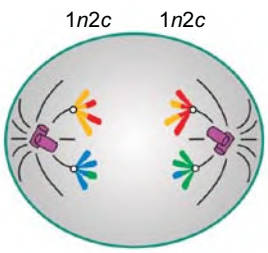
6\*. У ядры клеткі, якая не дзеліцца, спадчыны матэрыял (ДНК) знаходзіцца ў выглядзе аморфнага разасяроджанага рэчыва — храмаціну. Перад дзяленнем храмацін спіралізуюцца і ўтварае кампактныя структуры — храмасомы, а пасля дзялення вяртаецца ў зыходны стан. Для чаго клеткі ажыццяўляюць такія складаныя відазмяненні свайго спадчыннага матэрыялу?

## § 18. Меёз

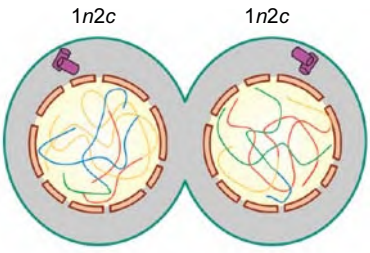
**Меёз** — асаблівы спосаб дзялення эўкарыятычных клетак, у выніку якога з адной мацярынскай клеткі ўтвараюцца *чатыры даччыныя з паменшаным у 2 разы наборам храмасом*. Калі ў меёз уступае дыплоідная клетка ( $2n4c$ ), то ўтвараюцца чатыры гаплоідныя клеткі ( $1n1c$ ). Клеткі з гаплоідным наборам храмасом не здольныя дзяліцца меёзам.

Меёз уяўляе сабой два паслядоўныя дзяленні — меёз I і меёз II. Важна адзначыць, што рэплікацыя ДНК папярэднічае толькі першаму меятычнаму дзяленню. Паміж меёзам I і меёзам II падваення ДНК не адбываецца. Кожнае з двух дзяленняў звычайна ўключае прафазу, метафазу, анафазу і тэлафазу. Разгледзім працэс меятычнага дзялення дыплоіднай клеткі. Першае дзяленне меёзу ажыццяўляецца наступным чынам (табл. 10, с. 96).

Табліца 10. Першае дзяленне меёзу (меёз I)

| Схема                                                                                                | Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Прафаза I</p>   | <p><b>Прафаза I.</b> У ядры пачынаецца спіралізацыя храмаціну. Паступова фарміруюцца двуххраматыдныя храмасомы. Набор храмасом і храматыд у клетцы адлюстроўваецца запісам <math>2n4c</math>. Гамалагічныя храмасомы парамі збліжаюцца і злучаюцца адна з адной. Гэты працэс называецца <i>кан'югацыяй</i> гамалагічных храмасом. Паміж храматыдамі гамалагічных храмасом можа адбывацца абмен адпаведнымі ўчасткамі — <i>кросінговер</i>. Адначасова з гэтым у клетцы пачынаецца ўтварэнне верацяна дзялення. У канцы прафазы I знікаюць ядзеркі і распадаецца ядзерная абалонка</p>                 |
|  <p>Метафаза I</p>  | <p><b>Метафаза I.</b> Завяршаецца фарміраванне верацяна дзялення. Спіралізацыя храмасом дасягае максімуму. Пары гамалагічных храмасом, злучаных адна з адной, размяшчаюцца ў цэнтральнай частцы клеткі. Пры гэтым ніці верацяна дзялення, якія ідуць ад процілеглых полюсаў клеткі, прымацаваны да цэнтрамер розных гамалагічных храмасом. Такім чынам, у кожнай пары адна з храмасом аказваецца звязанай з адным полюсам клеткі, а другая — з процілеглым</p>                                                                                                                                        |
|  <p>Анафаза I</p> | <p><b>Анафаза I.</b> У адрозненне ад мітозу цэнтрамеры храмасом не дзеляцца папалам. Таму ніці верацяна дзялення расцягваюць да процілеглых полюсаў клеткі не сястрынскія храматыды, як пры мітозе, а гамалагічныя храмасомы. Такім чынам, дыплоідны набор <math>2n4c</math> дзеліцца на два гаплоідныя наборы, якія пасля трапяць у розныя даччыныя клеткі. Кожная храмасома складаецца з дзвюх храматыд, якія ў выніку кросінговера ўжо не ідэнтычныя адна адной. Такім чынам, у канцы анафазы I набор храмасом і храматыд каля кожнага полюса клеткі, якая дзеліцца, складае <math>1n2c</math></p> |

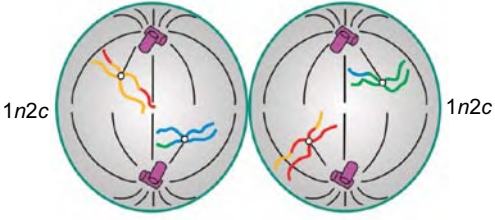
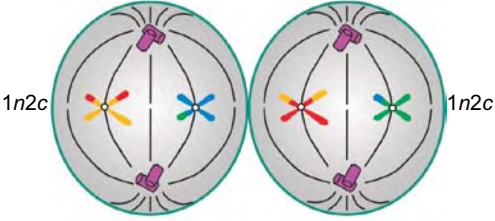
## Працяг

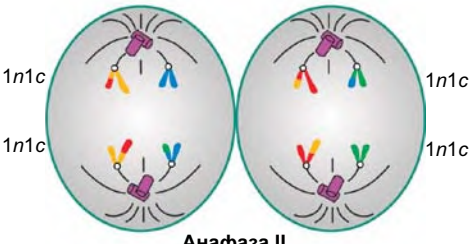
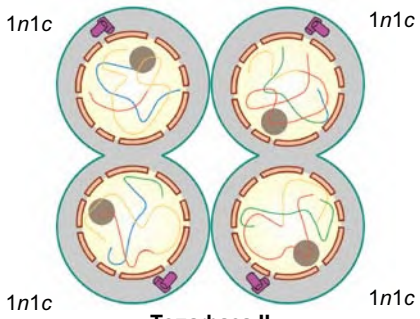
| Схема                                                                                               | Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Тэлафаза I</p> | <p><b>Тэлафаза I.</b> Верацяно дзялення разбураецца. Адбываецца дэспіралізацыя храмасом і фарміраванне двух ядраў. Далей клетка раздзяляецца на дзве даччыныя. Яны змяшчаюць гаплоідны набор храмасом, кожная храмасома складаецца з дзвюх храматыд (<math>1n2c</math>)</p> |



Прамежак часу паміж першым і другім дзяленнямі меёзу звычайна вельмі кароткі. У гэты перыяд, як адзначалася, не ажыццяўляецца рэплікацыя ДНК. Кожная з дзвюх клетак, якія ўтварыліся ў выніку меёзу I, уступае ў меёз II. Гэта дзяленне працякае аналагічна мітозу (табл. 11).

Табліца 11. Другое дзяленне меёзу (меёз II)

| Схема                                                                                                  | Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>Прафаза II</p>   | <p><b>Прафаза II.</b> У выніку спіралізацыі храмаціну фарміруюцца двуххраматыдныя храмасомы (набор <math>1n2c</math>). У гэты ж час пачынаецца ўтварэнне верацяна дзялення. Пасля распаду ядзернай абалонкі асобныя храмасомы хаатычна размяшчаюцца ў гіялаплазме</p> |
|  <p>Метафаза II</p> | <p><b>Метафаза II.</b> Завяршаецца фарміраванне верацяна дзялення. Храмасомы, якія дасягнулі максімальнай спіралізацыі, размяшчаюцца ў цэнтральнай частцы клеткі. Ніці верацяна дзялення злучаюць цэнтрамеры кожнай храмасомы з двума процілеглымі полюсамі</p>       |

| Схема                                                                                                                                   | Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p style="text-align: center;"><b>Анафаза II</b></p>  | <p><b>Анафаза II.</b> Адбываецца раздзяленне цэнтрамер. Сястрынскія храматыды (цяпер ужо даччыныя храмосомы) расцягваюцца да розных полюсаў клеткі. У канцы анафазы II набор храмасом і храматыд каля кожнага полюса складае <math>1n1c</math></p> |
|  <p style="text-align: center;"><b>Тэлафаза II</b></p> | <p><b>Тэлафаза II.</b> Храмосомы дэспіралізуюцца, фарміруюцца ядры, і адбываецца раздзяленне клетак. Пры гэтым утвараюцца чатыры даччыныя клеткі з наборам <math>1n1c</math></p>                                                                   |

Такім чынам, у выніку першага дзялення меёзу зыходная мацярынская клетка ( $2n4c$ ) падзялілася на дзве даччыныя. Набор храмасом у гэтых клетках ужо паменшыўся ўдвая, аднак кожная храмосома ўсё яшчэ прадстаўлена дзвюма храматыдамі ( $1n2c$ ). Другое дзяленне, якое праходзіць па тыпе мітозу, суправаджаецца разыходжаннем сястрынскіх храматыд. Таму вынікам другога дзялення з'яўляецца ўтварэнне чатырох гаплоідных клетак з аднахраматыднымі храмасомамі ( $1n1c$ ).



Меёз — больш працяглы працэс, чым мітоз. Напрыклад, у ржы ён працякае больш за 2 сут, у рэпчатой цыбулі — каля 4 сут. Меятычнае дзяленне клетак мышы займае прыкладна тыдзень. Меёз, які праходзіць пры ўтварэнні сперматазоідаў чалавека, доўжыцца прыблізна 25 дзён. Самай працяглай стадыяй меёзу з'яўляецца прафаза I.

**Біялагічнае значэнне меёзу.** У жывёл і чалавека шляхам меёзу ўтвараюцца гаметы — гаплоідныя палавыя клеткі. У выніку наступнага апладнення фарміруецца зігота з двойным наборам храмасом, з якой развіваецца новы арганізм. Ён з'яўляецца дыплоідным, як і яго бацькі, а значыць, захоўвае ўласцівы дадзенаму віду арганізмаў карыятып. Без меёзу, які прыводзіць

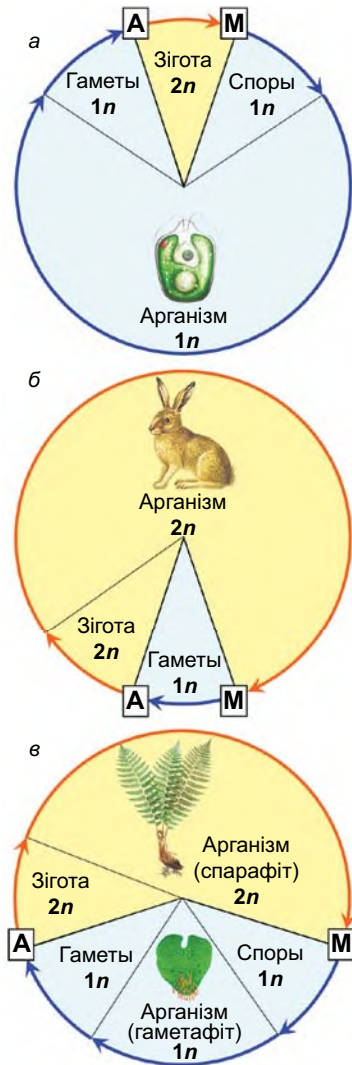
да памяншэння набору храмасом у 2 разы, палавое размнажэнне суправаджалася б падваеннем ліку храмасом у кожным новым пакаленні. У раслін, многіх водарасцей і грыбоў меёз прыводзіць да фарміравання спор, з дапамогай якіх ажыццяўляецца бясплае размнажэнне.

Кросінговер, які адбываецца ў прафазе I, прыводзіць да перакамбінацыі спадчыннага матэрыялу паміж гамалагічнымі храмасомамі. У анафазе I гамалагічныя храмасомы кожнай пары выпадковым чынам, незалежна ад іншых пар, разыходзяцца да розных полюсаў клеткі. У анафазе II тое ж самае адбываецца з сясцрынскімі храматыдамі. Усе гэтыя працэсы з'яўляюцца важнымі крыніцамі *камбінацыйнай зменлівасці* (будзе разгледжана падрабязна ў раздзеле 6), якая забяспечвае з'яўленне разнастайнага патомства як пры палавым размнажэнні, так і пры размнажэнні спорами.

**Месца меёзу і апладнення ў жыццёвым цыкле арганізмаў.** Большасць відаў эўкарыятычных арганізмаў уласціва палавое размнажэнне. Пры гэтым у жыццёвым цыкле адбываецца чаргаванне гаплоідных ( $1n$ ) і дыплоідных ( $2n$ ) стадый развіцця — *змена ядзерных фаз*.

Ключавую ролю ў змене ядзерных фаз адыгрываюць такія працэсы, як *меёз* і *апладненне*. Дзякуючы меёзу ажыццяўляецца пераход з дыплоіднай фазы ў гаплоідную. Аднаўленне дыплоіднага набору храмасом адбываецца ў выніку апладнення. У залежнасці ад месца меёзу і апладнення ў цыклах развіцця працягласць гаплоіднай і дыплоіднай фаз у розных груп арганізмаў можа істотна адрознівацца.

Напрыклад, у некаторых водарасцей (хламідаманада і інш.) і многіх грыбоў усе стадыі жыццёвага цыклу гаплоідны, за выключэннем зіготы (мал. 51, а). Першае дзяленне дыплоіднай зіготы, якая ўзнікла ў выніку апладнення, ажыццяўляецца шляхам меёзу. З утвораных



Мал. 51. Схемы жыццёвых цыклаў з рознай працягласцю гаплоіднай і дыплоіднай фаз: а — цыкл развіцця хламідаманады; б — млекакормячага; в — папараці. М — меёз, А — апладненне

гаплоідных клетак — спор — развіваюцца арганізмы, якія маюць набор храмасом  $1n$ . Утварэнне гамет у такіх арганізмаў адбываецца за кошт мітозу. Далей гаметы парамі зліваюцца, у зігоце аднаўляецца дыплоідны набор храмасом, і цыкл замыкаецца.

Для жывёл, наадварот, характэрны жыццёвы цыкл, у якім усе стадыі развіцця дыплоідныя, і толькі палавыя клеткі змяшчаюць гаплоідны набор храмасом (мал. 51, б). Меёз у жывёл непасрэдна папярэднічае ўтварэнню гамет. Гаметы неўзабаве зліваюцца, і з зіготы развіаецца асобіна з дыплоідным наборам храмасом.

У раслін у цыкле развіцця заканамерна змяняюць адно аднаго два пакаленні арганізмаў: гаплоіднае — *гаметафіт* і дыплоіднае — *спарафіт* (мал. 51, в). Гаметафіт — гэта палавое пакаленне, якое ўтварае гаметы шляхам мітозу. Пасля апладнення з зіготы, што змяшчае двайны набор храмасом, развіаецца дыплоідны спарафіт — бясплае пакаленне. Спарафіт шляхам меёзу фарміруе споры з наборам  $1n$ . З гэтых спор далей развіваюцца гаплоідныя гаметафіты.

Дыплоідны набор храмасом у параўнанні з гаплоідным забяспечвае больш надзейнае захаванне спадчыннай інфармацыі. З курса біялогіі 10-га класа вы ведаеце, што арганізмы, якія змяшчаюць двайны набор храмасом, здольныя лепш адаптавацца да зменлівых ўмоў асяроддзя, чым гаплоідныя. Таму ў працэсе эвалюцыі, пры пераходзе ад прымітыўных форм жыцця да больш дасканалых, ступень развіцця гаплоіднай фазы і яе працягласць у жыццёвым цыкле арганізмаў памяншалася, а дыплоіднай, наадварот, узрасла.



Меёз — асаблівы спосаб дзялення клетак эўкарыёт, у выніку якога з адной мацярынскай клеткі ўтвараюцца чатыры даччыныя з паменшаным у 2 разы наборам храмасом. Меёз перашкаджае падваенню ліку храмасом пры палавым размнажэнні. Кросінговер, які працякае у прафазе I, незалежнае разыходжанне гамалагічных храмасом у анафазе I і сястрынскіх храматыд у анафазе II служыць важнымі крыніцамі камбінатыўнай зменлівасці арганізмаў. Меёз і апладненне забяспечваюць змену ядзерных фаз у жыццёвым цыкле арганізмаў, якім уласціва палавое размнажэнне.



1. Колькі даччыных клетак і з якім наборам храмасом утвараецца з адной дыплоіднай клеткі ў выніку: а) мітозу; б) меёзу?

Дзве гаплоідныя, дзве дыплоідныя, чатыры гаплоідныя, чатыры дыплоідныя.

2. Што ўяўляе сабой кан'югацыя храмасом? У якой фазе меёзу адбываецца кросінговер? Якое значэнне мае гэты працэс?

3. Якія падзеі, што працякаюць у меёзе, забяспечваюць памяншэнне ў два разы набору храмасом у даччыных клетках?

4. У чым заключаецца біялагічнае значэнне меёзу?

5\*. Параўнайце мітоз і меёз, выявіце рысы падабенства і адрозненні. У чым заключаецца галоўнае адрозненне меёзу ад мітозу?

6\*. Як вы лічыце, чаму меёз характэрны толькі для тых відаў жывых арганізмаў, якім уласціва палавое размнажэнне? Якую ролю ў жыццёвым цыкле гэтых арганізмаў адыгрывае працэс апладнення?

## § 19. Будова і ўтварэнне палавых клетак

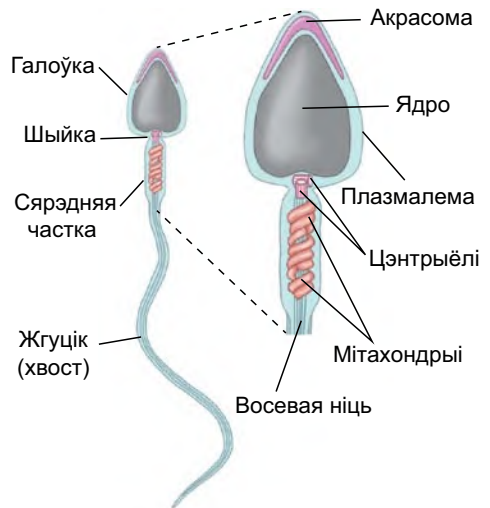
Як ужо адзначалася, большая частка відаў эўкарыёт валодае здольнасцю да палавога размнажэння. Вам таксама вядома, што спецыялізаваныя клеткі, якія забяспечваюць палавое размнажэнне арганізмаў, называюцца **палавымі клеткамі** ці **гаметамі**. Іх зліццё (за выключэннем выпадкаў партэнагенезу) прыводзіць да ўтварэння зіготы, з якой у далейшым развіваецца новая асобіна.

Для большасці арганізмаў, акрамя некаторых пратыстаў і грыбоў, характэрна ўтварэнне гамет двух тыпаў — мужчынскіх і жаночых. Яны істотна адрозніваюцца па памерах, будове і фізіялагічных уласцівасцях. Мужчынскія палавыя клеткі звычайна значна меншыя за жаночыя і валодаюць рухомасцю — гэта *сперматазоіды*. У насенных раслін мужчынскія гаметы — *сперміі* — нерухомыя. Жаночыя палавыя клеткі называюцца *яйцаклеткамі*.

**Гаметагенез** — працэс ўтварэння палавых клетак — у мнагаклетачных арганізмаў, як правіла, працякае ў спецыяльных органах. Напрыклад, у жывёл, за выключэннем самых прымітыўных (напрыклад, кішачнаполасцевых), гаметагенез ажыццяўляецца ў палавых залозах. Мужчынскія палавыя залозы называюцца *семяннікамі*, жаночыя — *яечнікамі*.

**Будова палавых клетак.** Разгледзім асаблівасці будовы гамет на прыкладзе тыповых палавых клетак жывёл — сперматазоіда і яйцаклеткі.

**Сперматазоіды** жывёл звычайна складаюцца з галоўкі, шыйкі, сярэдняй часткі і жгуціка (хваста), які забяспечвае актыўнае перамяшчэнне (мал. 52). У галоўцы



Мал. 52. Схема будовы сперматазоіда