

РОЗМНОЖЕННЯ ОРГАНІЗМІВ. МІТОЗ. МЕЙОЗ

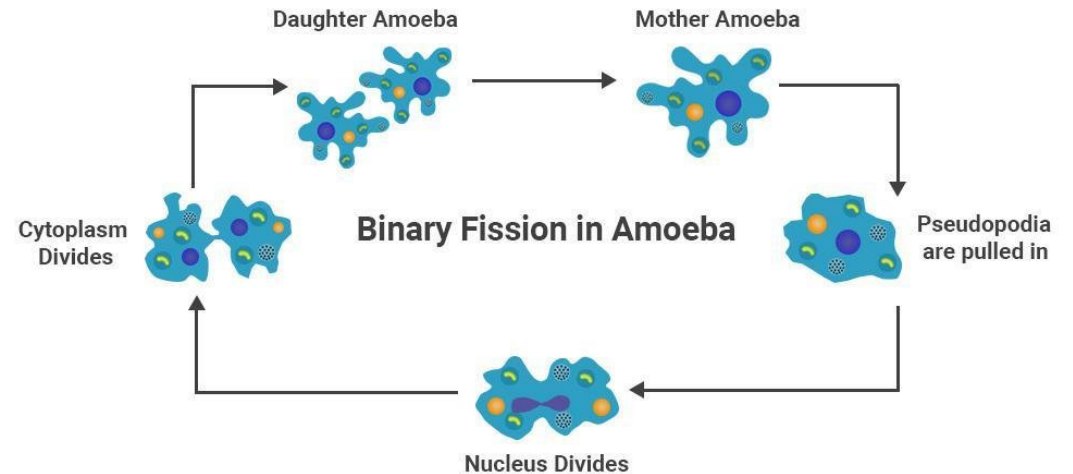
Змістовий модуль 2

Типи розмноження

Ріст, відновлення, розмноження організму - всі ці процеси залежить від поділу клітин.

Одноклітинні організми, а також багатоклітинні, чий клітини не диференційовані, стикаються у своєму життєвому циклі тільки з мітозом.

У складних багатоклітинних організмів поділ клітини - мітоз і мейоз - два різних процеси.



Типи розмноження

Розмноження - властивість живих організмів відтворювати собі подібних. Існують два основних способи розмноження - безстатеве і статеве.

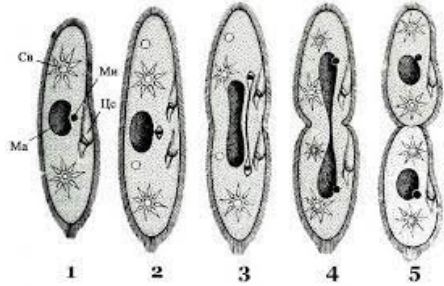
При **безстатевому розмноженні** батьківська особина або брунькується, тобто від неї відділяється невелика частина батьківського тіла, яка розвивається потім або в нову особину, або стає більш-менш самостійним членом колонії живих організмів, або розпадається на фрагменти, здатні до самостійного відтворення (наприклад, гідра), або виробляє спори (паразитичні найпростіші).

При **статевому розмноженні** дві батьківські особини дають жіночу і чоловічу гамети (статеві клітини), які зливаються, утворюючи новий організм.

Способи безстатевого розмноження:

1. Поділ одноклітинних (амеба).
2. Спороутворення (спори грибів і рослин служать для розмноження, а спори бактерій - ні, тому що з однієї бактерії утворюється одна спора. Вони служать для переживання несприятливих умов і розселення).
3. Брунькування: дочірні особини формуються з виростів тіла материнського організму (бруньок) - у кишковопорожнинних (гідра), дріжджів.
4. Фрагментація: материнський організм ділиться на частини, кожна частина перетворюється в дочірній організм (спірогира, кишковопорожнинні, морські зірки).
5. Вегетативне розмноження рослин: розмноження за допомогою вегетативних органів: коріння, листя, спеціалізованих видозмінених пагонів, цибулин, кореневища, бульб, вус.
6. Шизогонія - множинне безстатеве розмноження у найпростіших (форамініфер, споровиків) і деяких водоростей.

Поділ одноклітинних



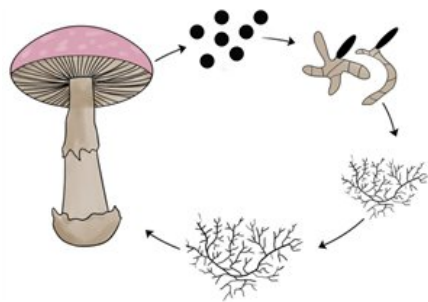
Розмноження поділом у одноклітинних організмів – це тип безстатевого розмноження, при якому одна клітина ділиться на дві або більше дочірні клітини, кожна з яких є генетично ідентичною материнській клітині. Цей процес відбувається через мітотичний поділ (у еукаріотичних організмів) або бінарний поділ (у прокаріотичних організмів). Розмноження поділом забезпечує швидке збільшення кількості особин і є основним способом розмноження у багатьох бактерій, архей, одноклітинних водоростей і найпростіших.

Основними етапами цього процесу є:

- Подвоєння генетичного матеріалу – перед поділом клітини її ДНК реплікується, що забезпечує передачу повного набору генетичної інформації дочірнім клітинам.
- Розподіл цитоплазми та органел – після реплікації ДНК відбувається розділення цитоплазми (цитокінез), що завершується утворенням двох окремих клітин.

Цей механізм розмноження дозволяє організмам швидко реагувати на зміни умов середовища та забезпечує їх виживання в різних екологічних нішах.

Спороутворення



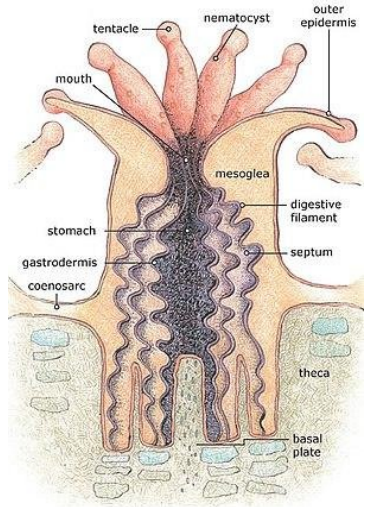
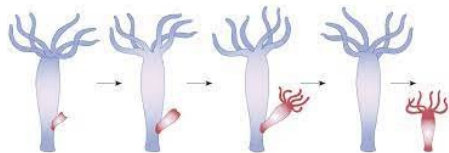
Розмноження спороутворенням у багатоклітинних організмів – це форма безстатевого (або статевого) розмноження, при якій нові особини розвиваються з спор – спеціалізованих клітин, здатних до виживання в несприятливих умовах і до подальшого розвитку у новий організм. Спори утворюються в результаті мейозу (у випадку статевого розмноження) або мітозу (у випадку безстатевого розмноження) і характеризуються здатністю до тривалого зберігання та поширення в середовищі. **Основні характеристики спороутворення:**

- Спори – це клітини, оточені щільною оболонкою, яка захищає їх від висихання, екстремальних температур та інших несприятливих умов.
- Гаплоїдний або диплоїдний стан – спори можуть бути гаплоїдними або диплоїдними, залежно від типу організму та способу їх утворення.
- Безстатевий та статевий цикл – у багатоклітинних організмів, таких як гриби, водорості, мохи та папороті, спори утворюються в рамках життєвого циклу, який часто включає чергування поколінь (спорофіт – гаметофіт).

Біологічне значення спороутворення:

- Адаптація до умов середовища – завдяки здатності спор витримувати несприятливі умови, організми можуть переживати періоди стресу і поширюватися на нові території.
- Екологічна стійкість і поширення – спори легко транспортуються вітром, водою або тваринами, що сприяє розповсюдженню виду на великі відстані.
- Генетична стабільність або різноманітність – у разі безстатевого спороутворення нові організми є генетичними копіями материнського організму, тоді як статеве спороутворення сприяє генетичній різноманітності.

Брунькування



Розмноження брунькуванням у багатоклітинних організмів – це форма безстатевого розмноження, при якій новий організм утворюється шляхом випинання або брунькування з материнського організму. Цей новий організм може залишатися прикріпленим до материнської особини або відділятися і жити самостійно. Розмноження брунькуванням характерне для деяких безхребетних тварин і рослин, зокрема для гідр, губок і деяких видів кишковопорожнинних. **Основні характеристики процесу брунькування:**

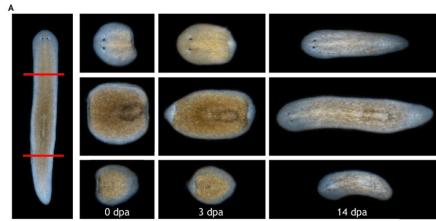
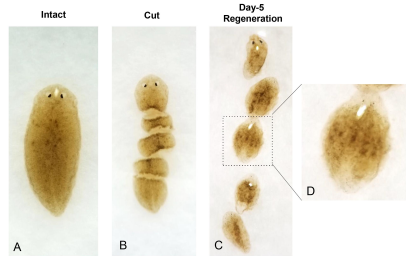
- Утворення випинання (бруньки) – спочатку на поверхні тіла материнського організму з'являється невелике випинання, яке поступово розвивається в новий організм.
- Ріст та диференціація – брунька росте, диференціюючись у нову особину з усіма необхідними структурами для життя.
- Відділення або залишення прикріпленим – новий організм може або залишатися частиною колонії материнського організму (як у губок чи коралів), або відокремлюватися і існувати як окрема особина (як у гідр).

Біологічне значення розмноження брунькуванням:

- Швидке збільшення чисельності – безстатевий характер процесу дозволяє утворювати нових особин без необхідності в генетичному матеріалі іншого організму, що сприяє швидкому розширенню популяції.
- Колоніальне життя – у деяких організмів, таких як корали, бруньки не відокремлюються від материнської особини, що призводить до утворення колоній, які можуть жити протягом багатьох років і створювати складні екосистеми (наприклад, коралові рифи).
- Вживання в сприятливих умовах – цей тип розмноження забезпечує швидке поширення організмів у стабільних середовищах, де умови є сприятливими для росту і розвитку.

Розмноження брунькуванням дозволяє організмам ефективно збільшувати свою чисельність і утворювати колонії, що є важливим для їх екологічного успіху.

Фрагментація



Розмноження фрагментацією у багатоклітинних організмів – це форма безстатевого розмноження, при якій новий організм розвивається з окремого фрагмента тіла материнської особини. Кожна відокремлена частина здатна до регенерації та відтворення повного організму за умови, що цей фрагмент містить достатню кількість клітин для регенеративного процесу. Цей тип розмноження характерний для деяких тварин і рослин, зокрема для губок, планарій, морських зірок і деяких видів багатоніжок. **Основні характеристики розмноження фрагментацією:**

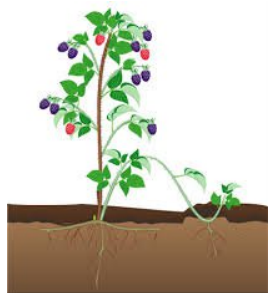
- Поділ на частини – організм може бути розділений на кілька фрагментів внаслідок травми, фізичного пошкодження або природного процесу.
- Регенерація – кожен фрагмент здатен відновити втрачені частини тіла через процес регенерації, що завершується формуванням нового, самостійного організму.
- Простота процесу – на відміну від статевого розмноження, для фрагментації не потрібно складних механізмів утворення гамет чи запліднення.

Біологічне значення фрагментації:

- Виживання та регенерація – цей процес є важливим механізмом виживання для організмів, які живуть у середовищах з високим ризиком пошкоджень. Фрагментація дозволяє їм відновлювати втрачені частини тіла або навіть цілком нових особин.
- Колоніальне розмноження – у деяких організмів, як-от губок, фрагменти можуть формувати нові колонії, збільшуючи чисельність і поширення популяції в певній екосистемі.
- Швидке розмноження – завдяки простоті і швидкості цього процесу організми, що розмножуються фрагментацією, можуть ефективно заселяти нові території і виживати в нестабільних умовах.

Фрагментація забезпечує організмам швидке і ефективне розмноження, а також високу здатність до регенерації, що є важливою адаптацією для виживання в складних або мінливих середовищах.

Вегетативне розмноження рослин



Вегетативне розмноження рослин – це форма безстатевого розмноження, при якій нові рослини утворюються з вегетативних органів материнської рослини, таких як корені, стебла або листки. Цей процес забезпечує генетично ідентичне відтворення материнського організму без утворення гамет або насіння. Вегетативне розмноження може відбуватися природним шляхом або бути ініційоване штучними методами, такими як живцювання, щеплення або поділ. **Основні характеристики вегетативного розмноження:**

- Утворення нових рослин з вегетативних органів – нова рослина розвивається з частини материнської рослини, такої як кореневище, цибулина, бульба, повзучий пагін (столон) або листок.
- Генетична ідентичність – нащадки, отримані шляхом вегетативного розмноження, є генетично ідентичними материнській рослині (клон), оскільки процес не включає рекомбінації генетичного матеріалу, як у статевому розмноженні.
- Природні та штучні методи – вегетативне розмноження може відбуватися природно (наприклад, через цибулини у тюльпанів або бульби у картоплі) або штучно (наприклад, через живцювання або щеплення в садівництві).

Біологічне значення вегетативного розмноження:

- Швидке та ефективне розмноження – вегетативне розмноження забезпечує швидке утворення нових рослин, що особливо важливо для видів, які розмножуються в умовах стабільних середовищ і не залежать від запилення або утворення насіння.
- Збереження генетичних властивостей – завдяки клонуванню материнської рослини цей метод розмноження дозволяє зберігати цінні сорти рослин з бажаними генетичними характеристиками, як-от стійкість до хвороб або висока продуктивність.
- Розширення ареалу – рослини, що використовують вегетативне розмноження, можуть швидко поширюватися на нові території через розвиток нових особин з підземних або наземних вегетативних органів.

Вегетативне розмноження є важливим адаптивним механізмом рослин, що дозволяє ефективно відтворюватися, зберігаючи генетичну стабільність, та широко застосовується в сільському господарстві і садівництві для розмноження комерційно цінних сортів.

Цікавий факт

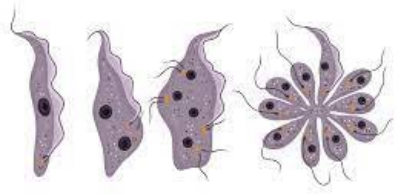


За довгі роки розведення бананів люди змогли вивести сорти, що мають якнайкращі смакові якості та дають найбільші урожаї, проте при цьому великою мірою знизили їх різноманітність – інші сорти просто не витримували конкуренції. У результаті широкого поширення набули захворювання і паразити, що вражають лише ці сорти.

На відміну від дикорослих видів, культурні рослини здатні розмножуватися лише вегетативним способом, оскільки їх плоди майже не містять насіння. Тим самим, виведення нових сортів, стійких до хвороб і паразитів, є досить складним – для селективного відбору потрібне насіння, а на триста плодів припадає тільки одна насінина.

У результаті, хоча й нема загрози припинення існування виду, широкомасштабне вирощування одного сорту, яким зараз є Кавендіш, опинилося під загрозою припинення. Така сама доля раніше вже спіткала інший сорт – Гро-Мішель, найпоширеніший у першій половині 20-го століття.

Шизогонія



Шизогонія – це форма безстатевого розмноження, характерна для деяких одноклітинних організмів, при якій материнська клітина проходить багаторазовий поділ ядра, утворюючи велику кількість дочірніх ядер, після чого відбувається поділ цитоплазми, що завершується формуванням кількох дочірніх клітин. Шизогонія є характерною для багатьох паразитичних протистів, таких як споровики (Аpicomplexa), включаючи збудників малярії, плазмодіїв. **Основні характеристики шизогонії:**

- Багаторазовий поділ ядра – перед початком поділу цитоплазми відбувається багаторазове ділення ядра материнської клітини, що призводить до утворення кількох ядер.
- Поділ цитоплазми (цитокінез) – після поділу ядра цитоплазма розподіляється між новоутвореними ядрами, в результаті чого утворюється кілька дочірніх клітин (мерозоїтів, спорозоїтів або інші форми залежно від організму).
- Швидке збільшення чисельності – шизогонія дозволяє організмам швидко розмножуватися, утворюючи велику кількість нащадків за короткий час, що особливо важливо для паразитів у межах циклу їх розвитку в організмі хазяїна.

Біологічне значення шизогонії:

- Ефективне розмноження паразитів – шизогонія забезпечує швидке збільшення чисельності паразитів на етапах їх життєвого циклу, що сприяє інтенсивному зараженню хазяїна.
- Життєвий цикл паразитів – шизогонія є невід'ємною частиною складного життєвого циклу багатьох протистів, таких як плазмодії, збудники малярії, і відбувається як у хребетних хазяїв, так і в переносників (комах, наприклад, малярійного комара).

Шизогонія є одним із найефективніших способів безстатевого розмноження для найпростіших, що дозволяє їм швидко пристосовуватися до умов існування в організмі хазяїна і забезпечує їх життєздатність у паразитичних циклах.

Амітоз

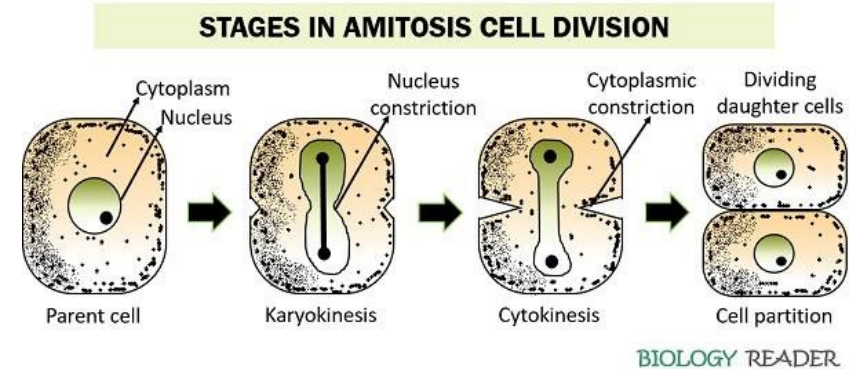
Амітоз, або прямий поділ клітини - поділ клітин простим поділом ядра навпіл.

Відбувається поза мітотичного циклу, тобто не супроводжується складною перебудовою всієї клітини; спіралізації хромосом також не відбувається. Зрозуміло, що при цьому не забезпечується рівномірний розподіл генетичного матеріалу між дочірніми ядрами.

Амітоз може супроводжуватися поділом клітини, а може обмежуватися лише поділом ядра без поділу цитоплазми, що призводить до утворення дво- і багатоядерних клітин.

У більшості випадків амітоз спостерігається в клітинах зі зниженою мітотичною активністю: це клітини, що старіють, або патологічно змінені клітини, часто приречені на загибель (клітини зародкових оболонок ссавців, пухлинні клітини та ін.).

Клітина, що зазнала амітозу, надалі не здатна вступити в нормальний мітотичний цикл. У порівнянні з мітозом амітоз зустрічається досить рідко. У нормі він спостерігається у високоспеціалізованих тканинах, в клітинах, яким вже не належить ділитися: в епітелії та печінці хребетних, в зародкових оболонках ссавців, в клітинах ендосперму насіння рослин. Амітоз спостерігається також при необхідності швидкого відновлення тканин (після операцій і травм). Амітозом також часто діляться клітини злоякісних пухлин.



Мітоз

Час існування клітини як такої - від ділення до поділу - називають **ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ КЛІТИНИ**. Найважливішим компонентом клітинного циклу є мітотичний (проліферативний) цикл. Він являє собою комплекс взаємопов'язаних і узгоджених явищ під час поділу клітини, а також до і після нього.

Мітотичний цикл - це сукупність процесів, що відбуваються в клітині від одного поділу до наступного і закінчуються утворенням двох клітин наступної генерації.

Крім цього, в поняття життєвого циклу входять також період виконання клітиною своїх функцій і періоди спокою. У цей час подальша доля клітини є невизначеною: клітина може почати ділитися (вступає в мітоз) або почати готуватися до виконання специфічних функцій.

Клітинний цикл ділиться на чотири періоди, що складають інтерфазу і власне мітоз, який закінчується поділом клітини.

Мітоз - непрямий поділ клітини, основний спосіб поділу еукаріотичних клітин.

Клітинний цикл складається з 3 послідовних періодів:

пресинтетичний G1,

синтетичний S,

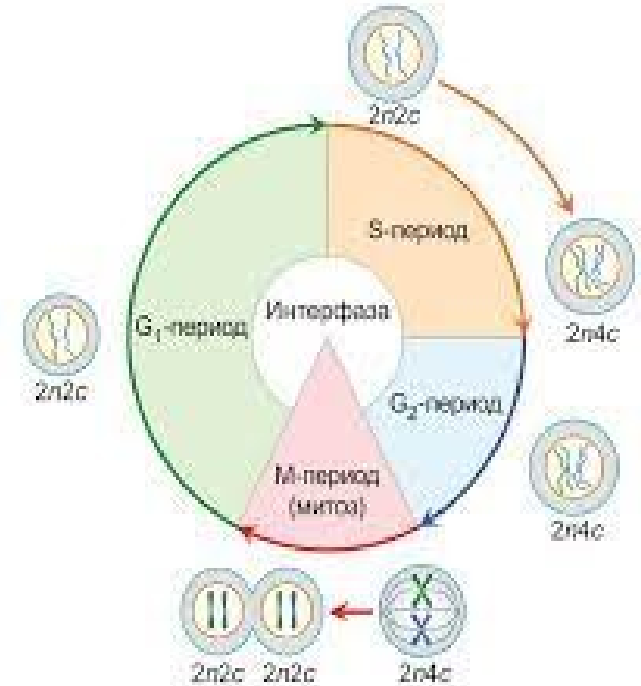
постсинтетичний G2.

Вони складають **автокаталітичну інтерфазу** (підготовчий період).

Фази клітинного циклу:

1. **Пресинтетична (G₁)** ($2n2c$, де n - число хромосом, c - число молекул ДНК). Клітина активно збільшується в розмірах, запасає речовини, необхідні для поділу: білки (гістони, структурні білки, ферменти), РНК, молекули АТФ;
2. **Синтетична (S)** ($2n4c$). Відбувається подвоєння генетичного матеріалу шляхом реплікації ДНК (синтез ДНК). Вона відбувається напівконсервативним способом, коли подвійна спіраль молекули ДНК розходиться на два ланцюги й на кожній з них синтезується комплементарний ланцюг. В результаті утворюються дві ідентичні подвійні спіралі ДНК, кожна з яких складається з однієї нової та старої ланцюга ДНК. Кількість спадкового матеріалу подвоюється. Крім цього, продовжується синтез РНК і білків. Також реплікації піддається невелика частина мітохондріальної ДНК (основна ж її частина реплікується в G₂ період);
3. **Постсинтетична (G₂)** ($2n4c$). ДНК вже не синтезується, але відбувається виправлення недоліків, допущених при синтезі її в S-фазу (репарація). Також накопичуються енергія і поживні речовини, триває синтез РНК і білків (переважно ядерних). Відбувається розподіл мітохондрій і хлоропластів (тобто структур, здатних до авторепродукції). Синтезуються білки, які згодом будуть утворювати мікротрубочки, з яких складається нитка веретена поділу.

Фази S і G₂ безпосередньо пов'язані з мітозом, тому їх іноді виділяють в окремий період - **препрофаза**.



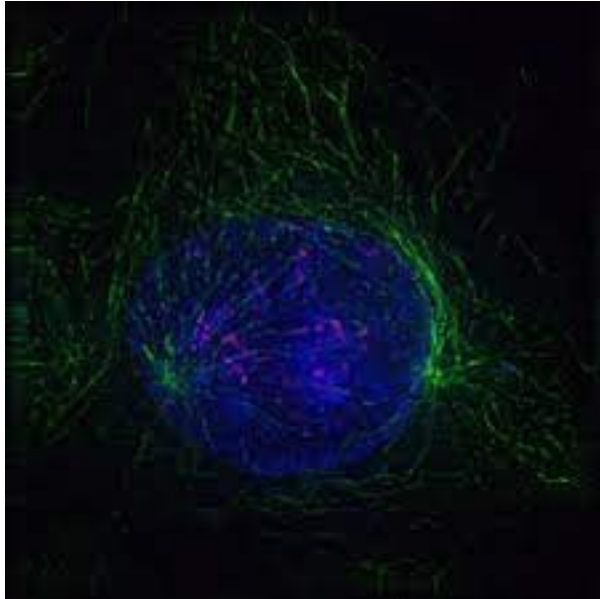
Стадії мітозу

Процес мітозу поділяють на чотири основні фази:

- I. профазу**
- II. метафазу**
- III. анафазу**
- IV. телофазу**

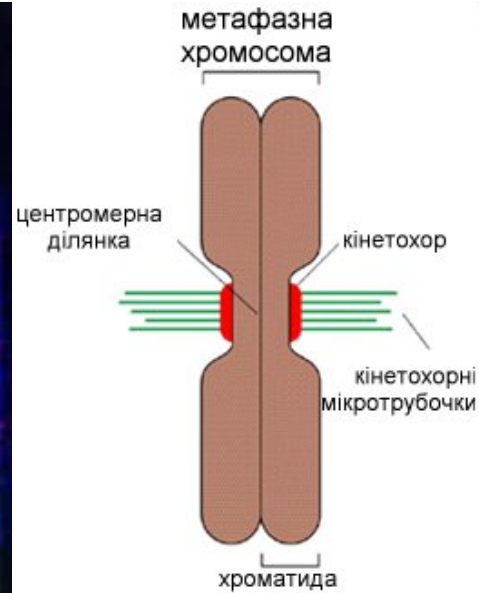
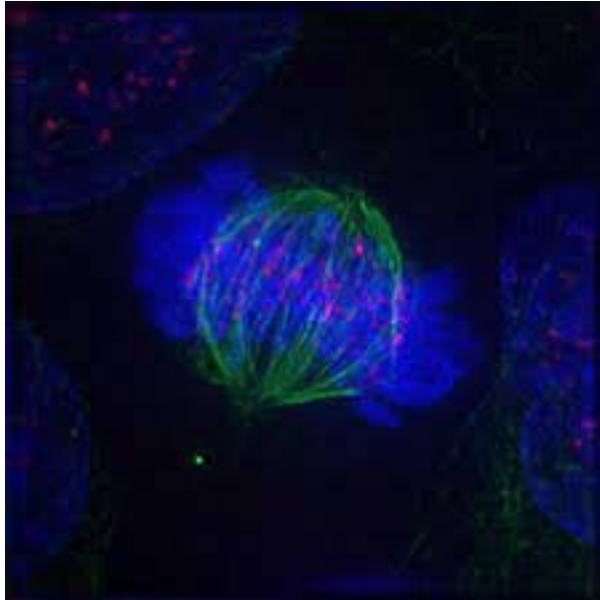
Оскільки він безперервний, зміна фаз здійснюється плавно - одна непомітно переходить в іншу.

Профаза мітозу

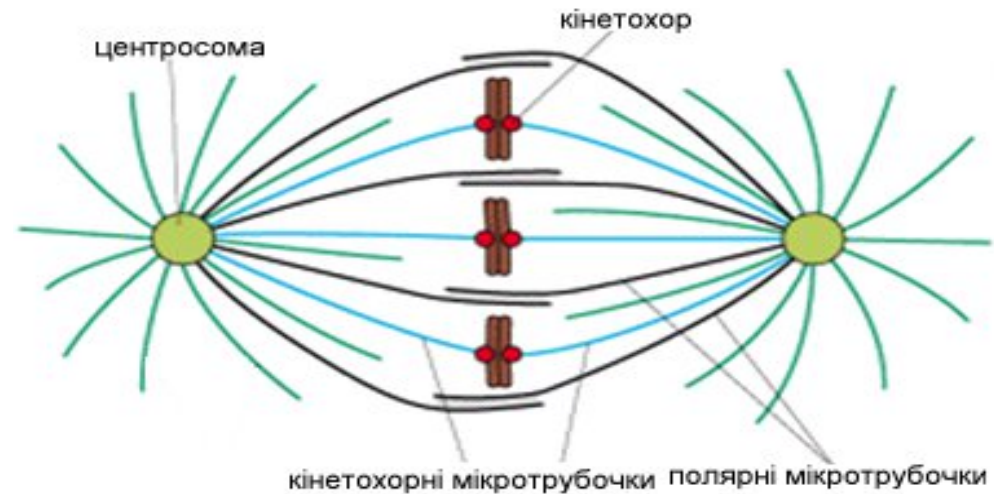


У профазі збільшується об'єм ядра, і внаслідок спіралізації хроматину формуються хромосоми. До кінця профазі видно, що кожна хромосома складається з двох хроматид. Поступово розчиняються ядерця і ядерна оболонка, і хромосоми опиняються безладно розташованими в цитоплазмі клітини. Протягом профазі триває спіралізація хромосом, які стають товстими й короткими. Центріолі розходяться до полюсів клітини. Формується ахроматинове веретено ділення, частина ниток якого йде від полюса до полюса, а частина - прикріплюється до центромер хромосом. Вміст генетичного матеріалу в клітині залишається незмінним ($2n4c$).

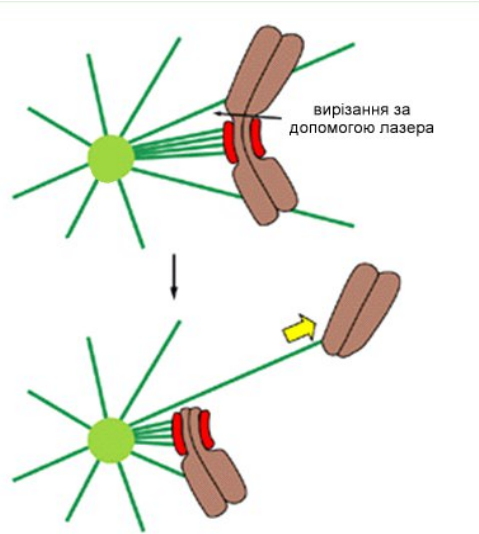
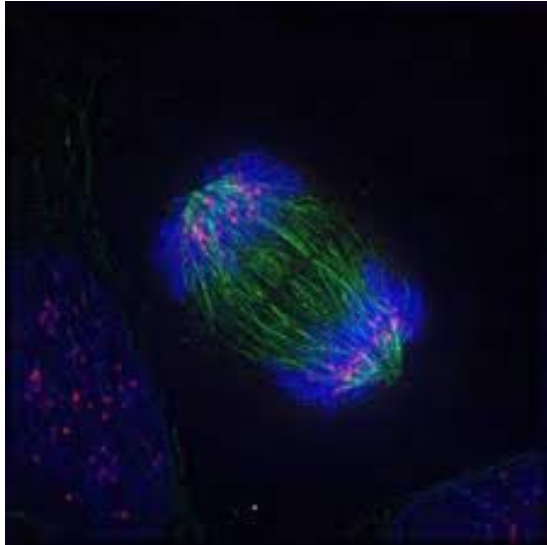
Метафаза мітозу



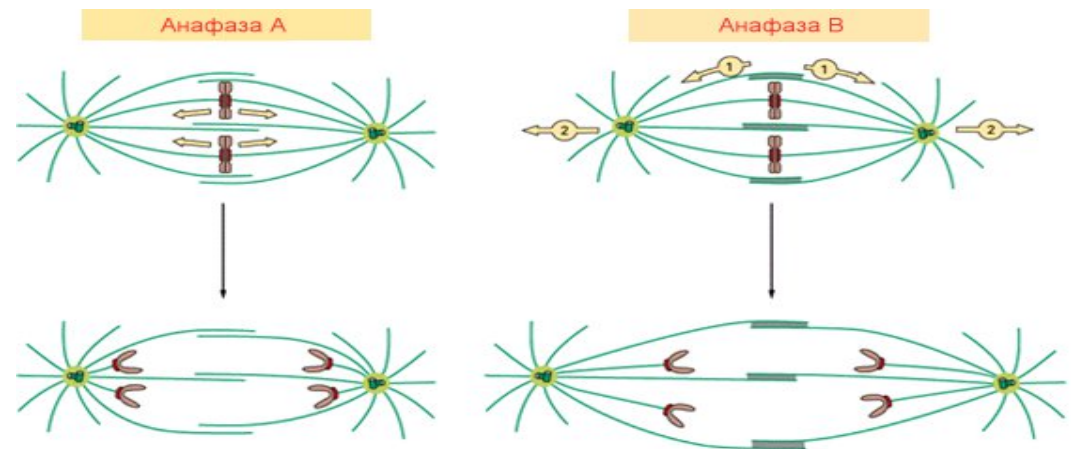
У метафазі хромосоми досягають максимальної спіралізації та розташовуються впорядковано на екваторі клітини, тому їх підрахунок і вивчення проводять в цей період. Вміст генетичного матеріалу не змінюється ($2n4c$).



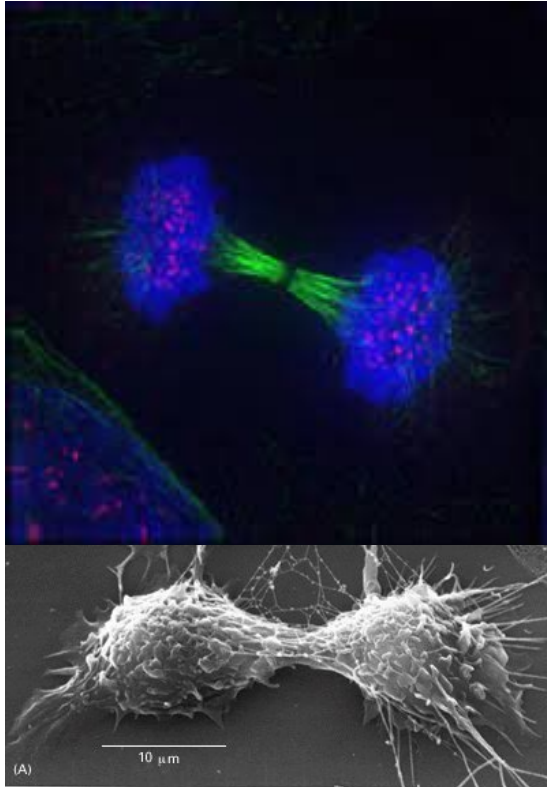
Анафаза мітозу



У анафазі кожна хромосома «розщеплюється» на дві хроматиди, які з цього моменту називаються дочірніми хромосомами. Нитки веретена, прикріплені до центромерів, скорочуються і тягнуть хроматиди (дочірні хромосоми) до протилежних полюсів клітини. Вміст генетичного матеріалу в клітині у кожного полюса представлено диплоїдним набором хромосом, але кожна хромосома містить одну хроматиду ($4n4c$).



Телофаза мітозу



У телофазі хромосоми, які розташувалися біля полюсів деспіралізуються і стають погано видимими. Навколо хромосом у кожного полюса з мембранних структур цитоплазми формується ядерна оболонка, в ядрах утворюються ядерця. Руйнується веретено поділу. Одночасно йде поділ цитоплазми (цитотомія).

У клітинах тварин цитоплазма ділиться шляхом перетяжки тіла клітини на дві менших розмірів, кожна з яких містить один диплоїдний набір хромосом. У клітинах рослин цитоплазматична мембрана виникає в середині клітини та поширюється до периферії, розділяючи клітину навпіл. Після утворення поперечної цитоплазматичної мембрани у рослинних клітин з'являється целюозна стінка. Дочірні клітини мають диплоїдний набір хромосом, кожна з яких складається з однієї хроматиди ($2n2c$).

Біологічне значення мітозу

Біологічне значення мітозу полягає в тому, що він забезпечує спадкову передачу ознак і властивостей в ряду поколінь клітин при розвитку багатоклітинного організму. Завдяки точному і рівномірному розподілу хромосом при мітозі всі клітини єдиного організму генетично однакові.

Мітотичний поділ клітин лежить в основі всіх форм безстатевого розмноження, як в одноклітинних, так і у багатоклітинних організмів. Мітоз обумовлює найважливіші явища життєдіяльності: ріст, розвиток і відновлення тканин і органів, а також безстатеве розмноження організмів.

Мейоз

Організми, які розмножуються статевим шляхом, утворюють статеві клітини, або гамети. Цьому передуює особливий спосіб поділу клітинного ядра - **мейоз**, який зменшує кількість хромосом у два рази і є основою для утворення гамет (статевих клітин) у багатоклітинних організмів, а також спор у рослин і деяких інших організмів. Цей процес відбувається у дві послідовні фази: мейоз I та мейоз II, кожна з яких включає кілька стадій: профаза, метафаза, анафаза і телофаза.

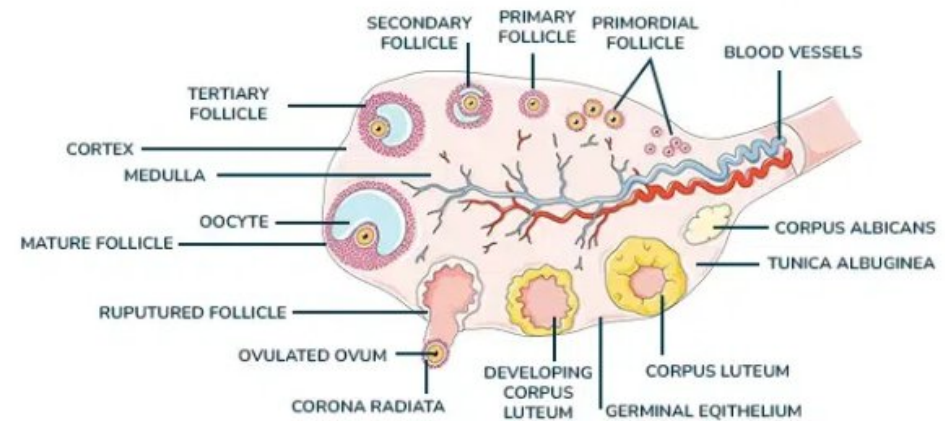
Мейоз забезпечує:

- Зменшення кількості хромосом – у результаті мейозу з однієї диплоїдної ($2n$) клітини утворюються чотири гаплоїдні (n) клітини. Це важливо для підтримання постійної кількості хромосом у видів при статевому розмноженні.
- Кросинговер – у профазі I мейозу відбувається обмін ділянками між гомологічними хромосомами, що збільшує генетичну різноманітність.
- Розподіл гомологічних хромосом – у мейозі I гомологічні хромосоми розділяються між дочірніми клітинами, а в мейозі II відбувається поділ сестринських хроматид.

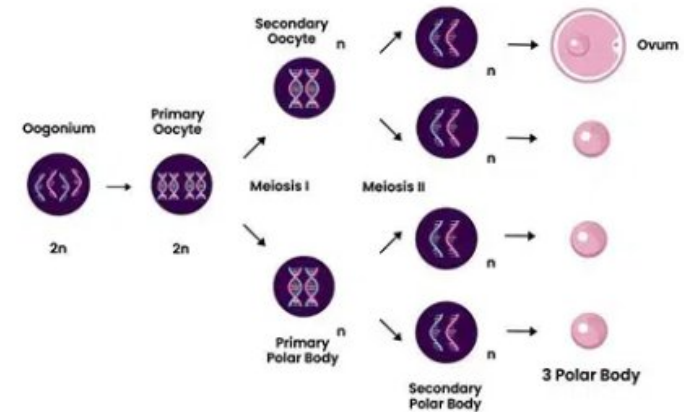
Мейоз складається з двох швидких у часі послідовних поділів клітин: першого і другого, причому подвоєння ДНК відбувається тільки перед першим поділом. Один з них називається редукційним, або першим мейотичним поділом, при якому число хромосом зменшується у два рази; інший - екваційний (рівний), або другий редукційний поділ, який нагадує мітотичний поділ.

У мейоз, як і в мітоз, вступають клітини з хромосомами, які складаються з двох сестринських хроматид. Після першого поділу швидко настає другий поділ, без підготовки і без синтезу ДНК. Другий мейотичний поділ відбувається за типом мітозу, тільки з тією відмінністю, що на всіх фазах буде вдвоє менше число хромосом.

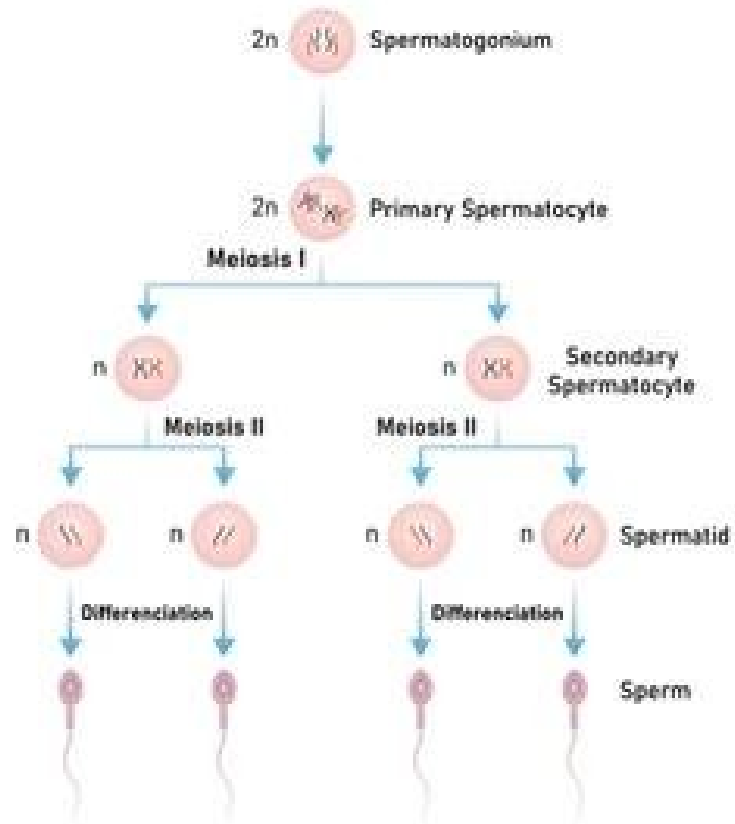
У кожному поділі мейозу розрізняють профазу, метафазу, анафазу і телофазу. Фази першого поділу позначають римською цифрою I (профаза I, метафаза I і т.д.), а фази другого поділу цифрою II (профаза II, метафаза II та ін.)



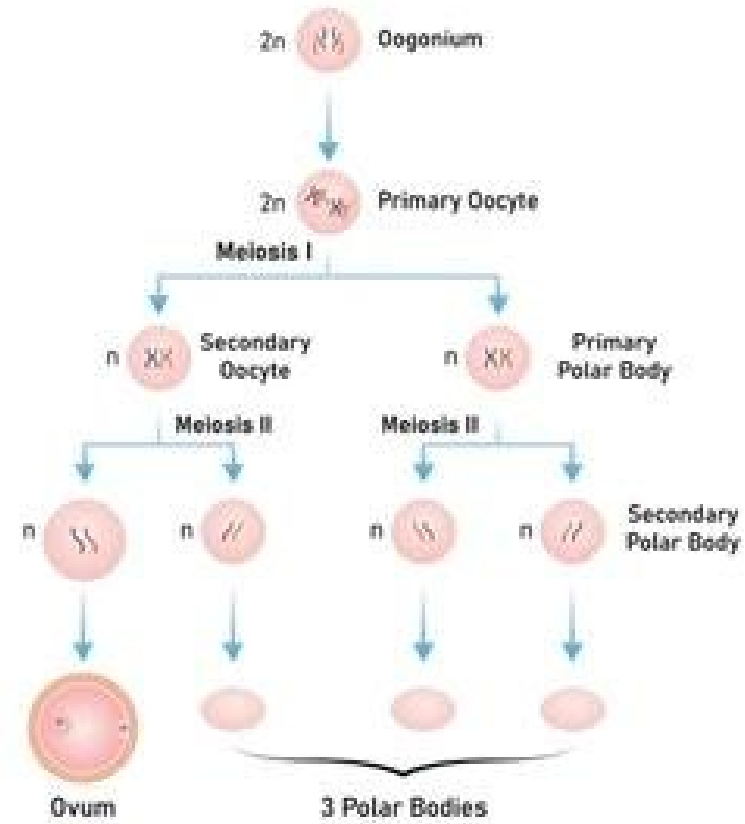
Oogenesis



Spermatogenesis



Oogenesis



Біологічне значення мейозу

- Збереження генетичної стабільності видів – шляхом зменшення кількості хромосом у два рази при утворенні статевих клітин і подальшому відновленні диплоїдного набору при заплідненні, мейоз запобігає подвоєнню хромосомного набору в кожному поколінні.
- Забезпечення генетичної різноманітності – кросинговер і незалежний розподіл хромосом під час мейозу забезпечують створення нових комбінацій генів, що є основою для еволюційних процесів і адаптації організмів до змін навколишнього середовища.
- Формування статевих клітин – без мейозу не відбувалося б утворення яйцеклітин і сперматозоїдів, що робить його ключовим процесом для статевого розмноження.

Мейоз є критично важливим для еволюції та генетичної мінливості, що сприяє виживанню та адаптації видів в умовах змін довкілля.

Запліднення

Статеве розмноження тварин і рослин супроводжується заплідненням - злиттям двох гамет: чоловічої і жіночої. У результаті утворюється запліднена яйцеклітина - зигота, яка дає початок розвитку нового покоління організмів. Тільки в 1875 році було доведено, що в основі процесу запліднення лежить злиття ядер однієї жіночої і однієї чоловічої статевих клітин, і тим самим об'єднання їх хромосом. Внаслідок об'єднання гаплоїдних наборів хромосом відновлюється диплоїдне їх число.

Існують два способи запліднення: зовнішнє і внутрішнє. Майже всі водні хребетні тварини (риби, земноводні та ін.) відкладають ікру (яйцеклітини) і сперму у воду, де і відбувається запліднення. Виняток складають водні ссавці (ластоногі, китоподібні), живородні риби і деякі земноводні, яким властиве внутрішнє запліднення.

У наземних тварин запліднення відбувається в статевій системі самки, і зародок розвивається або в середині її тіла (внутрішньоутробний розвиток у ссавців), або в яйцях, вкритих шкаралупою (комахи, плазуни, птахи, яйцекладні ссавці). Яйця зігріваються теплом матері, сонячним промінням або теплом, яке виділяється при гнитті органічних решток.

Якщо зародок розвивається поза тілом самки, яйцеклітина містить великі запаси поживних речовин, які забезпечують розвиток зародка. При внутрішньоутробному розвитку плода яйцеклітина містить мінімальну кількість поживного матеріалу.

Партогенез

Особливою формою статевого розмноження є **партогенез**, тобто розвиток організму з незапліднених яйцевих клітин. Ця форма розмноження виявлена у середині XVIII ст. швейцарським натуралістом Ш. Бонне (1720-1793). На сьогодні відомий не тільки природний, але і штучний партогенез.

Природний партогенез характерний для окремих рослин, червів, комах, ракоподібних. У деяких тварин будь-яке яйце здатне розвиватися як без запліднення, так і після нього. Це так званий факультативний партогенез. Він зустрічається у бджіл, мурашок, коловерток, у яких із запліднених яєць розвиваються самки, а із незапліднених - самці. У цих тварин партогенез виник як пристосування для регулювання кількісного співвідношення статей.

При облігатному, тобто обов'язковому, партогенезі яйця розвиваються без запліднення. Цей вид партогенезу відомий, наприклад, у кавказької скельної ящірки. У багатьох видів партогенез має циклічний характер. У попелиць, дафній, коловерток у літній період існують тільки самки, які розмножуються партогенетично, а восени партогенез змінюється розмноженням з заплідненням (це явище називають **гетерогонією**).

Облігатний і циклічний партогенез історично розвинувся у тих видів тварин, які гинули у великих кількостях (попелиці, дафнії), або в яких була затруднена зустріч особин різної статі (скельна ящірка). Вид кавказької скельної ящірки зберігся тільки завдяки появі партогенезу, бо зустріч двох особин, які живуть на скелях, відділених глибокими щілинами, утруднена. Особини цього виду представлені на даний час лише самками, які розмножуються партогенетично.

Партогенез

В ядрах соматичних клітин особин, які розвинулися із незапліднених яєць, у ряді випадків є гаплоїдний набір хромосом (такими є самці коловерток), в інших - диплоїдний (попелиці, дафнії). Досить розповсюджений партеногенез у личинкових стадій сисунів та інших паразитів, що забезпечує їм інтенсивне розмноження і виживання при великих втратах особин на різних етапах життєвого циклу.

Штучний партеногенез досліджував О. А. Тихомиров. Він досліджував розвиток незапліднених яєць шовковичного шовкопряда, подразнюючи їх тонким пензликом або діючи впродовж кількох секунд слабким розчином сірчаної кислоти.

Встановлено, що дробіння яйця починається тільки після його запліднення. Це явище доведено дослідженнями штучного партеногенезу. Показано, що для розвитку яйця необхідна активація. За природних умов вона відбувається після проникнення сперматозоонів у яйцеклітину, а в експерименті може бути викликана різноманітними впливами: хімічними, механічними, електричними, термічними тощо. Всі зони спричиняють зворотні пошкодження цитоплазми яйцеклітини, що змінює й активує метаболізм. Порівняно легко зазнають активації яйця ссавців. Зийняті із тіла незапліднені яйцеклітини кроля активуються низькою температурою. Були спроби активувати незапліднені яйцеклітини людини; отримані тільки ранні стадії розвитку.



Скельна ящірка
(*Lacerta saxicola*)