

Складаныя пытанні. 1. Вызначыце адпаведнасць паміж аднаклетачнымі арганізмамі і спосабамі іх бясплага размнажэння. Арганізмы: дрожджы, кішачная палачка, амёба звычайная, хларэла, хламідаманада. Спосабы бясплага размнажэння: дзяленне клеткі, спораўтварэнне, пачкаванне. **2.** Складзіце пары «спосаб бясплага размнажэння ў мнагаклетачных — арганізм». Спосабы бясплага размнажэння: спораўтварэнне, пачкаванне, фрагментацыя, вегетатыўнае размнажэнне. Арганізмы: дажджавы чарвяк, пеніцыл, пырнік, гідра, фіялка, галаўнёвы грыб, вяргіня. **3.** Які са спосабаў размнажэння арганізмаў (вегетатыўнае, бясплае, палавое) узнік пазней у працэсе развіцця арганічнага свету? Дайце аргументаваны адказ з выкарыстаннем дадатковай інфармацыі.

§ 30. Паняцце палавога размнажэння і палавога працэсу

- **Успомніце**, па якіх асаблівасцях можна адрозніць палавое размнажэнне ад бясплага.
- **Як вы думаеце?** Чым адрозніваюцца паняцці «палавое размнажэнне» і «палавы працэс»? Ці ёсць адрозненні ў працэсах утварэння мужчынскіх і жаночых палавых клетак у млекакормячых?
- **Вы даведаецеся** пра сутнасць паняццяў «палавое размнажэнне» і «палавы працэс», як працякаюць працэсы ўтварэння мужчынскіх і жаночых палавых клетак у млекакормячых, што ў іх агульнае і ў чым адрозненне.

Паняцце палавога размнажэння і палавога працэсу. Як вы ўжо ведаеце з папярэдняга параграфу, палавое размнажэнне працякае з удзелам палавых клетак (гамет). Яно забяспечвае спадчынную разнастайнасць патомства і павышае яго прыстасаванасць да ўмоў асяроддзя пражывання.

Палавы працэс — біялагічная з’ява, якая прыводзіць да абмену спадчынным матэрыялам паміж асобінамі аднаго віду або да яго аб’яднання, што стварае ўмовы для ўзнікнення разнастайнасці спадчыннай інфармацыі.

Палавы працэс уяўляе сабой пачатак палавога размнажэння, які адбываецца з удзелам гамет. Але гэтыя дзве з’явы нельга атаясамліваць, бо палавы працэс не заўсёды прыводзіць да павелічэння колькасці асобін. Часам палавы працэс атаясамліваюць з апладненнем, гэта значыць зліццём жаночай і мужчынскай гамет. Гэтага таксама рабіць нельга, паколькі палавы працэс можа працякаць і без удзелу гамет (водарасці, інфузорыі).

Формаў палавога працэсу з’яўляюцца кан’югацыя і капуляцыя.

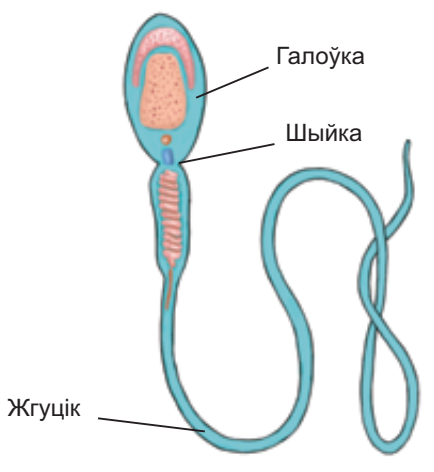
Кан’югацыя — асаблівая форма палавога працэсу, пры якой адбываецца кантакт аднаклетачных арганізмаў або саматычных клетак



мнагаклетачных арганізмаў з утварэннем цытаплазматычных мосцікаў для пераходу ядраў ці ўсяго змесціва клетак. Кан'югацыя ў аднаклетачных арганізмаў (інфузоры) некалькі адрозніваецца ад кан'юнкцыі ў мнагаклетачных водарасцей (спірагіра). У інфузорый (інфузорыя тугелька) у час кан'югацыі дзве асобіны ўступаюць у кантакт і па цытаплазматычным мосціку абменьваюцца рухомымі малымі ядрамі. Вялікія ядры ў іх гінуць і ў палавым працэсе не ўдзельнічаюць. Пры гэтым не адбываецца павелічэння колькасці асобін, але забяспечваецца перакамбінацыя спадчыннага матэрыялу. У водарасцей (спірагіра) праз цытаплазматычны мосцік адбываецца накіраваны перанос усяго змесціва з адной вегетатыўнай клеткі ў іншую. У выніку ўтвараецца буйная клетка, якая падзяляецца на дзве даччыныя клеткі. Яны даюць пачатак дзюм новым асобінам. Пры гэтым колькасць асобін павялічваецца, бо ў кан'югацыі могуць удзельнічаць шмат якія клеткі мнагаклетачных нітак водарасці.

Капуляцыя (зліццё) — форма палавога працэсу, пры якой у мнагаклетачных і аднаклетачных арганізмаў дзве клеткі (гаметы), што адрозніваюцца па поле, зліваюцца і ўтвараюць зіготу з адным ядром і новым наборам спадчыннага матэрыялу. З зіготы развіваецца новы арганізм.

З будовай мужчынскіх і жаночых палавых клетак чалавека вы пазнаёміліся ў курсе біялогіі 9-га класа. Вядома, што галоўным адрозненнем палавых клетак ад саматычных з'яўляецца наяўнасць палавіннага набору храмасом аднаго з бацькоў.



Мал. 44. Будова сперматазоіда

Мужчынскія палавыя клеткі — *сперматазоіды* — дробныя, рухомыя клеткі, якія перамяшчаюцца з дапамогай аднаго ці некалькіх жгуцікаў. Форма мужчынскіх палавых клетак у розных відаў жывёл розная. Для пазваночных жывёл найбольш тыповыя сперматазоіды, якія маюць галоўку, шыйку і доўгі жгуцік для актыўнага перамяшчэння (мал. 44). Менавіта такую будову маюць сперматазоіды чалавека.

Жаночая палавая клетка — *яйца-клетка* — буйная, нерухомая клетка, якая змяшчае запас пажыўных рэчываў (жаўток). Яйцаклетка звычайна значна буйнейшая за саматычныя клеткі і час-

цей за ўсё мае сферычную форму (мал. 45). Асабліва вялікіх памераў дасягаюць яйцаклеткі жывёл, эмбрыянальнае развіццё якіх адбываецца па-за целамаці (яйкі птушак і рэптылій, ікра амфібіяў і рыб). Яны маюць вельмі вялікі запас жаўтка.

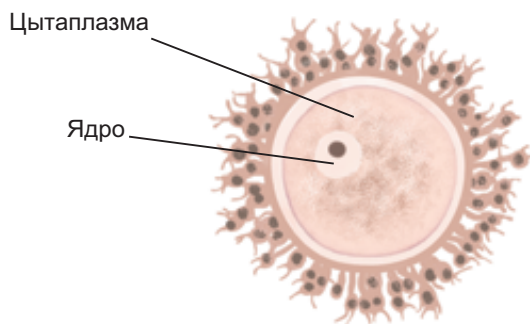
Асаблівасці ўтварэння палавых клетак у жывёл. Працэс утварэння і развіцця палавых клетак у жывёл працякае ў спецыяльных палавых залозах — ганадах. Аднак у кішачнаполасцевых палавых залозах адсутнічаюць, і палавыя клеткі ўтвараюцца з рэзервовых саматычных клетак.

Сперматазоіды і яйцаклеткі звычайна фарміруюцца адпаведна асобінамі мужчынскага і жаночага полу. Віды, у якіх арганізмы падзяляюцца на самцоў і самак, называюцца *раздзельнаполымі*. Сустрэкаюцца віды, у якіх адзін і той жа арганізм можа ўтвараць як мужчынскія, так і жаночыя палавыя клеткі. Такія арганізмы называюцца *гермафрадытамі*. Гермафрадытызм назіраецца шмат у якіх відаў малюскаў, плоскіх і кольчатых чарвей, але практычна не сустракаецца ў хордавых жывёл.

Працэс утварэння палавых клетак у жывёл уключае шэраг складаных пераўтварэнняў зыходных мацярынскіх клетак-папярэдніц.

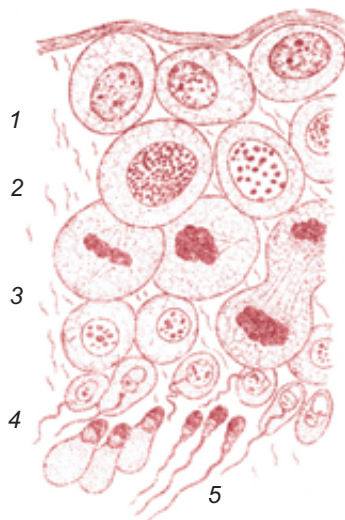
Мужчынскія палавыя клеткі ўтвараюцца ў мужчынскіх палавых залозах — *семянніках*. Семяннікі млекакормячых жывёл складаюцца з вітых *семянных канальцаў*. У сценах канальцаў клеткі знаходзяцца на розных стадыях развіцця і фарміруюць зоны: размнажэння, росту, выпявання і фарміравання (мал. 46).

Працэс утварэння мужчынскіх палавых клетак пачынаецца ў перыяд палавога выпявання і доўжыцца на працягу ўсяго



Мал. 45. Будова яйцаклеткі

Мал. 46. Схема будовы сценкі семявага канальца млекакормячых: 1 — зона размнажэння; 2 — зона росту; 3 — зона выпявання; 4 — зона фарміравання; 5 — сперматазоіды



жыцця. Ён уключае чатыры перыяды: размнажэнне, рост, выпяванне і фарміраванне.

Кожны перыяд працякае ў аднайменнай зоне сценкі семявага канала і характарызуецца спецыфічнымі працэсамі ўтварэння пэўнага тыпу клетак. У перыяд размнажэння мацярынскія клеткі-папярэдніцы шматразова падзяляюцца без стадыі росту паміж дзяленнямі. Утвараецца вялікая колькасць дробных клетак, ідэнтычных мацярынскім. Яны перамяшчаюцца ў зону росту, дзе павялічваюцца ў памерах за кошт запасання цытаплазмы. Далей яны перамяшчаюцца ў зону выпявання, дзе перажываюць два дзяленні з памяншэннем удвая ліку храмасом. У зоне фарміравання ў кожнай клеткі з'яўляюцца галоўка, шыйка і жгуцік, і яна ператвараецца ў сперматазоід. Такім чынам, з кожнай мацярынскай клеткі-папярэдніцы ўтвараецца 4 сперматазоіды. У мужчын сперматазоіды ўтвараюцца бесперапынна — прыкладна 125 млн штодня — і тэрэтычна ўвесь час здольныя да апладнення.

Развіццё жаночых палавых клетак — яйцаклетак — пачынаецца ў жаночых палавых залозах — **яечніках**, а выпяванне яйцаклетак адбываецца ў матачнай трубе. Працэс утварэння яйцаклетак уключае тры перыяды: размнажэнне, рост і выпяванне, у ходзе якіх працякаюць працэсы, падобныя да перыядаў утварэння сперматазоідаў. Перыяд размнажэння мацярынскіх клетак-папярэдніц у жанчыны пачынаецца яшчэ ў час унутрычэраўнага развіцця і заканчваецца да моманту нараджэння. Колькасць яйцаклетак, якія ўтвараюцца ў жанчын на працягу жыцця, індывідуальная і вагаецца ў межах 400—500.

Асаблівасць працэсу ўтварэння жаночых палавых клетак у параўнанні з утварэннем сперматазоідаў заключаецца ў тым, што ў жанчыны ён спыняецца пасля надыходу *менапаўзы (клімаксу)* — згасання гарманальнай функцыі яечнікаў.



■ **Паўторым галоўнае.** Палавы працэс забяспечвае абмен спадчынным матэрыялам паміж асобінамі і стварае ўмовы для ўзнікнення разнастайнасці спадчыннай інфармацыі. Формамі палавога працэсу з'яўляюцца кан'югацыя і капуляцыя. Пры палавым размнажэнні палавы працэс працякае ў форме капуляцыі. У жывёл мужчынскія палавыя клеткі — сперматазоіды — утвараюцца ў семяніках. Працэс іх утварэння працякае ў семявых каналах і ўключае перыяды размнажэння, росту, выпявання і фарміравання. Жаночыя палавыя клеткі — яйцаклеткі — утвараюцца ў яечніках. У працэсе іх утварэння адсутнічае перыяд фарміравання.



? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Дайце азначэнне паняццяў «палавы працэс» і «палавое размнажэнне». 2. Якія формы палавога працэсу вядомыя? Чым яны адрозніваюцца адна ад адной? 3. Ахарактарызуе будову сперматазоіда з пункту гледжання адпаведнасці яго функцыі.

Складаныя пытанні. 1. Параўнайце працэсы ўтварэння яйцаклетак і сперматазоідаў. Выкарыстоўваючы дадатковыя крыніцы інфармацыі, вызначыце, у чым іх істотныя адрозненні. 2. Чаму ў мужчын здольнасць да ўтварэння палавых клетак захоўваецца да канца жыцця, а ў жанчын — толькі да надыходу менапаўзы? Дайце аргументаваны адказ.



§ 31. Асемянненне і апладненне ў жывёл. Спосабы палавога размнажэння ў жывёл

- **Успомніце**, якія формы палавога працэсу існуюць у прыродзе. Што такое капуляцыя? Як адбываецца ўтварэнне палавых клетак у жывёл?
- **Як вы думаеце?** Якія патрабуюцца ўмовы, каб адбыўся працэс апладнення? Ці магчыма палавое размнажэнне без апладнення?
- **Вы даведаецеся**, што ў залежнасці ад спосабу асемяннення апладненне можа быць знешнім або ўнутраным, што палавое размнажэнне можа адбывацца як з апладненнем, так і без яго.

Асемянненне і апладненне ў жывёл. Як вядома, палавое размнажэнне ў жывёл суправаджаецца палавым працэсам у форме капуляцыі. Пры гэтым зліццё яйцаклеткі і сперматазоіда з утварэннем зіготы называецца **апладненнем**. Збліжэнне мужчынскай і жаночай палавых клетак перад апладненнем называецца **асемянненнем**. Працэс асемяннення абумоўлены сукупнасцю фактараў, якія павышаюць верагоднасць сустрэчы палавых клетак. Да іх належаць: палавая актыўнасць самцоў і самак, залішняя прадукцыя сперматазоідаў, буйныя памеры яйцаклетак, вылучэнне палавымі клеткамі спецыфічных рэчываў, якія спрыяюць іх збліжэнню, палавыя паводзіны.

► **Гэта цікава.** Самцы дрэўных жаб, надзьмуўшы галасавыя мяшкі, спяваюць хорам, каб прывабіць самак. Самцы цвыркуноў, саранчы, конікаў для прыцягнення самак стракочуць за кошт трэння адной часткі цела аб іншую. Самкі камароў у перыяд спарвання прывабляюць самцоў характэрным піскам, які выклікаюць крыламі. Самцы звычайных трытонаў у шлюбны перыяд упрыгожаны спінным грэбнем і падобныя да маленькіх рознакаляровых драконаў. Самец каўнерыкавага рабчыка прывабляе самак пры дапамозе гукаў, якія нагадваюць барабанны дроб, — іх рабчык стварае, стоячы на пні і стукаючы крыламі.

У залежнасці ад таго, дзе адбываецца працэс асемяннення — у водным асяроддзі ці ў палавых шляхах самкі, адрозніваюць два спосабы апладнення: знешняе і ўнутранае. Адметныя асаблівасці гэтых спосабаў паказаны ў табліцы 17.

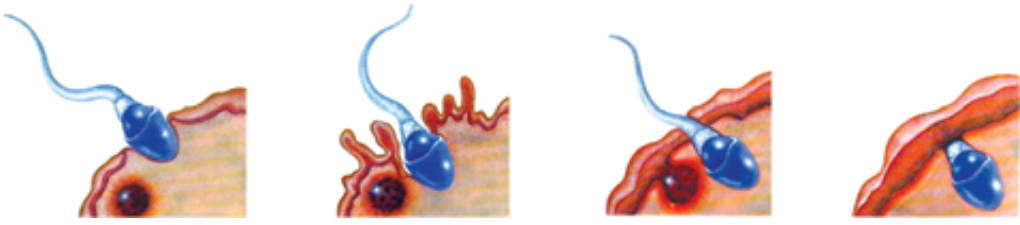
Табліца 17. Параўнальная характарыстыка знешняга і ўнутранага спосабаў апладнення ў жывёл

Знешняе апладненне	Унутранае апладненне
Не патрабуецца сустрэчы палавых партнёраў	Неабходна сустрэча самца і самкі
Неабходна вялікая колькасць палавых клетак абодвух тыпаў	Не патрабуецца вялікай колькасці жаночых палавых клетак
Капулятыўныя органы адсутнічаюць	Маюцца капулятыўныя органы
Мужчынскія і жаночыя палавыя клеткі вылучаюцца ў навакольнае асяроддзе	Мужчынскія палавыя клеткі ўводзяцца ў палавыя шляхі самкі, дзе знаходзяцца жаночыя палавыя клеткі
Апладненне адбываецца ў водным асяроддзі	Апладненне адбываецца ў палавых шляхах самкі

Знешняе апладненне сустракаецца ў водных жывёл: многашчацінковых чарвей, двухстворкавых малюскаў, касцявых рыб, земнаводных. Перавага знешняга апладнення заключаецца ў тым, што яно прыводзіць да ўтварэння шматлікага патомства. Аднак недахопам яго з'яўляецца наяўнасць экалагічных небяспек, якія значна зніжаюць верагоднасць выжывання патомства. Як вядома, жывёлы са знешнім апладненнем звычайна не клапацяцца пра сваё патомства.

Унутранае апладненне характэрна для наземных жывёл: плоскіх і круглых чарвей, бруханогіх малюскаў, павукападобных, насякомых, паўзуноў, птушак і млекакормячых. Пры ўнутраным апладненні ў птушак і паўзуноў аплодненыя яйкі пакрыты ахоўнай абалонкай, устойлівай да страты вады і пашкодванняў. У млекакормячых эмбрыёны развіваюцца ў целе маці і ад яе атрымліваюць усё неабходнае для працэсаў жыццядзейнасці. Акрамя таго, большасць птушак і млекакормячых працягваюць клапаціцца пра сваіх дзіцянят і пасля нараджэння, што значна павялічвае выжывальнасць патомства.

Незалежна ад спосабу асемяннення апладненне ўключае тры этапы: 1) пранікненне ядра сперматазоіда ў яйцаклетку; 2) зліццё ядраў



Мал 47. Этапы пранікнення сперматазоіда ў яйцаклетку

сперматазоіда і яйцаклеткі з утварэннем ядра зіготы; 3) актывізацыя зіготы да драблення і далейшага развіцця.

Вызначана, што абалонка сперматазоіда мае спецыфічныя рэцэптары, якія пазнаюць хімічныя рэчывы, што выдзяляюцца яйцаклеткай. Таму сперматазоіды здольныя да накіраванага руху да яйцаклеткі. Неаплодненая яйцаклетка пакрыта некалькімі ахоўнымі абалонкамі, якія засперагаюць яе ад неспрыяльных умоў. Пры дасягненні сперматазоідам яйцаклеткі ў месцы іх кантакту адбываецца растварэнне абалонак яйцаклеткі, і сперматазоід пранікае ў яйцаклетку (мал. 47).

Пасля таго як ядро сперматазоіда пранікае ў яйцаклетку, пад уплывам спецыфічных ферментаў адбываецца ўтварэнне абалонкі апладнення. Яна перашкаджае доступу іншых сперматазоідаў. Гэта забяспечвае зліццё з яйцаклеткай толькі аднаго сперматазоіда. Ядро сперматазоіда перамяшчаецца да ядра яйцаклеткі, набракае і зліваецца з ім — адбываецца працэс апладнення. У выніку зліцця ядраў утвараецца аплодненая яйцаклетка — **зігота**.

Актывізацыя зіготы адбываецца заканамерна: у ёй змяняецца інтэнсіўнасць абмену рэчываў, павялічваецца патрэбнасць у кіслародзе, пачынаецца актыўны сінтэз пажыўных рэчываў. Клетка рыхтуецца да дзялення.

Спосабы палавога размнажэння ў жывёл. Палавое размнажэнне ў жывёл можа адбывацца двума спосабамі:

- 1) з апладненнем (яйцаклетка зліваецца са сперматазоідам з утварэннем зіготы, з якой развіваецца новы арганізм);
- 2) без апладнення (новая асобіна развіваецца з неаплодненай яйцаклеткі).

Спосаб палавога размнажэння, калі дарослая асобіна развіваецца з неаплодненай яйцаклеткі, называецца **партэнагенезам**. Хоць партэнагенетычнае размнажэнне не суправаджаецца зліццём мужчынскіх і жаночых палавых клетак, партэнагенез усё ж лічыцца палавым размнажэннем.

Бо арганізм у гэтым выпадку развіваецца з гаметы, а не з саматычнай клеткі, як пры бясполым размнажэнні. Мяркуюць, што партэнагенез узнік у працэсе эвалюцыі раздзельнаполых форм. Ён можа назірацца як пры спрыяльных умовах, так і пры неспрыяльных. Напрыклад, у тлі, дафній летам развіваюцца самкі, а восенню, калі ўмовы асяроддзя пагаршаюцца, з неаплодненых яек развіваюцца самцы. У пчол, кляшчоў, мурашак і наезнікаў (паразітычных вос) партэнагенетычна з'яўляюцца толькі самцы.

У пазваночных партэнагенез сустракаецца рэдка (не больш чым у 0,1 % усіх відаў). Напрыклад, існуе некалькі відаў яшчарак, якія ў натуральных умовах размнажаюцца партэнагенезам (скальныя яшчаркі, камодскія вараны). Партэнагенетычныя папуляцыі таксама знойдзены і ў некаторых відаў рыб, земнаводных, птушак (у тым ліку ў некалькіх парод курэй і індычак). Сярод млекакормячых выпадкі партэнагенезу невядомыя.

Партэнагенез можна выклікаць эксперыментальна ўздзеяннем розных раздражняльнікаў на неаплодненую яйцаклетку, у норме здольную да апладнення. Ужываючы механічную ці хімічную стымуляцыю неаплодненых яек рознымі агентамі, можна стымуляваць утварэнне абалонкі апладнення, пасля чаго адбываецца паўнаватаснае развіццё. Такое развіццё атрымала назву *штучнага партэнагенезу*.

▶ **Гэта цікава.** Рускі золаг А. А. Ціхаміраў вызначыў, што неаплодненыя яйкі тутавага шаўкапрада пачыналі развівацца пры змяненні тэмпературы, пры механічным уздзеянні шляхам пацірання яек шчотачкай, і з іх выводзіліся вусені. На аснове гэтых даследаванняў савецкі вучоны Б. Л. Астаураў распрацаваў прамысловы спосаб атрымання тутавага шаўкапрада з неаплодненых яек, які шырока ўжываецца ў народнай гаспадарцы.

■ **Паўторым галоўнае.** Палавое размнажэнне ў жывёл адбываецца з удзелам палавых клетак — сперматазоідаў і яйцаклетак. Працэс збліжэння палавых клетак называецца асемянненнем, якое можа адбывацца ў водным асяроддзі або ў палавых шляхах самкі. У сувязі з гэтым вылучаюць два тыпы апладнення: знешняе і ўнутранае. Пры ўнутраным апладненні верагоднасць выжывання патомства вышэйшая, чым пры знешнім. Асаблівай формай палавога працэсу з'яўляецца партэнагенез — размнажэнне без апладнення.

? Праверым веда

Ключавыя пытанні. 1. Што такое асемянненне? 2. Чым апладненне адрозніваецца ад кан'югацыі? 3. З прапанаванага пераліку выберыце арганізмы са знешнім апладненнем: мурашкі, квакшы, кракадзілы, дафніі, карасі, ластаўкі, вустрыцы, трытоны, чарапахі.

Складаныя пытанні. 1. У чым сутнасць партэнагенезу? Прывядзіце прыклады арганізмаў, у якіх назіраецца партэнагенез. Чаму партэнагенез лічаць разнавіднасцю палавога размнажэння? Якое значэнне ён мае для арганізмаў? 2. Параўнайце два спосабы апладнення: знешняе і ўнутранае. Які са спосабаў з'явіўся раней у ходзе развіцця арганічнага свету? Прывядзіце доказы, выкарыстоўваючы дадатковыя крыніцы інфармацыі.



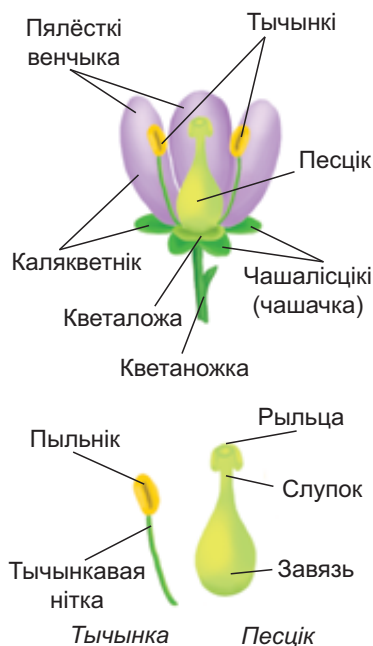
§ 32. Чаргаванне спосабаў размнажэння і пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін

- **Успомніце**, як адбываецца бясплае размнажэнне ў раслін.
- **Як вы думаеце?** У чым біялагічны сэнс чаргавання бясплага і палавога тыпаў размнажэння ў раслін?
- **Вы даведаецеся**, як адбываецца ўтварэнне палавых клетак, апладненне і палавое размнажэнне ў пакрытанасенных раслін, як у ходзе эвалюцыі змяніліся суадносіны бясплага і палавога пакаленняў у жыццёвым цыкле раслін.

Утварэнне палавых клетак і апладненне ў раслін. У § 29 вы пазнаёміліся з бясплым размнажэннем раслін.

Ва ўтварэнні палавых клетак і апладненні ў пакрытанасенных раслін маецца шэраг асаблівасцей. Усе гэтыя працэсы працякаюць у генератыўным органе пакрытанасенных — *кветцы* (мал. 48). Генератыўным называецца орган, які ўдзельнічае ў палавым размнажэнні. Акрамя кветкі, да генератыўных органаў у пакрытанасенных належаць насенне і плод.

Часткай кветкі, якая прадвызначае мужчынскі пол, з'яўляецца *тычынка*. Яна складаецца з тычынкавай ніткі і пыльніка (гл. мал. 48). Пыльнік змяшчае пылковыя гнёзды, у якіх адбываецца ўтварэнне спор.



Мал. 48. Будова кветкі пакрытанасенных раслін