

РОЗМНОЖЕННЯ ОРГАНІЗМІВ

Здатність до розмноження (самовідтворення, відтворення собі подібних) є фундаментальною властивістю життя і забезпечує наступність між генераціями біологічних систем.

Усе живе здатне до розмноження. Спадкоємність поколінь існує тільки завдяки розмноженню.

У процесі еволюції живих організмів відбувалася і еволюція способів їх розмноження. Тому в багаточисленних і різноманітних видів живих організмів виявлено різні форми та способи їх розмноження. Багато організмів у ході свого життєвого циклу поєднують кілька способів.

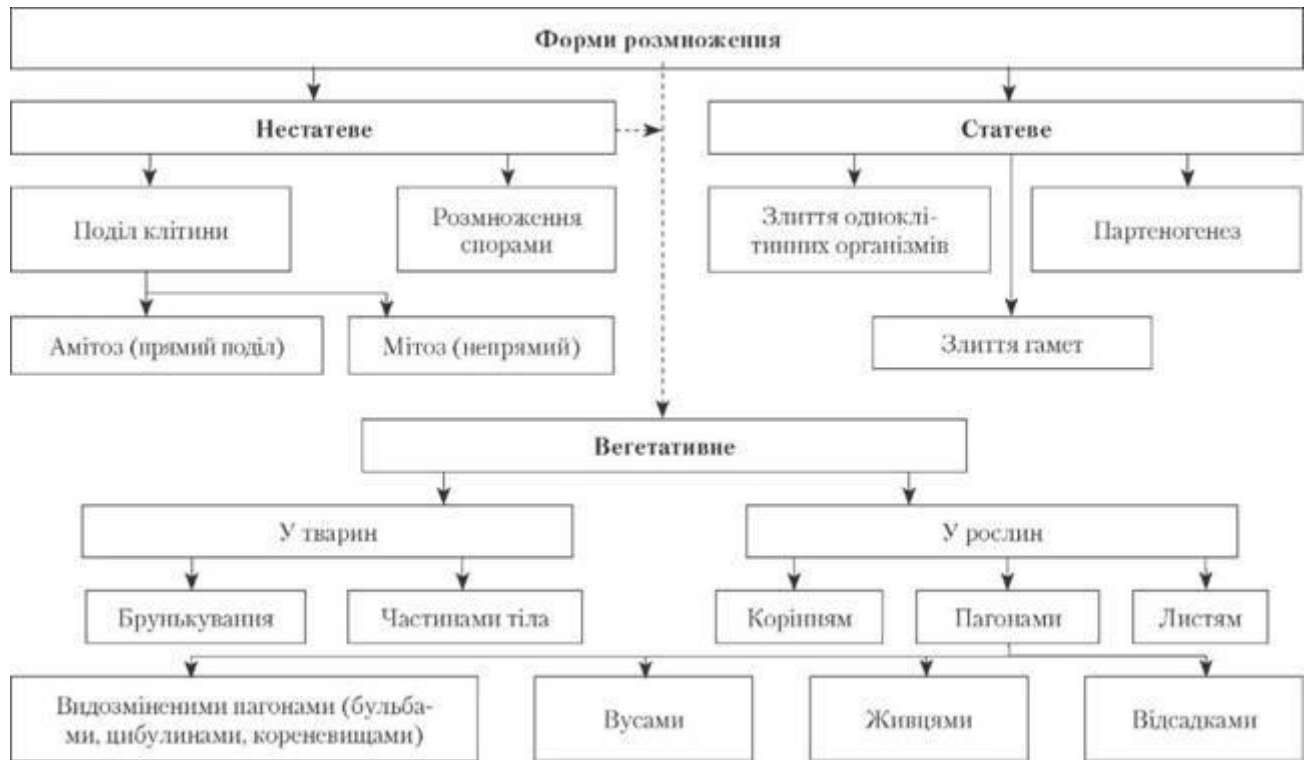
Відомі дві основні форми розмноження — нестатеве і статеве, які принципово відрізняються одна від одної.

Під час *нестатевого розмноження* нові організми утворюються з однієї клітини або групи клітин материнського організму. Спадкова інформація від батьківського покоління до дочірнього передається майже точно, тобто воно є генетичною копією материнського організму. Джерелом спадкового матеріалу для розвитку нової особини слугують соматичні клітини.

Нестатеве розмноження відбувається без утворення гамет: особини діляться, брунькуються або утворюють спори. Нестатеве розмноження є більш давнім.

Окремою формою нестатевого розмноження є *вегетативне розмноження* — розвиток нової особини з групи клітин материнської особини.

Під час *статевого розмноження* особини нового покоління з'являються за участі двох організмів — материнського і батьківського, які продукують спеціалізовані статеві клітини — гамети. Від злиття гамет утворюється зигота, з якої і розвивається нова особина. Нащадки, що утворюються внаслідок статевого розмноження, генетично відмінні від кожного з батьків, оскільки в них проявляються ознаки як батьківського, так і материнського організму, що зумовлює комбінативну мінливість.



Нестатеве та вегетативне розмноження

Нестатеве розмноження має дві форми: власне нестатеве і вегетативне розмноження.

Нестатеве розмноження в одноклітинних організмів відбувається шляхом поділу їх надвоє (бінарний поділ), множинного поділу (шизогонія), брунькування і спороутворення.

Шляхом бінарного поділу розмножуються прокаріоти, одноклітинні гриби й водорості, найпростіші. Діленню клітин передують реплікація ДНК, а в еукаріотів також поділ ядра.

Кожна особина ділиться на дві ідентичні, вдвічі менші за материнську, дочірні клітини. Материнська клітина може ділитися в будь-якій площині (в амеби-протей) або лише в певній (в евглени зеленої — поздовжнім поділом, інфузорії-туфельки — поперечним).

За сприятливих умов дочірні клітини живляться, ростуть і, досягнувши розмірів материнської, починають розмножуватися. Це приводить до швидкого росту популяції.

Множинний поділ, або шизогонія, притаманний зокрема малярійному

плазмодію. Настає безпосередньо після зараження хазяїна, коли паразит проникає в печінку. Спочатку багаторазово ділиться клітинне ядро, і материнська клітина стає багатоядерною, а вже потім ділиться цитоплазма й утворює багато одноядерних дочірніх клітин (майже 1 тис.), кожна з яких здатна заразити новий еритроцит й утворити шляхом шизогонії ще 24 дочірні клітини.

Брунькування — материнська клітина ділиться на велику й малу дочірні клітини (у дріжджів).

Спороутворення характеризується тим, що в ньому бере участь одна батьківська особина, яка утворює велику кількість спор або зооспор (із джгутиками). Спори — це мікроскопічні одноклітинні утвори, що складаються з невеликої кількості цитоплазми і ядра (рідше дво- або багатоклітинні).

Утворення спор спостерігається у бактерій, найпростіших, усіх груп грибів і деяких груп рослин. Спори бактерій і деяких найпростіших слугують не для розмноження, а для виживання в несприятливих умовах та зараження хазяїна. Гриби і рослини з допомогою спор розмножуються і поширюються в природі.

Спори утворюються шляхом мітозу (у грибів, деяких водоростей — хлорели, хламідомонади) або мейозу (у вищих спорових рослин). Шляхом мітозу спори утворюються у звичайних вегетативних клітинах або спеціальних органах — спорангіях та зооспорангіях. Спороутворенню у грибів і рослин часто передують статевий процес: із заплідненої яйцеклітини (зиготи), яка ділиться з допомогою мейозу, формується спорангій, що і продукує спори.

У мохоподібних спори утворюються у спорангіях, розміщених у спорогонах; у хвощів і плаунів спорангії розміщені на споролистках, у папоротеподібних — у сорусах.

Рослини можуть бути рівноспоровими та різноспоровими. У різноспорових папоротеподібних, голонасінних і покритонасінних розрізняють мікроспорогенез (утворення дрібних спор, з яких розвивається чоловічий гаметофіт) і мегаспорогенез (утворення великих спор, що дають початок жіночому гаметофіту).

У голонасінних мікроспори утворюються на мікроспорангіях чоловічих

шишок, а мегаспори — мегаспорангіях жіночих шишок. У покритонасінних мікроспори формуються в гніздах пиляків тичинок, а мегаспори — в насінному зачатку зав'язі.

У вищих рослин спори утворюються на нестатевому поколінні (спорофіті), а із спор виростає статеве покоління (гаметофіт).

Спори утворюються у великій кількості, мають незначну масу, що полегшує їх поширення вітром, водою і комахами.

Переваги розмноження спорами: можливість швидкого розмноження і розселення видів, особливо грибів.

Недоліки: спори дуже дрібні, містять мінімальний запас поживних речовин, більшість із них потрапляють у несприятливі для проростання умови і гинуть.

Вегетативне розмноження

Вегетативне розмноження — це нестатеве розмноження, за якого новий організм утворюється з частини материнського. В основі вегетативного розмноження лежить здатність організмів відновлювати органи під час мітотичного поділу клітини.

До вегетативного розмноження належать: брунькування, фрагментація тіла, розмноження рослин вегетативними органами або їхніми частинами, поліембріонія.

Брунькування — нова особина утворюється у вигляді виросту (бруньки) на тілі материнської особини, а потім відокремлюється від неї, перетворюючись у самостійний організм, повністю ідентичний материнському (у гідри).

У разі неповного відокремлення дочірніх організмів від материнських виникають колонії (морські гідроїдні та коралові поліпи).

Фрагментація — розділення особини на дві або кілька частин, кожна з яких росте й утворює нову особину. Фрагментація спостерігається у нитчастих водоростей (спірогіри, улотриксу), цвілевих грибів (пеніцилу), а з тварин — у кишковопорожнинних, медуз, поліпів, деяких кільчастих багатощетинкових морських червів, морських зірок, їх тіло може легко розриватися на частини, кожна з яких може дати в результаті регенерації нову особину. Нижчі тварини, на відміну від

більш високоорганізованих форм, зберігають високу здатність до регенерації з відносно слабкодиференційованих клітин.

Під час вегетативного розмноження рослин особини, що утворюються від одного материнського організму, мають однаковий генотип, а їх сукупність називається клоном.

Вегетативне розмноження рослин поділяють на природне і штучне. Природне розмноження у водоростей здійснюється частинами талому, мохоподібних — виводковими бруньками, папоротеподібних — кореневищами. У голонасінних вегетативне розмноження відсутнє, а покритонасінним притаманні найрізноманітніші способи вегетативного розмноження з допомогою їх надземних і підземних органів.

Способи природного вегетативного розмноження покритонасінних рослин: кореневими паростками (вишня, малина); відсадками (агрус, смородина); кореневищами (м'ята, пирій, конвалія); бульбами (топінамбур); цибулинами (цибуля, тюльпан); живцями (верба); вусами (суніця, жовтець); виводковими бруньками на листках (бріофіліум).

Штучне вегетативне розмноження проводять різними методами: шляхом поділу кущів (смородина, агрус); бульб (картопля); корневих бульб (жоржина); кореневищ (м'ята, ірис); живцювання — кореневими живцями (вишня, малина); стебловими живцями (смородина, троянда); листовими живцями (фіалка); щеплення — копулірування

(плодові культури); окулірування (плодові, троянда); аблактивання (виноград), культури ізольованих тканин (картопля, суніця, декоративні рослини).

Поліембріонія (багатозародковість) — процес розвитку кількох зародків з однієї заплідненої яйцеклітини (у тварин і людини) або розвиток кількох зародків в одній насініні (у рослин).

Поліембріонія характерна для кишковопорожнинних, війчастих та кільчастих червів, деяких комах (наїзників), ссавців (броненосців). Іноді поліембріонія як випадкове явище трапляється і в інших видів ссавців, зокрема у людини. Завдяки

поліембріонії народжуються однайцеві близнюки (особини однієї статі).

У квіткових рослин явище поліембріонії буває у тюльпана, лілії, суниці тощо.

Біологічне значення нестатевого і вегетативного розмноження

Сприяє пристосуванню організмів до незмінних умов існування.

У деяких груп організмів нестатеве і вегетативне розмноження є єдиними способами розмноження.

Вегетативне розмноження за відсутності умов для статевого розмноження забезпечує одержання великої кількості нащадків.

Види, здатні до перехресного запліднення, у разі просторової ізоляції особин розмножуються завдяки нестатевому або вегетативному способу розмноження.

<https://www.youtube.com/watch?v=mPQLLf6f3BQ>

Статеве розмноження

Статеве розмноження характеризується наявністю статевого процесу поєднання в одній клітині генетичного матеріалу двох різних особин. Одним із найважливіших етапів статевого процесу є злиття статевих клітин, або гамет, — спеціалізованих гаплоїдних клітин.

Спочатку проходить процес запліднення — злиття гамет, у результаті якого утворюється зигота; потім із зиготи утворюється зародок нового організму.

Статеве розмноження виникло в процесі еволюції як вища форма відтворення, що забезпечує обмін спадковою інформацією між особинами всередині виду, завдяки чому підвищується життєздатність потомства.

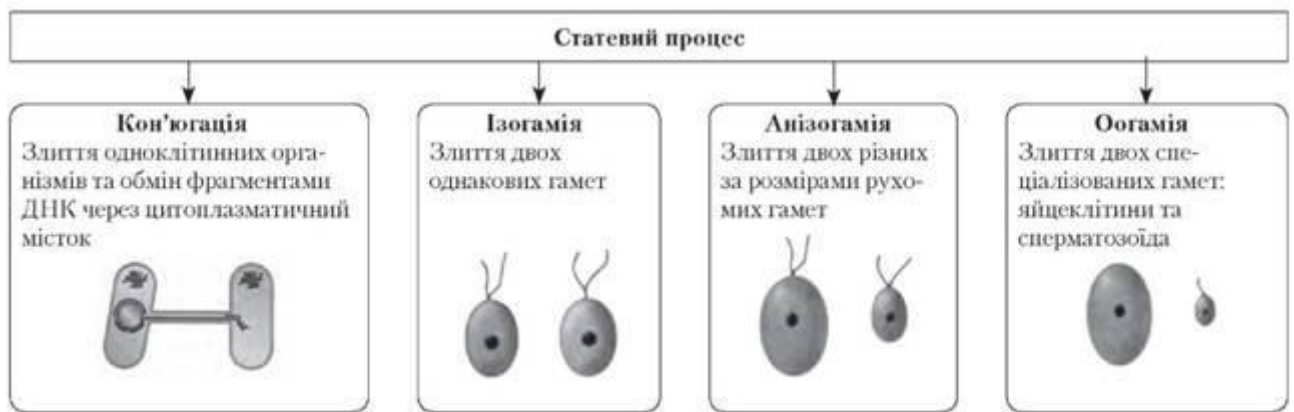
Генотип нащадків формується в результаті перекомбінації генів обох батьків; виникає генетична різноманітність особин виду.

У результаті вид швидко пристосовується до мінливих умов існування та освоює нові екологічні ніші.

Статеве розмноження властиве деяким грибам, представникам усіх відділів рослинного і типів тваринного світу.

<https://www.youtube.com/watch?v=6pdtHZLJypo>

Форми і способи статевого розмноження



В основі статевого розмноження лежить статевий процес, який здійснюється у формі кон'югації та копуляції.

Кон'югація полягає у злитті вмісту двох вегетативних клітин, які на цей час функціонують як гамети (у водоростей), або протопластів двох гілок міцелію (у зигоміцетів), тимчасовому сполученні клітин більшості інфузорій, за якого вони обмінюються частинами ядерного апарату і цитоплазми.

У бактерій під час кон'югації дві клітини обмінюються через цитоплазматичний місток фрагментами своїх молекул ДНК.

Під час кон'югації у зеленої водорості спірогіри дві нитки зближуються й утворюють вирости, у результаті стикання яких перегородки зникають, і через цитоплазматичний канал уміст «чоловічої» клітини переливається в «жіночу». Утворюється зигота, яка після певного періоду спокою ділиться шляхом мейозу, утворюючи чотири гаплоїдні клітини. Три з них (дрібні) відмирають, а четверта (велика) утворює проросток нової особини, що дає початок новій нитці спірогіри.

В інфузорій дві особини тимчасово сполучаються між собою і з'єднуються в певних ділянках цитоплазми. Велике ядро зникає, а з малих ядер у результаті мейозу формуються мігруюче (чоловіче) і стаціонарне (жіноче). Мігруюче ядро по цитоплазматичному містку переходить в іншу клітину, де зливається зі стаціонарним, тобто відбувається процес запліднення.

У кожної особини утворюється одне складне ядро з диплоїдним набором хромосом, а після розходження інфузорій у результаті кількох поділів знову

відновлюється нормальний ядерний апарат (вегетативне і генеративне ядра).

Копуляція — у широкому значенні слова — з'єднання двох особин під час статевого акту, у вузькому — злиття двох статевих клітин (гамет). Є три основні способи копуляції: ізогамія, анізогамія та оогамія.

Ізогамія — статеві клітини, що зливаються, однакові за будовою і відрізняються лише фізіологічними властивостями (у найпростіших, деяких водоростей, грибів).

Анізогамія — чоловіча та жіноча гамети відрізняються за формою, розмірами, особливостями будови або поведінкою під час злиття.

Оогамія — жіноча статеві клітина (яйцеклітина) велика, нерухома, а чоловіча (спермій, сперматозоїд) значно дрібніша (у деяких грибів, вищих рослин, багатоклітинних тварин).

Копуляція є більш поширеною формою статевого процесу, ніж кон'югація.

Будова й утворення статевих клітин

Будова статевих клітин

Статеві клітини (гамети) — клітини рослинних і тваринних організмів, які виконують функцію передачі спадкової інформації від батьків нащадкам.

Гамети порівняно із соматичними клітинами мають половинний (як правило гаплоїдний) набір хромосом. Дві гамети особин різної статі, зливаючись, утворюють зиготу, і в заплідненій яйцеклітині відновлюється типовий для організму набір хромосом.

Гамети більшості організмів відрізняються за будовою та фізіологічними властивостями і поділяються на жіночі (*яйцеклітини*) та чоловічі (рухливі — *сперматозоїди*, нерухливі — *спермії*).

На відміну від спор, одна гамета не може дати початок новій особині.

Яйцеклітини рослин, тварин і людини мають округлу або овальну форму, після запліднення або внаслідок партеногенезу дають початок новому організму.

Яйцеклітини від сперматозоїдів відрізняються більшими розмірами, переважно

містять запас поживних речовин (у цитоплазмі яйцеклітини є жовток) і можуть бути вкриті різними оболонками. Оболонки пташиного яйця виконують захисну функцію, а білкова є також джерелом води для зародка.

Дрібні яйцеклітини у рослин, більшості безхребетних, ссавців і людини, великі — у риб, земноводних, плазунів і птахів. Найбільших розмірів яйцеклітини досягають у деяких риб: у акули — до 5–7 см; у курки — до 1,5 см; у страуса — до 8 см і містять багато жовтка.

У птахів яйцеклітина — це зародковий диск із великою кількістю жовтка. Вона додатково вкрита товстою білковою оболонкою, двома тоненькими підшкаралупними, твердою вапняковою шкаралупною з тоненьким зовнішнім шаром кутикули. Розміри яєць птахів значно більші за розміри самої яйцеклітини: у курки — до 3–3,5 см, у страуса — до 10–15 см.

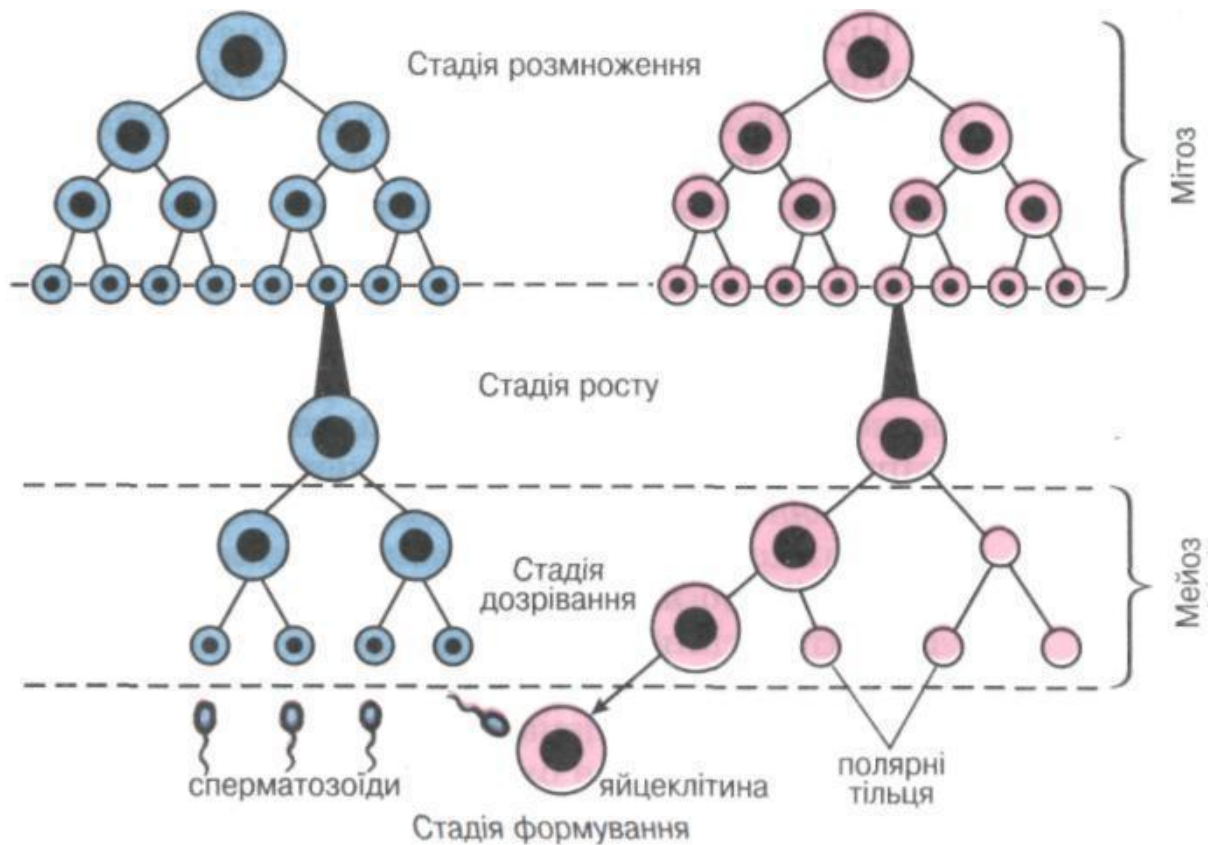
Сперматозоїди відрізняються від яйцеклітин рухливістю і меншими розмірами.

Утворюються сперматозоїди в багатьох водоростей, мохів, вищих спорових рослин, у більшості тварин. У деяких водоростей (червоних), грибів, голонасінних і покритонасінних рослин, в окремих груп тварин (аскариди, річкового рака) утворюються *спермії* (сперматозоїди без джгутиків).

Сперматозоїд ссавців має форму довгої нитки, у якій розрізняють головку, шийку і хвостик. У головці є ядро, у якому міститься ДНК. На передньому кінці головки розташована особлива органела — акросома, що забезпечує проникнення сперматозоїда в яйцеклітину та її активацію. За шийкою розташовується перехідний відділ, у якому містяться центріоля і мітохондрії.

Сперматозоїд рухається за допомогою хвостика (у людини — 3–4 мм за 1 хв).

<https://www.youtube.com/watch?v=O7l3HW410xM>



Розвиток статевих клітин у тварин

Статевому розмноженню у тварин передують утворення статевих клітин — гамет. Процес утворення й дозрівання статевих клітин — **гаметогенез**. Розрізняють овогенез — формування яйцеклітин та сперматогенез — утворення сперматозоїдів.

У хребетних тварин, у т. ч. й людини, гамети розвиваються з первинних диплоїдних статевих клітин у статевих залозах: яйцеклітини — в яєчниках, сперматозоїди — в сім'яниках.

Гаметогенез яйцеклітин і сперматозоїдів відбувається певними послідовними стадіями: розмноження, ріст, дозрівання та формування.

На *стадії розмноження* первинні статеві клітини — попередники яйцеклітин (овогонії) і сперматозоїдів (сперматогонії) — розмножуються мітотичним поділом і кількість їх значно збільшується.

На *стадії росту* первинні статеві клітини вже не діляться, а ростуть, запасують поживні речовини і досягають розмірів статевих клітин певного виду тварин. У процесі росту йде синтез ДНК і добудова другої хроматида кожної

хромосоми. На цій стадії утворюються первинні овоцити і сперматоцити.

На *стадії дозрівання* диплоїдні овоцити і сперматоцити в результаті мейозу перетворюються на незрілі гамети. Саме на цій стадії проявляються суттєві відмінності між овогенезом і сперматогенезом. Під час овогенезу після першого мейотичного поділу овоцита утворюються дві різні за розмірами гаплоїдні клітини: велика — із запасом поживних речовин (для розвитку зародка) і дрібна — напрямне тільце.

Після другого поділу формуються чотири гаплоїдні клітини — одна велика (незріла яйцеклітина) і три дрібні напрямні тільця, які згодом зникають. Напрямні тільця призначені для вилучення надлишкового спадкового матеріалу.

Під час сперматогенезу внаслідок двох мейотичних поділів диплоїдного сперматоцита утворюються чотири однакові гаплоїдні клітини — незрілі сперматозоїди.

На *стадії формування* утворюється і дозріває частина зовнішніх оболонок яйцеклітини, а сперматозоїди втрачають масу і розміри їх зменшуються.

Розвиток статевих клітин у рослин

У рослин процеси дозрівання статевих клітин і запліднення відбуваються інакше, ніж у тварин.

Гаметогенез у рослин проходить у два етапи:

- *спорогенез* у результаті мейозу завершується утворенням гаплоїдних клітин — спор, з яких у спорових рослин розвивається гаметофіт; у голонасінних і покритонасінних гаплоїдна фаза редукована до кількох клітин;
- *мітотичний поділ* гаплоїдних клітин й утворення гамет відбувається у спорових рослин на гаметофіті в антеридіях і архегоніях; у голонасінних та покритонасінних поділ ядра пилкової (чоловічої) клітини проходить у пилковій трубці, а жіночих статевих клітин — всередині зародкового мішка.

Серед вищих спорових рослин (мохоподібні й папоротеподібні) є різноспорові та різноспорові. Гаметофіт (заросток) у рівноспорових двостатевий, різноспорових — одностатевий. Він являє собою окремий організм, який міститься на поверхні

грунту (у плауна булавоподібного — в ґрунті).

Жіночі статеві органи (архегонії) формують нерухомі яйцеклітини, чоловічі статеві органи (антеридії) — сперматозоїди.

У голонасінних жіночий гаметофіт — це ендосперм із двома архегоніями, які утворюють яйцеклітини, а чоловічий — пилокве зерно, що складається з вегетативної та генеративної клітин (остання продукує спермії).

У покритонасінних жіночий гаметофіт — це восьмиядерний семи-клітинний зародковий мішок, який міститься в насіннєвому зачатку і проростає на спорофіті (рослині). Чоловічий гаметофіт, як і у голонасінних, представлений пилковим зерном, що складається з вегетативної та генеративної клітин (в останній утворюються 2 спермії).

Роздільностатеві та гермафродитні організми

Статеві клітини — чоловічі й жіночі гамети — можуть утворюватися різними особинами або в одному організмі.

Види, у яких є окремі чоловічі й жіночі особини, називають *роздільностатевими*. До таких організмів належить більшість тварин (зокрема і людина) й деякі види рослин. Роздільностатеві тварини мають тільки один вид статевих залоз (сім'яники або яєчники) й утворюють лише один вид статевих клітин — сперматозоїди або яйцеклітини.

У роздільностатевих тварин особини різних статей можуть бути подібними між собою (медузи, багатощетинкові черви, двостулкові молюски), однак у більшості видів вони відрізняються одна від одної. Пояснюється це статевим диморфізмом — різною будовою статевих органів і вторинними статевими ознаками, розвиток яких зумовлений впливом статевих гормонів (різні розміри й будова тіла, забарвлення у самців і самок). Вторинні статеві ознаки стимулюють шлюбну поведінку тварин, допомагають особинам різних статей впізнавати одне одного.

Серед рослин теж є роздільностатеві види. В однодомних видів чоловічі й жіночі генеративні органи утворюються на одній і тій самій рослині (тичинкові й маточкові квітки — у квіткових рослин, архегонії й антеридії — у спорових, оогонії

й антеридії — у водоростей). Прикладом однодомних квіткових рослин є кукурудза, більшість видів гарбузових — огірок, диня, кавун, гарбуз; із дерев'янистих рослин — ліщина, береза, дуб.

У дводомних рослин одні несуть тільки чоловічі генеративні органи, інші — тільки жіночі (конопля, тополя, верба, маршанція).

Організми, здатні утворювати одночасно чоловічі й жіночі статеві клітини, називають *гермафродитними*, або *двостатевими*. Це, зокрема, деякі кишковопорожнинні, більшість червів, п'явки, багато молюсків, деякі ракоподібні, риби, ящірки і більшість квіткових рослин. Гермафродитизм як аномальне явище спостерігається і в окремих особин роздільностатевих видів (у т. ч. й людини).

Гермафродитизм — це пристосування до сидячого, малорухливого або паразитичного способу життя. Однією з його переваг є можливість самозапліднення, що досить важливо для деяких ендопаразитів (ціп'яків). Але в більшості гермафродитних організмів існують механізми, які запобігають самозаплідненню: особливості будови статевої системи, неодноразове дозрівання чоловічих і жіночих статевих клітин, генетична несумісність.

Партеногенез (дівоче розмноження) — одна з модифікацій статевого розмноження тварин і рослин, коли яйцеклітина розвивається в нову особину без запліднення чоловічою гаметою. Перевага такого розмноження в тому, що інколи воно пришвидшує розмноження.

Природний партеногенез спостерігається у рослин (кульбаби, ожини) і тварин (ос, бджіл, мурашок, попелиць, деяких видів ящірок, індіків). У деяких тварин (шовковичного шовкопряда) і рослин можна викликати штучний партеногенез.

Партеногенез є єдиним способом розмноження в деяких комах (паличників), можуть існувати партеногенетичні та статеві популяції (в ящірок) або закономірно змінюватися статеві й партеногенетичні покоління (попелиці, дафнії).

У медоносної бджоли матка відкладає запліднені яйця, які, розвиваючись, дають самок — маток або робочих особин, і незапліднені яйця, з яких розвиваються самці — трутні. Трутні утворюють спермії шляхом мітозу, а не мейозу.

Партеногенез у рослин — *апоміксис*. Крім утворення зародка з не- заплідненої яйцеклітини (партеногенез), у покритонасінних рослин зародок може також утворюватися з клітин жіночого гаметофіта або насіннєвого зачатка.

Порівняння нестатевого і статевого розмноження

Нестатеве розмноження:

- бере участь одна батьківська особина (одна клітина або сукупність соматичних клітин);
- гамети не утворюються;
- мейоз відсутній;
- нащадки ідентичні батьківським особинам; -
- характерне для мікроорганізмів, рослин і деяких нижчих тварин;
- часто утворюється велика кількість нащадків за короткий час.

Статеве розмноження (крім бактерій):

беруть участь дві батьківські особини, які попередньо продукують статеві клітини (гамети);

- утворюються гаплоїдні гамети, ядра яких зливаються (запліднення) і в результаті формується диплоїдна зигота;
- на певній стадії життєвого циклу проходить мейоз, що перешкоджає подвоєнню числа хромосом у кожному поколінні;
- нащадки не ідентичні батьківським особинам — у них спостерігається генетична мінливість, яка виникає в результаті генетичної рекомбінації;
- характерне для більшості рослин і тварин.

<https://www.youtube.com/watch?v=lia4G8rt7Ss>