



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?

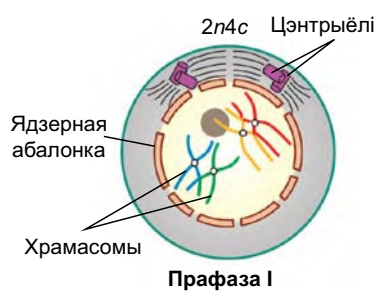
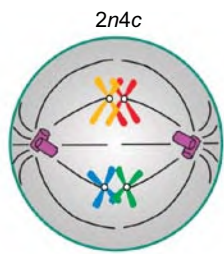
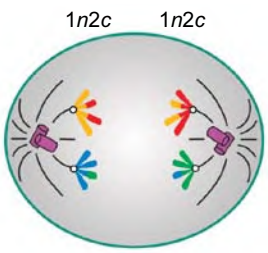
6*. У ядры клеткі, якая не дзеліцца, спадчынны матэрыял (ДНК) знаходзіцца ў выглядзе аморфнага разасяроджанага рэчыва — храмаціну. Перад дзяленнем храмацін спіралізуюцца і ўтвараюць кампактныя структуры — храмасомы, а пасля дзялення вяртаюцца ў зыходны стан. Для чаго клеткі ажыццяўляюць такія складаныя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

§ 18. Меёз

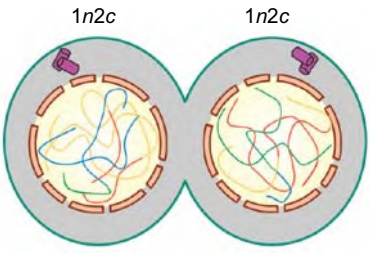
Меёз — асаблівы спосаб дзялення эўкарыятычных клетак, у выніку якога з адной мацярынскай клеткі ўтвараюцца *чатыры даччыныя з паменшаным у 2 разы наборам храмасом*. Калі ў меёз уступае дыплоідная клетка ($2n4c$), то ўтвараюцца чатыры гаплоідныя клеткі ($1n1c$). Клеткі з гаплоідным наборам храмасом не 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
 Прафаза I	Прафаза I. У ядры пачынаецца спіралізацыя храмаціну. Паступова фарміруюцца двуххраматыдныя храмасомы. Набор храмасом і храматыд у клетцы адлюстроўваецца запісам $2n4c$. 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
 Метафаза I	Метафаза I. 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
 Анафаза I	Анафаза I. 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 $2n4c$ 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 $1n2c$

Працяг

Схема	Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца
 Тэлафаза I	Тэлафаза I. 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 ($1n2c$)



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)

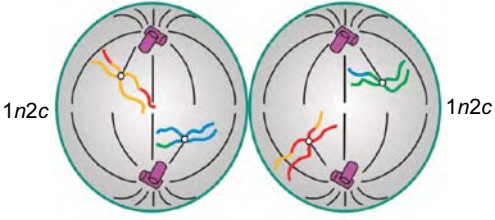
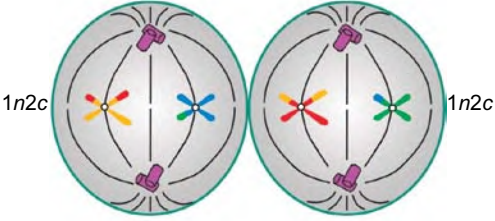
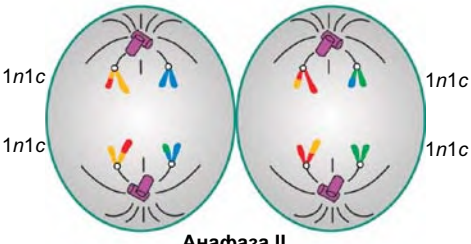
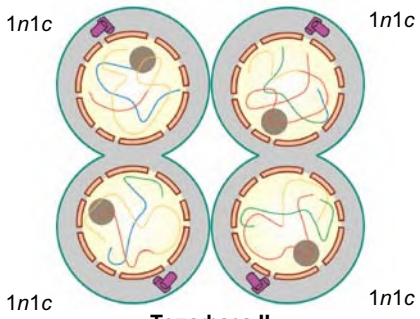
Схема	Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца
 Прафаза II	Прафаза II. У выніку спіралізацыі храмаціну фарміруюцца двуххраматыдныя храмасомы (набор $1n2c$). У гэты ж час пачынаецца ўтварэнне верацяна дзялення. Пасля распаду ядзернай абалонкі асобныя храмасомы хаатычна размяшчаюцца ў гіялаплазме
 Метафаза II	Метафаза II. 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

Схема	Фаза і працэсы, якія ў ёй адбываюцца
 Анафаза II	Анафаза II. 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 $1n1c$
 Тэлафаза II	Тэлафаза II. Храмосомы дэспіралізуюцца, фарміруюцца ядры, і адбываецца раздзяленне клетак. Пры гэтым утвараюцца чатыры даччыныя клеткі з наборам $1n1c$

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 рэпчатай 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

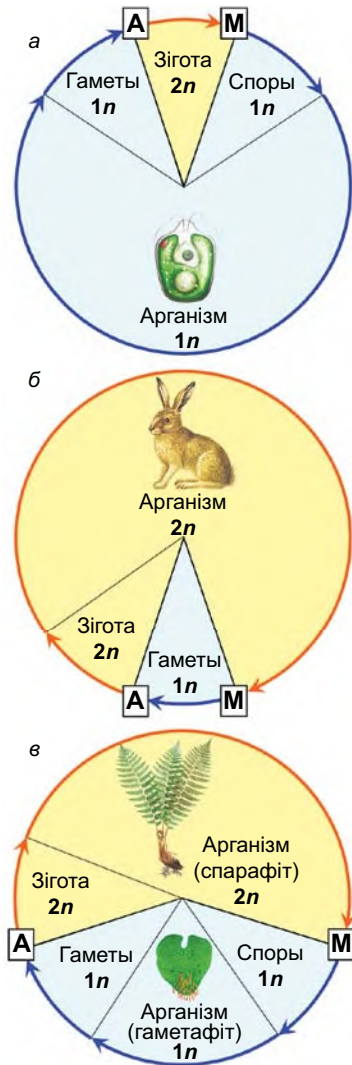
да памяншэння набору храмасом у 2 разы, палавое размнажэнне суправаджалася б падваеннем ліку храмасом у кожным новым пакаленні. У раслін, многіх водарасцей і грыбоў меёз прыводзіць да фарміравання спор, з дапамогай якіх ажыццяўляецца бясплае размнажэнне.

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

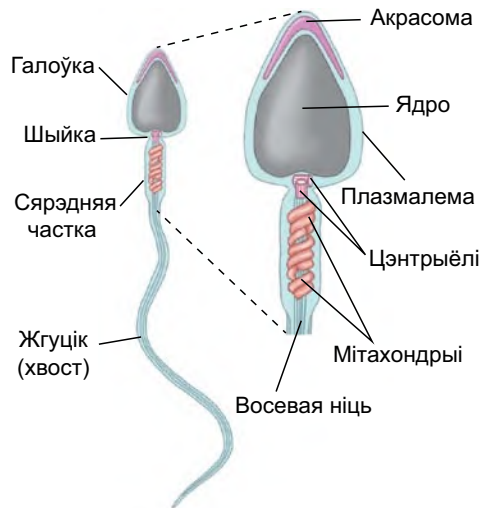
Як ужо адзначалася, большая частка відаў эўкарыёт валодае здольнасцю да палавога размнажэння. Вам таксама вядома, што спецыялізаваныя клеткі, якія забяспечваюць палавое размнажэнне арганізмаў, называюцца **палавымі клеткамі** ці **гаметамі**. Іх зліццё (за выключэннем выпадкаў партэнагенезу) прыводзіць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