

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

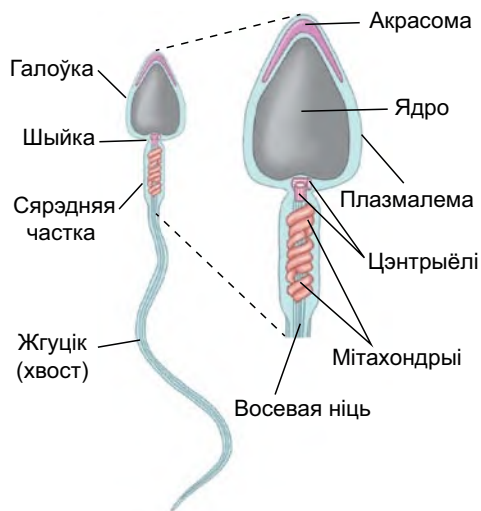
Як ужо адзначалася, большая частка відаў эўкарыёт валодае здольнасцю да палавога размнажэння. Вам таксама вядома, што спецыялізаваныя клеткі, якія забяспечваюць палавое размнажэнне арганізмаў, называюцца **палавымі клеткамі** ці **гаметами**. Іх зліццё (за выключэннем выпадкаў партэнагенезу) прыводзіць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

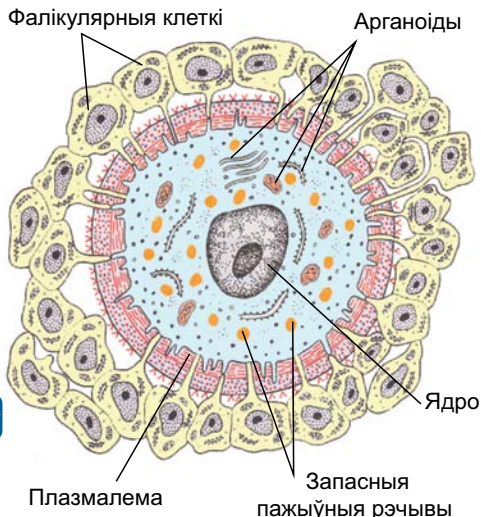


Мал. 52. Схема будовы сперматазоіда

знаходзіцца ядро, перад ім размяшчаецца *акрасома* — асаблівы мембранны пузырок. Ён змяшчае ферменты, якія раствараюць абалонкі яйцаклеткі пры апладненні. У вузкай шыйцы сперматазоіда знаходзяцца дзве цэнтрыёлі. Ад адной з іх бярэ пачатак рухомая *восевая ніць* жгуціка, утвораная мікратрубачкамі. Пачатковы аддзел восевай ніці, які праходзіць праз некалькі пашыраную сярэднюю частку сперматазоіда, акружаны мітахондрыямі. Яны выпрацоўваюць АТФ, неабходную для руху жгуціка.

Такім чынам, сперматазоід пазбаўлены запасу пажыўных рэчываў і змяшчае мінімальную колькасць унутрыклетачных структур, якія забяспечваюць яго рухомасць і здольнасць да апладнення яйцаклеткі. Энергію, неабходную для руху, сперматазоіды атрымліваюць, перш за ўсё, за кошт расщеплення рэчываў, якія змяшчаюцца ў семявай вадкасці вакол іх.

Яйцаклеткі большасці жывёл нерухомыя і звычайна маюць акруглую форму (мал. 53). Жаночая палавая клетка змяшчае буйное ядро і цытаплазму з рознымі арганоідамі, а таксама з запасам пажыўных рэчываў для развіцця зародка. Як правіла, яйцаклеткі значна буйнейшыя за сперматазоіды і большасць саматычных клетак. Так, дыяметр яйцаклеткі чалавека складае 150—200 мкм, у той час як даўжыня сперматазоіда роўна прыблізна 60 мкм пры шырыні галоўкі каля 3 мкм.



Мал. 53. Схема будовы яйцаклеткі

Самыя буйныя жаночыя гаметы характэрны для жывёл, зародкі якіх развіваюцца па-за мацярынскім арганізмам, — птушак, паўзуноў, земнаводных, многіх рыб. Напрыклад, памер яйцаклеткі (ікрынкі) жабы роўны 2 мм, ласасёвых рыб — 6—9 мм. У птушак дыяметр яйцаклетак можа дасягаць некалькіх сантыметраў. Панад плазмалемай яйцаклетка можа быць акружана яшчэ адной ці некалькімі абалонкамі. Яны выконваюць галоўным чынам ахоўную функцыю.

Працэс утварэння мужчынскіх палавых клетак называецца **сперматагенезам**, жаночых — **аагенезам**. Разгледзім праходжанне сперматагенезу і аагенезу на прыкладзе млекакормячых.

Сперматагенез у млекакормячых пачынаецца з перыяду палавога паспявання. Як вы ведаеце з курса біялогіі 9-га і 10-га класаў, утварэнне сперматазоідаў ажыццяўляецца ў *звітых семявых каналах* мужчынскіх палавых залоз — *семяннікоў*. Падчас свайго развіцця папярэднікі сперматазоідаў паступова перамяшчаюцца ад перыферычных зон сценак каналаў да іх прасветаў. У чалавека гэты працэс займае каля 75 сут, пасля чаго сфарміраваныя сперматазоіды выходзяць у прасвет семявага канала. Сперматагенез уключае чатыры перыяды (табл. 12).

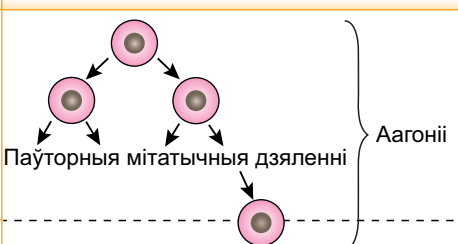
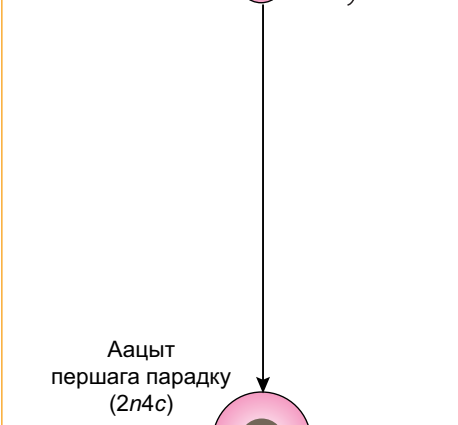
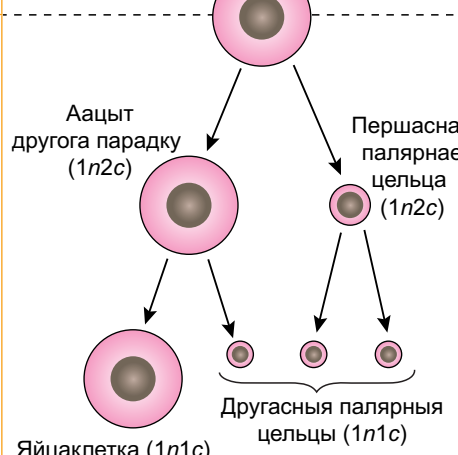
Табліца 12. Сперматагенез у млекакормячых

Перыяд і працэсы, якія ў ім адбываюцца	Схема
1. Перыяд размнажэння. Дыплоідныя папярэднікі мужчынскіх палавых клетак — <i>сперматагоніі</i> — шматразова дзяляцца мітозам. Гэта прыводзіць да істотнага павелічэння ліку сперматагоніяў	
2. Перыяд росту. Сперматагоніі, якія завяршылі мітатычныя дзяленні, пачынаюць расці. З гэтага моманту яны называюцца <i>сперматацытамі першага парадку</i>. Рост сперматацытаў першага парадку не прыводзіць да значнага павелічэння іх памераў	
3. Перыяд паспявання. Сперматацыты першага парадку дзяляцца меёзам. У выніку першага дзялення меёзу з кожнага сперматацыта першага парадку ўтвараюцца 2 гаплоідныя <i>сперматацыты другога парадку</i>, у выніку другога дзялення — 4 гаплоідныя <i>сперматыды</i>	
4. Перыяд фарміравання. Кожная сперматыда ператвараецца ў <i>сперматазоід</i>. Пры гэтым змяняецца форма клеткі, адбываецца ўтварэнне акрасомы, жгуціка і іншых структур, характэрных для спелых мужчынскіх гамет	



Аагенез у млекакормячых пачынаецца яшчэ да нараджэння. Развіццё будучых яйцаклетак адбываецца ў яечніках, унутры асаблівых пузыркоў — *фалікулаў*. У працэсе аагенезу вылучаюць тры перыяды (табл. 13).

Табліца 13. Аагенез у млекакормячых

Перыяд і працэсы, якія адбываюцца ў ім	Схема
1. Перыяд размнажэння. У час эмбрыянальнага развіцця жаночага арганізма дыплоідныя папярэднікі яйцаклетак — <i>аагоніі</i> — шматразова дзяляцца шляхам мітозу. У выніку гэтага колькасць аагоніяў значна ўзрастае	 Паўторныя мітатычныя дзяленні Аагоніі
2. Перыяд росту, як і папярэдні перыяд размнажэння, адбываецца ў ходзе эмбрыянальнага развіцця. Пасля завяршэння мітатычных дзяленняў аагоніі пачынаюць павялічвацца ў памерах. Цяпер яны называюцца <i>аацытамі першага парадку</i>. Іх рост адбываецца перш за ўсё дзякуючы паступленню рэчываў з навакольных фалікулярных клетак і крыві. У гэты перыяд маса і аб'ём клетак, якія растуць, павялічваюцца ў шмат разоў. Рост аацытаў першага парадку завяршаецца яшчэ да нараджэння, пасля чаго яны доўгі час — да наступлення палавой спеласці — захоўваюцца без змянення	 Аацыт першага парадку ($2n4c$)
3. Перыяд паспявання. З наступленнем палавой спеласці аацыты першага парадку перыядычна дзяляцца меёзам. Пры гэтым утвараюцца неаднолькавыя па памеры даччыныя клеткі. Першае дзяленне меёзу прыводзіць да з'яўлення дзвюх гаплоідных клетак — буйнога <i>аацыта другога парадку</i> і дробнай клеткі, якую называюць <i>першасным палярным цельцам</i>. У выніку меёзу II з аацыта другога парадку ўтвараецца вялікая <i>яйцаклетка</i> і маленькае <i>другаснае палярнае цельца</i>. Першаснае палярнае цельца звычайна таксама падзяляецца папалам. У далейшым усе палярныя цельцы гінуць і разбураюцца	 Аацыт другога парадку ($1n2c$) Першаснае палярнае цельца ($1n2c$) Яйцаклетка ($1n1c$) Другасныя палярныя цельцы ($1n1c$)



Меёз, які праходзіць падчас сперматагенезу, суправаджаецца раўнамерным дзяленнем цытаплазмы клетак. У выніку гэтага з кожнага сперматацыта першага парадку ўтвараюцца чатыры аднолькавыя клеткі — сперматыды, якія далей ператвораюцца ў сперматазоіды. Пры аагенезе дзяленне як аацыта першага парадку (меёз I), так і аацыта другога парадку (меёз II) не суправаджаюцца раўнамерным размеркаваннем цытаплазмы паміж даччынымі клеткамі. Addзяленне дробных палярных цельцаў, якія пасля гінучь, забяспечвае выдаленне залішняга спадчыннага матэрыялу з будучай яйцаклеткі. Пры гэтым яна захоўвае максімальны запас пажыўных рэчываў, неабходны для развіцця зародка.



Сперматазоід складаецца з галоўкі, шыйкі, сярэдняй часткі і жгуціка (хваста). Ён пазбаўлены запасу пажыўных рэчываў і мае мінімальную колькасць унутрыклетачных структур, якія забяспечваюць рухомасць і здольнасць да апладнення яйцаклеткі. Яйцаклетка — буйная, звычайна нерухомая клетка, якая змяшчае набор розных арганоідаў і пажыўныя рэчывы для развіцця зародка. У млекакормячых і іншых жывёл працэсы ўтварэння мужчынскіх і жаночых гамет уключаюць некалькі перыядаў. Ключавую ролю ў гэтых працэсах адыгрывае меёз, які праходзіць у перыяд паспявання. Пры сперматагенезе меёз прыводзіць да ўтварэння чатырох аднолькавых даччыных клетак з адной мацярынскай. Пры аагенезе ўтвараецца адна буйная яйцаклетка, якая захавала запас пажыўных рэчываў, і тры дробныя клеткі, якія ў далейшым гінучь.



1. Якія словы прапушчаны ў сказах і заменены літарамі (а—в)?

Нерухомыя мужчынскія гаметы насенных раслін называюцца (а). Рухомыя мужчынскія палавыя клеткі — гэта (б). Жаночыя гаметы называюцца (в).

2. Як будова сперматазоіда і яйцаклеткі звязана з функцыямі, якія выконваюць гэтыя клеткі?

3. Сперматазоіды практычна не змяшчаюць цытаплазмы і пажыўных рэчываў, аднак для руху ім неабходна вялікая колькасць энергіі. Адкуль бярэцца гэта энергія?

4. Якая максімальная колькасць яйцаклетак і другасных палярных цельцаў можа сфарміравацца ў кошкі з чатырох аацытаў першага парадку?

5. Якія працэсы, што адбываюцца ў ходзе аагенезу, забяспечваюць назапашванне ў яйцаклетках вялікай колькасці пажыўных рэчываў?

6*. Параўнайце сперматагенез і аагенез, вызначыце рысы падабенства і адрознення.

ПАДВЯДЗЁМ ВЫНІКІ

Будову і функцыянаванне клетак, працэсы іх размнажэння, старэння і гібелі вывучае цыталогія. Для ўсіх клетак характэрны адзіны прынцып арганізацыі: іх асноўнымі кампанентамі з'яўляюцца паверхневы апарат, цытаплазма і ядро (у эўкарыёт). Паверхневы апарат уключае цытаплазматычную мембрану і надмембранны комплекс. Цытаплазма складаецца з вадкай часткі — гіялаплазмы і пагружаных у яе цыташкілета і арганоідаў. Немембраннымі арганоідамі з'яўляюцца клетачны цэнтр, міяфібрылы і рыбасомы. Да аднамембранных арганоідаў належаць эндаплазматычная сетка, комплекс Гольджы, лізасомы і вакуолі. Мітахондрыі і пластыды — гэта двухмембранныя арганоіды. Ядро клеткі змяшчае малекулы ДНК, якія забяспечваюць захоўванне і рэалізацыю спадчыннай інфармацыі.

У сувязі з асаблівасцямі будовы клетак арганізмы падзяляюцца на дзве групы — пракарыёты і эўкарыёты. У адрозненне ад эўкарыятычных клеткі пракарыёт пазбаўлены ядра і мембранных арганоідаў. Пракарыётамі з'яўляюцца бактэрыі. Да эўкарыёт належаць расліны, жывёлы, грыбы і пратысты. Паміж клеткамі арганізмаў розных царстваў ёсць некаторыя адрозненні.

Клетачны цыкл складаецца з інтэрфазы і дзялення клеткі. У G_1 -перыядзе інтэрфазы клетка расце і рыхтуецца да рэплікацыі, у S -перыядзе адбываецца рэплікацыя, у G_2 -перыядзе завяршаецца падрыхтоўка да дзялення. Рэплікацыя ДНК адбываецца з удзелам фермента ДНК-полімеразы, якая выкарыстоўвае ланцугі зыходнай мацярынскай малекулы ў якасці матрыц для сінтэзу даччыных ланцугоў. У выніку ўтвараюцца дзве аднолькавыя малекулы ДНК. Кожная з іх змяшчае адзін ланцуг мацярынскай малекулы і адзін толькі што сінтэзаваны даччыны ланцуг.

Клеткі эўкарыёт могуць дзяліцца мітозам, амітозам ці меёзам. У выніку мітозу з мацярынскай клеткі ўтвараюцца дзве даччыныя з такім жа наборам храмасом, у выніку меёзу — чатыры даччыныя з наборам, паменшаным у 2 разы. У жывёл меёз адыгрывае ключавую ролю ў працэсах сперматагенезу і аагенезу і забяспечвае ўтварэнне гаплоідных гамет з зыходных дыплоідных клетак. Пры мітозе і меёзе малекулы ДНК раўнамерна размяркоўваюцца паміж даччынымі клеткамі. Пры амітозе гэтага не адбываецца, паколькі клетачнае ядро дзеліцца перацяжкай без спіралізацыі храмаціну і фарміравання верацяна дзялення.