



ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА



Лабораторне заняття № 2

Тема: Життєвий цикл клітин. Мітоз. Мейоз

Мета: вивчити життєвий цикл клітин, навчитися розрізняти фази мітозу у клітинах та розраховувати мітотичний індекс, вивчити особливості перебігу мейозу, порівняти мітоз та мейоз, детально розглянути гаметогенез у тварин та рослин, вивчити процеси запліднення у тварин і рослин

Питання для самопідготовки:

1. Сутність поняття “життєвий цикл клітин”.
2. Способи поділу клітин.
3. Фази мітозу.
4. Характеристика профази.
5. Характеристика метафази.
6. Характеристика анафази.
7. Характеристика телофази.
8. Біологічне значення мітозу.
9. Мітотичний індекс та його значення.
10. Мейоз. Значення мейозу.
11. Відмінності перебігу мітозу та мейозу.
12. Характеристика екваційного поділу мейозу.
13. Характеристика редукційного поділу мейозу.
14. Сперматогенез у тварин.
15. Мікроспорогенез у рослин.
16. Овогенез у тварин.
17. Мегаспорогенез у рослин.
18. Запліднення у тварин.
19. Подвійне запліднення у рослин.

Хід роботи:

Теоретична частина:

Життєвий цикл клітин. Мітоз

Здатність до поділу – це найважливіша властивість клітин. Одним із перших, хто стверджував, що клітина може виникнути тільки з іншої клітини, був німецький вчений Р. Вірхов у 1858 році. Процес поділу лежить в основі розмноження та індивідуального розвитку будь-якого організму. Соматичні клітини можуть ділитися трьома способами:



А) **Амітоз** призводить до утворення багатоядерних клітин або збільшення кількості клітин, але хромосоми між дочірніми клітинами розподіляються нерівномірно.

Б) **Ендомітоз** властивий більшості одноклітинних тварин, усі його процеси відбуваються в середині ядерної оболонки; ендомітоз забезпечує передачу ідентичної спадкової інформації.

В) **Мітоз** – це основний спосіб поділу еукаріотичних клітин.

Життєвий цикл клітини – це більше, ніж тільки поділ, це період існування клітини від її утворення до наступного поділу або загибелі.

Клітинний цикл поділяється на два великих періоди:

- 1) Інтерфаза (90% часу клітинного циклу) – це період підготовки клітини до поділу, період «спокою», синтетичний період.
- 2) Мітоз – це поділ ядра та самої клітини. Мітоз складається з 4 послідовних фаз:

- А) профаза;
- Б) метафаза;
- В) анафаза;
- Г) телофаза.

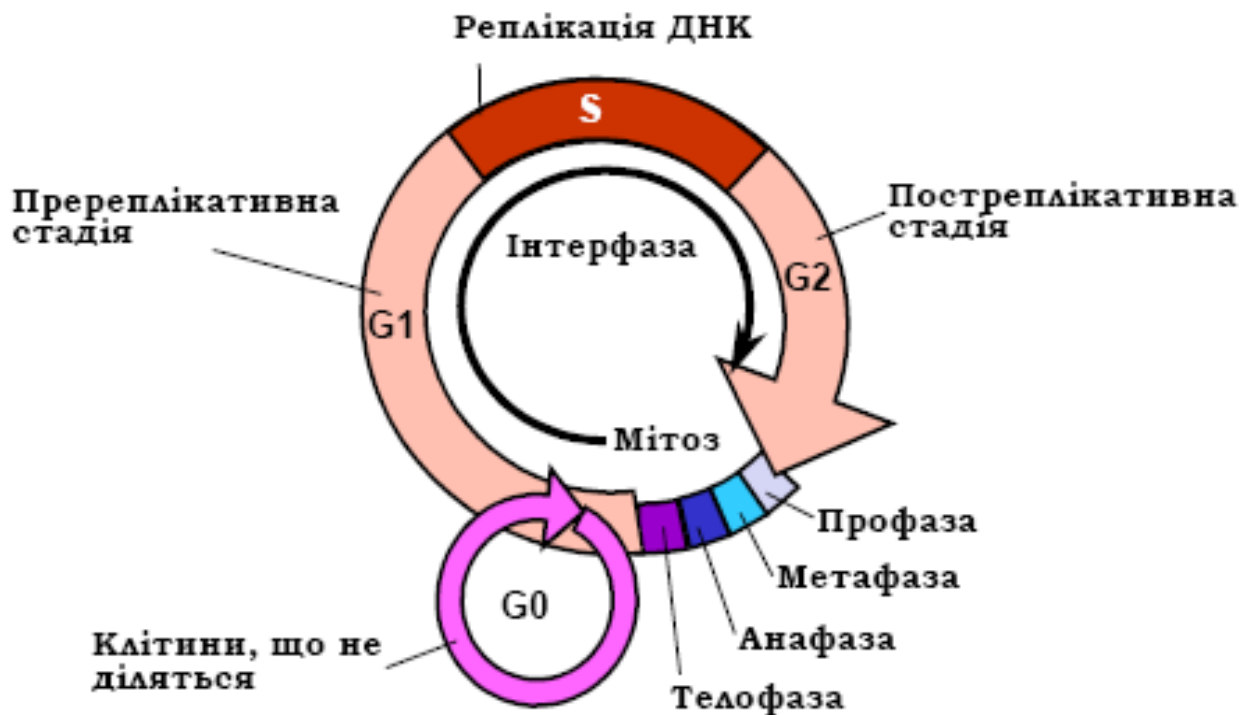


Рисунок 1. Життєвий цикл клітини



ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА



Життєвий цикл клітин налічує 5 фаз:
Інтерфаза



Профаза



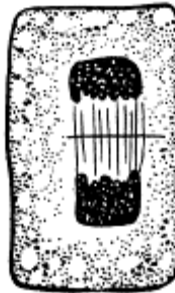
Метафаза



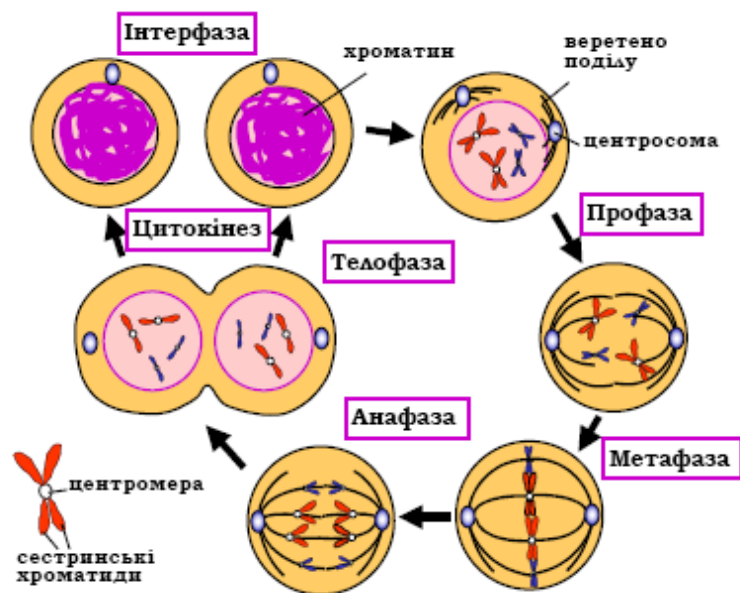
Анафаза



Телофаза



Загальна схема мітозу:





ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА



Клітини на різних стадіях мітотичного циклу характеризуються таким чином:

1. Клітини на стадії інтерфази – клітини, що мають чотирикутну форму і оточені темними, добре помітними оболонками, у них містяться округлі та овальні ядра;
2. Клітини на стадії профази – у ранній профазі в ядрі з'являються нитчасті структури, які мають вигляд щільного клубка, у середній профазі структури спіралізуються, стають коротшими, відокремлюються, в кінці профази оболонка ядра і ядерця зникають, помітні окремі хромосоми в цитоплазмі;
3. Клітини на стадії метафази – хромосоми розташовуються по екватору і мають вигляд товстих зігнутих паличок. У деяких клітинах хромосоми мають вигляд пар хроматид;
4. Клітини на стадії анафази – сестринські хромосоми розходяться до різних полюсів, на кожному полюсі буде стільки ж хромосом, скільки мала вихідна материнська клітина;
5. Клітини на стадії телофази – У них зникає чіткий контур хромосом і утворюється пухке скупчення; у пізній телофазі можна знайти нові ядра і перетинку, яка розділяє вихідну клітину на дві частини.

Мейоз

Мейозу піддаються не всі клітини, а лише незрілі статеві клітини, що досягли певної диференціації. Мейоз складається з двох послідовних поділів: редукційного (мейоз I) та екваційного (мейоз II). Кожний з цих поділів має 4 фази, подібно до мітозу. У результаті мейозу утворюються 4 гаплоїдні клітини, тобто набір хромосом зменшується вдвічі.

Профаза I – складна і, в свою чергу, поділяється на 5 своїх стадій:

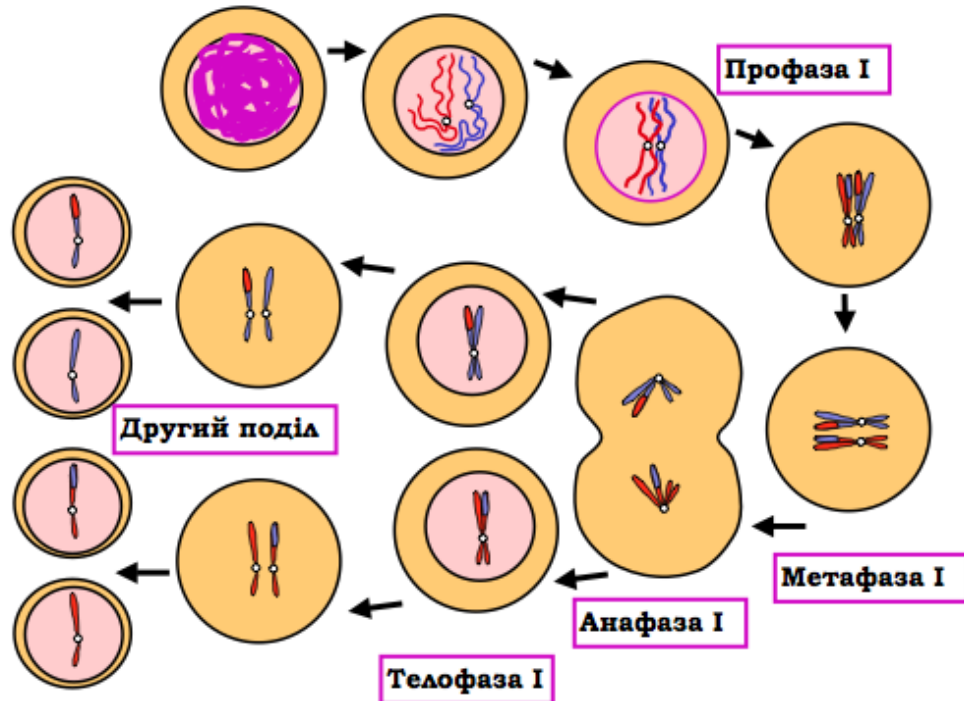
1. Лептотена або лептонема – хромосоми у вигляді тоненьких слабо конденсованих ниток;
2. Зиготена або зигонема – помітне попарне зближення хромосом;
3. Пахітена або пахінема – гомологічні хромосоми вкорочені та потовщені; відбувається кон'югація;
4. Діплотена або діплонема – хромосоми утворюють петлі, помітні хіазми;



5. Діакінез – біваленти ще більше вкорочені, мають невелику кількість хіазм, розкидані по всьому ядру, форма їх не однакова.

Протягом усієї профазі I добре видно ядерце та зберігається ядерна оболонка.

Загальна схема мейозу:



Метафаза I характеризується зникненням ядерної оболонки, біваленти збираються в екваторіальній зоні та прикріплені до ниток веретена поділу двома центромерами, ядерце відсутнє.

Анафаза I – біваленти розпадаються на дві гомологічні хромосоми, що прямують до різних полюсів клітини.

Телофаза I – в цій фазі хромосоми конденсовані, обидві клітини (діода) одночасно вступають у нетривалий інтеркінез, після чого, минаючи стадію профазі, одразу розпочинається метафаза II. Вона відрізняється ззовні від метафази I тим, що відбувається одночасно у діоді. Хромосоми метафази II довші від хромосом на стадії метафази I.

Анафаза II – хроматиди розходяться по полюсах клітин. У кінці цієї стадії одночасно чітко помітні 4 сформовані полюси з гаплоїдними наборами хромосом на місці вихідної клітини з диплоїдним набором хромосом.

Телофаза II – хромосоми на полюсах втрачають форму, поступово проходить утворення ядерної оболонки та ядерцець.



Гаметогенез

Гаметогенез – це процес утворення гамет, зрілих статевих клітин.

Генетичні системи багатоклітинних тварин засновані переважно на двостатевості та перехресному заплідненню. Гермафродитизм трапляється серед безхребетних, але, завдяки різним строкам дозрівання, зазвичай навіть у цих організмів спостерігається перехресне запліднення.

Вищі тварини також потенційно бісексуальні, але хромосомний механізм визначення статі зумовлює формування організмів з чоловічими та жіночими особливостями.

Розрізняють первинні статеві ознаки – будову гонад, а також ті фізіологічні та морфологічні особливості, які визначають нормальний розвиток гамет та їх об'єднання при заплідненні, і вторинні статеві ознаки, що властиві статі, але безпосередньо не пов'язані з процесом статевого розмноження.

Початкові стадії формування попередників чоловічих та жіночих статевих клітин подібні.

Сперматогенез – це процес утворення сперматозоїдів.

Сперматогонії після періоду росту перетворюються на сперматоцити I порядку, які вступають у I поділ мейозу, у результаті якого утворюються сперматоцити II порядку. З них після другого поділу мейозу виникають сперматозоїди. Таким чином, кожен диплоїдний сперматоцит I порядку дає 4 гаплоїдні сперматозоїди. Вони утворюються із сперматидів у процесі сперматогенезу, при цьому утворюється голівка сперматозоїда, що містить гаплоїдне ядро, а всі елементи цитоплазми формують хвіст та джгутиковий апарат, що забезпечують рухливість сперматозоїда.

Овогенез – це процес утворення яйцеклітин.

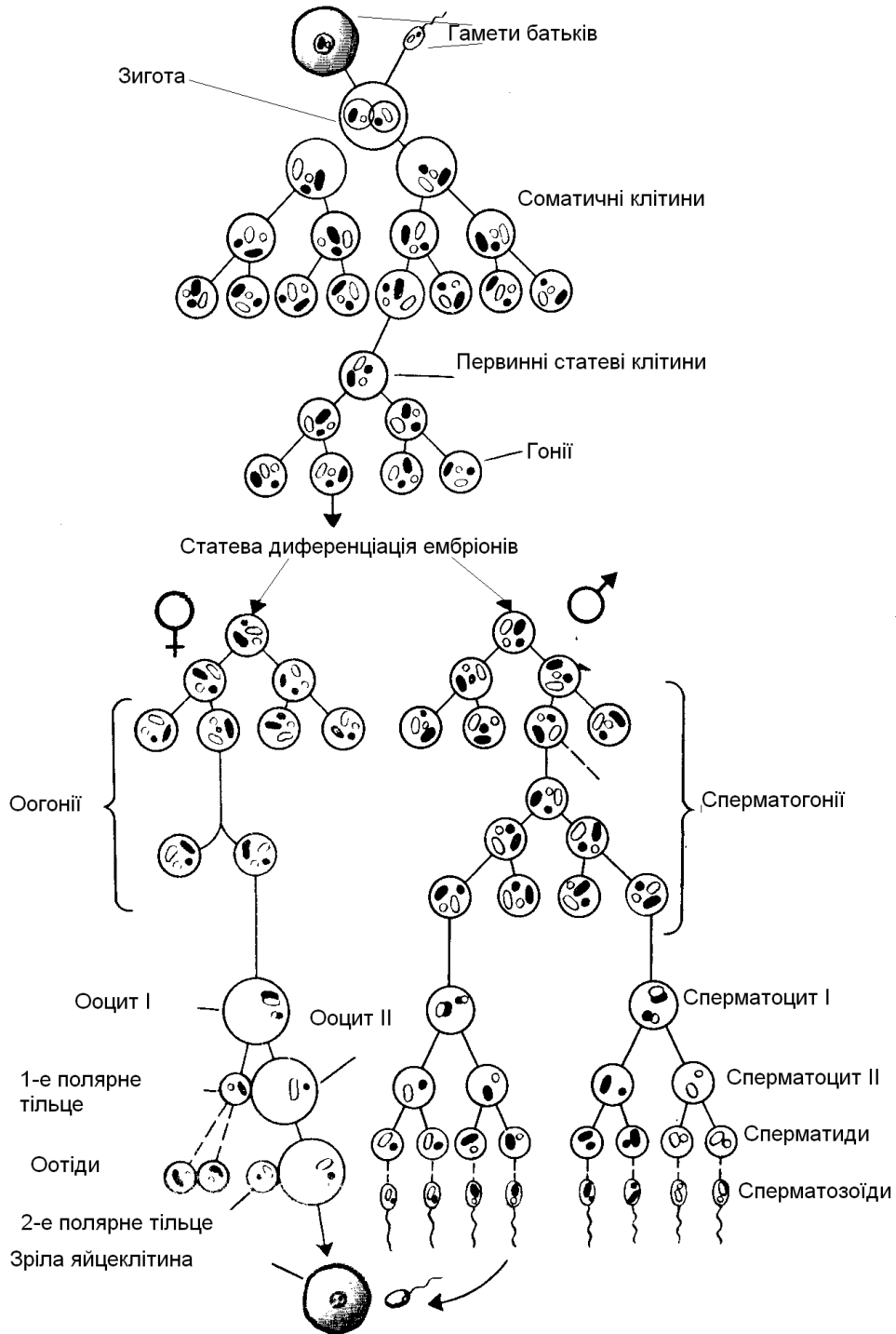
Розвиток жіночих статевих клітин – яйцеклітин – відбувається у яєчниках. Яйцеклітини також формуються завдяки двом мейотичним поділам. Суттєвою відмінністю овогенезу від сперматогенезу є те, що ооцит I порядку, в який перетворюється оогоній у результаті більш тривалого росту, утворює при I поділі дві гаплоїдні клітини з неоднаковою кількістю цитоплазми: одну велику клітину (ооцит II) та невеличке полярне тільце I. При II поділі мейозу кожен ооцит II утворює одну оотиду та полярне тільце II. Перше полярне тільце також ділиться. Таким чином, у результаті мейозу ооцит I утворює 4 оотиди, але тільки одна з них, найбільша, після дозрівання утворює яйцеклітину. Три останні клітини абортуються.



ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА

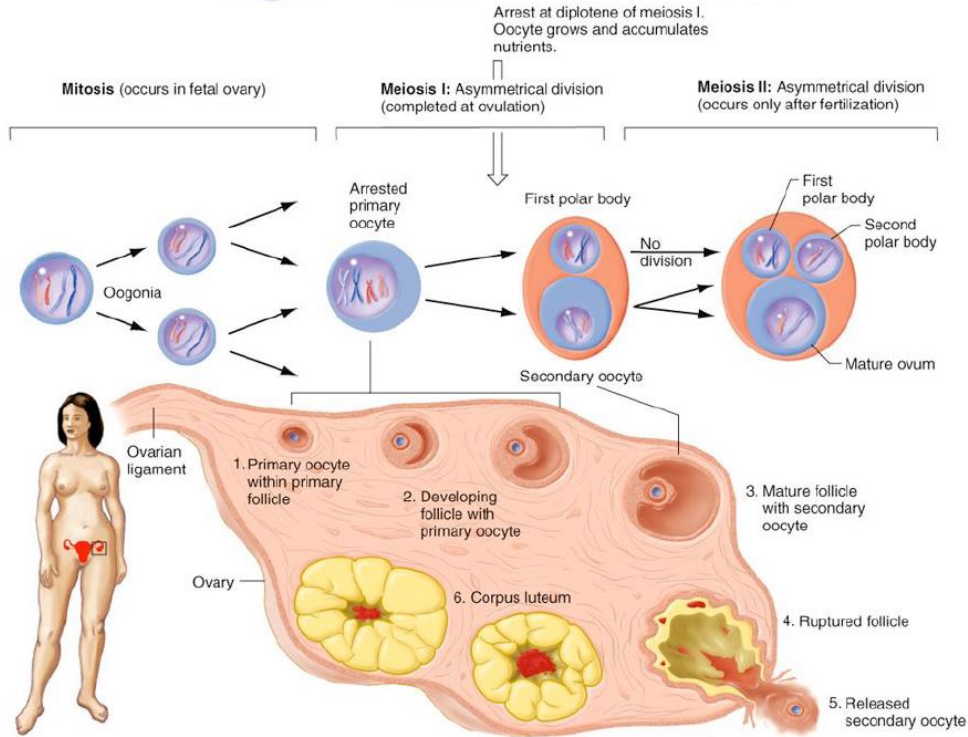


У подальшому при заплідненні всередину яйцеклітини потрапляє тільки ядро сперматозоїда – чоловічий пронуклеус. Він зливається з жіночим пронуклеусом – ядром яйцеклітини. Сперматозоїди здатні потрапляти не тільки у зрілу яйцеклітину, але у деяких тварин і на різних стадіях формування ооцита I чи ооцита II. Але при заплідненні зливаються тільки гаплоїдні ядра, що повністю завершили мейоз. Такий тип запліднення має назву анізогамії або гетерогамії.

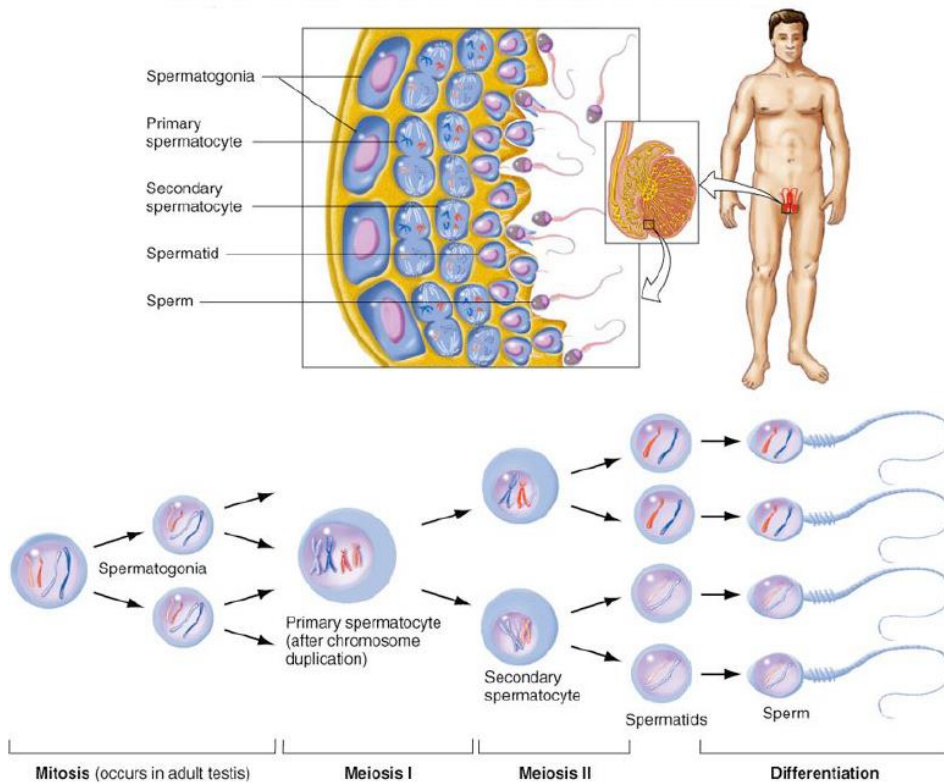




Oogenesis in humans



Spermatogenesis in humans





Мікро- та мегаспорогенез. Подвійне запліднення у рослин

У вищих рослин більша частина життєвого циклу представлена спорофітом (диплоїдні організми). Однак гаплоїдні клітини, що утворюються внаслідок мейозу – мікроспори та мегаспори, – дають початок редукованим чоловічому та жіночому гаметофітам, які мають гаплоїдний набір хромосом. Вони формують чоловічі й жіночі статеві клітини – спермії та яйцеклітини.

При мікроспорогенезі, який до стадії сперматиди відповідає процесу сперматогенезу, після утворення тетради гаплоїдних мікроспор кожна з них проходить поділ мітозом та утворює два ядра: вегетативне і генеративне, яке, у свою чергу, також вступає в мітоз та утворює два спермія.

З тетради мегаспор три в подальшому дегенерують, а четверта дає початок зародковому мішку. Після періоду росту її ядро ділиться від одного до трьох разів. У більшості випадків утворюється вісім гаплоїдних ядер. Потім вони групуються по чотири. Одна четвірка поблизу мікропіле – отвору, через який проходить спермій, а інша четвірка – на протилежному кінці зародкового мішка. З першої четвірки одне ядро відокремлюється і дає початок яйцеклітині, ще два утворюють синергіди, які після запліднення руйнуються, а четверте ядро переміщується до центру зародкового мішка.

З іншої четвірки, що відійшла на протилежний бік, три утворюють клітини-антиподи, а четверте також переміщується до центру мішка, де зливається з ядром з першої четвірки. Утворюється диплоїдне центральне ядро.

Запліднення у рослин складається з таких етапів:

Пилок, що потрапив на маточку, набухає, утворюється пилкова трубка, яка проростає через стовпчик до зав'язі. При проростанні на приймочці декількох пилових зерен лише одна пилкова трубка досягає зародкового мішка та потрапляє крізь мікропіле всередину.

При контакті пилкової трубки з синергідами вона руйнується, так само як і синергіди. Два спермія потрапляють у зародковий мішок.

Один з них зливається з яйцеклітиною, утворюючи зиготу та зародок у подальшому.

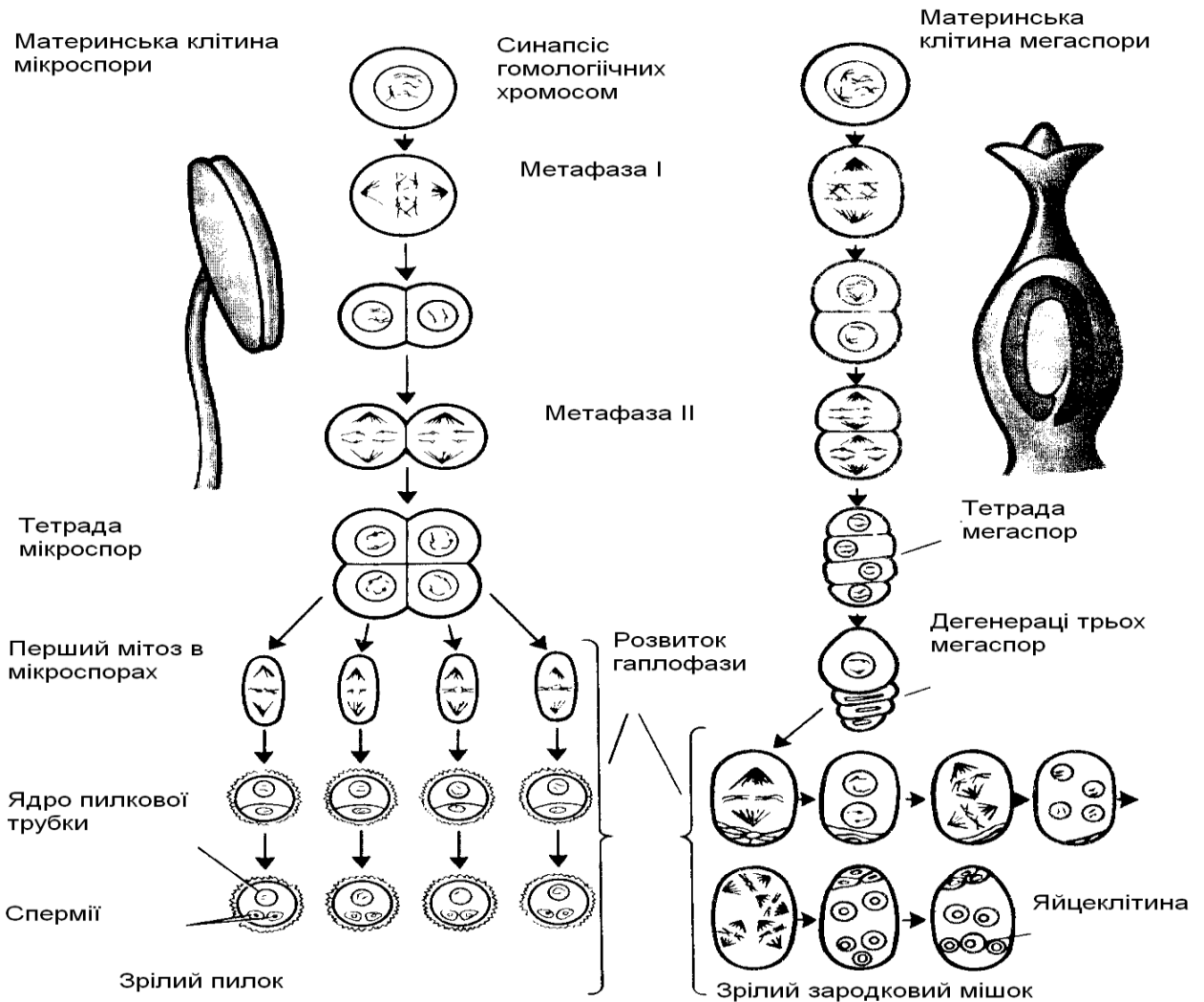
Інший спермій, що потрапив до зародкового мішка, зливається з центральним диплоїдним ядром. Це призводить до



утворення триплоїдного ядра, що дає початок поживній тканині – триплоїдному ендосперму.

Цей процес має назву подвійного запліднення. Він був відкритий у 1898 році російським ботаніком С.Г. Навашиним.

Загальна схема мікро- та мегаспорогенезу:



Розглянути та замалювати в зошит схеми мікро- та мегаспорогенезу. Зробити висновки з лабораторної роботи. У висновках слід зазначити спільні та відмінні риси між мейозом і мітозом; особливості гаметогенезу у тварин та спорогенезу у рослин; порівняти ці процеси між собою; вказати на відмінності процесів запліднення у різних організмів.



Практична частина:

Завдання 1. Визначення мітотичного індексу.

Роздивіться надані рисунки та мікрофотографії, знайдіть і порахуйте кількість клітин, що знаходяться на різних стадіях клітинного циклу. Дані запишіть до лабораторного зошита в таблицю 1.

Таблиця 1. Підрахунок кількості клітин

Номер рисунка	Кількість клітин на стадії:					
	Профаза а (П)	Метафаза а (М)	Анафаза а (А)	Телофаза а (Т)	Інтерфаза а (І)	Разом м (N)
1						
2						

Після підрахунку кількості клітин розрахувати рівень мітотичної активності за допомогою мітотичного індексу.

Мітотичний індекс розраховують за формулою:

$$MI = \frac{(П+М+А+Т)}{N}, \text{ де}$$

MI – мітотичний індекс;

П – кількість клітин на стадії профазі;

М – кількість клітин на стадії метафазі;

А – кількість клітин на стадії анафазі;

Т – кількість клітин на стадії телофазі;

N – загальна кількість клітин.

Мітотичний індекс виражають у проміле ‰-тисячних частках цілого.

Далі зробіть розрахунок відносної тривалості кожної фази мітози у % за такими формулами:

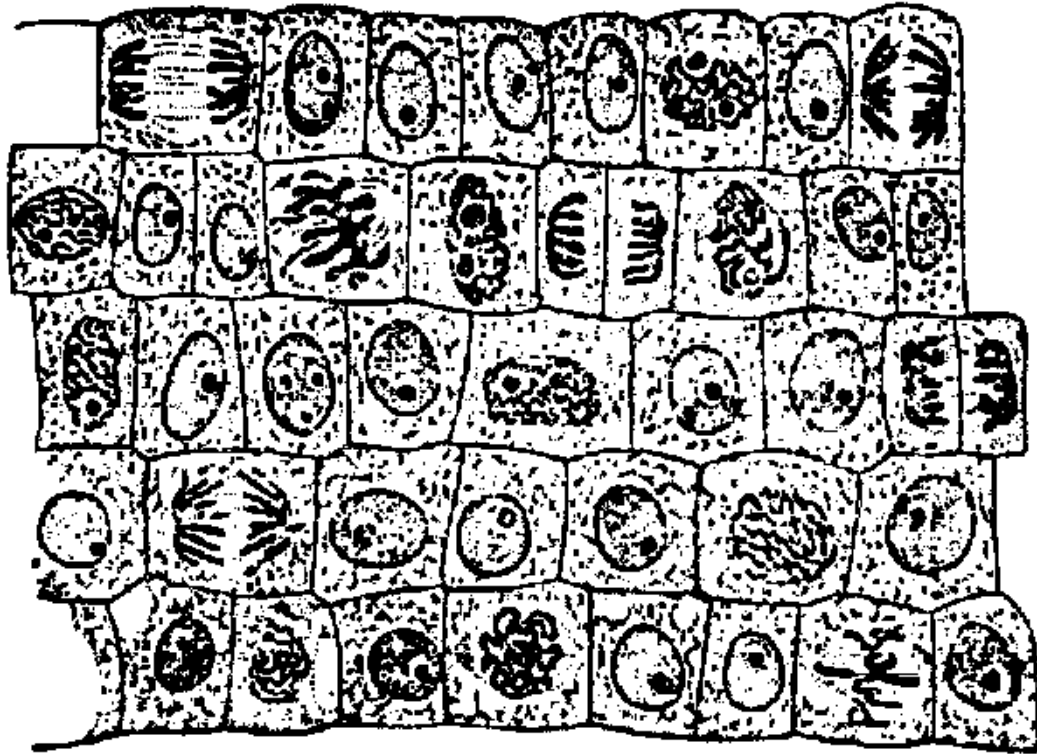
$$A) \text{ тривалість профазі } T_{\text{п}} = \frac{П \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$B) \text{ тривалість метафазі } T_{\text{м}} = \frac{М \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$B) \text{ тривалість анафазі } T_{\text{А}} = \frac{А \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$Г) \text{ тривалість телофазі } T_{\text{т}} = \frac{Т \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$Д) \text{ тривалість інтерфазі } T_{\text{І}} = \frac{І \times 100}{П+М+А+Т+І}$$



1



2

Для кожного фото знайдіть клітину на стадії метафази та підрахуйте кількість хромосом для цієї культури. Отримані дані запишіть до лабораторного зошита. Зробіть висновки з



ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА



лабораторної роботи. У висновках зазначте, з яких стадій складається життєвий цикл клітин, укажіть особливості кожної фази і зверніть увагу на біологічний зміст мітозу та його значення.

Завдання 2. Порівняти мітоз та мейоз.

Процеси мітозу та мейозу мають багато спільних рис, але вони різняться своїм біологічним завданням. Мітоз слугує для створення ідентичних копій клітин та підтримання кількості хромосом у наступних клітинних поколіннях. Мейоз призначений для зменшення кількості хромосом у статевих клітинах, щоб забезпечити сталу для біологічного виду кількість хромосом після запліднення у зиготі.

Заповнити таблицю 2.

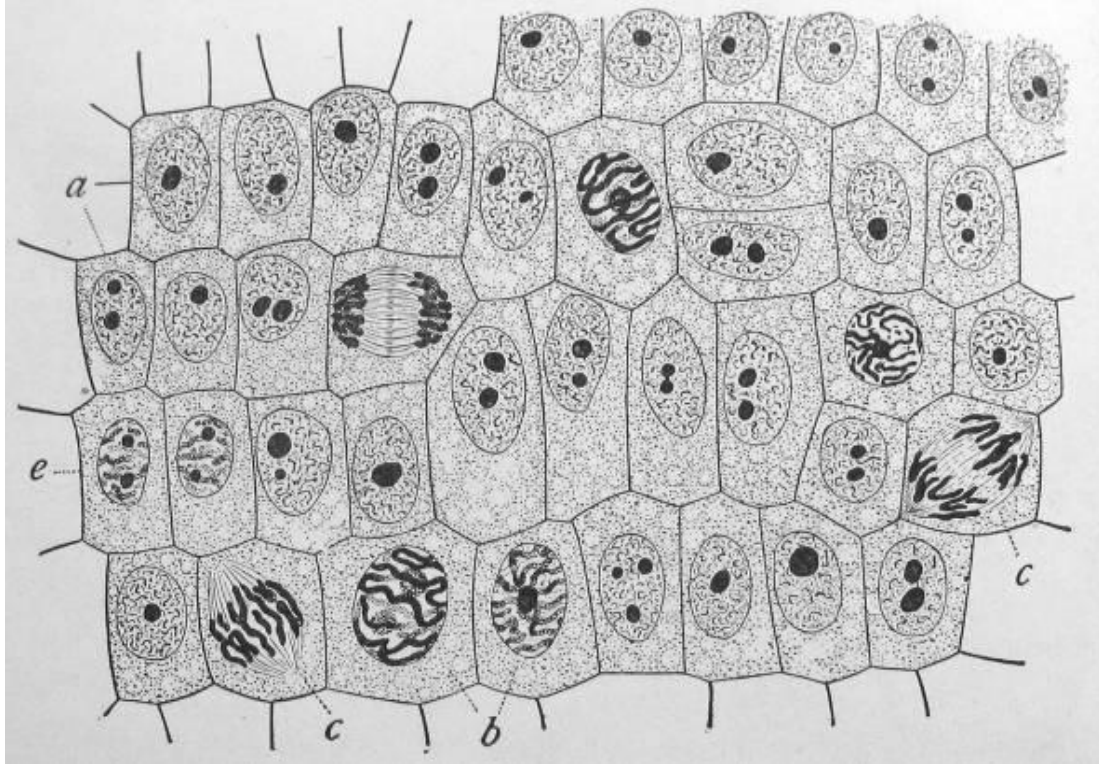
Таблиця 2. Порівняння мітозу та мейозу

Стадії	Мітоз	Мейоз
Інтерфаза		
Профаза I		
Метафаза I		
Анафаза I		
Телофаза I		
Профаза II		
Метафаза II		
Анафаза II		
Телофаза II		

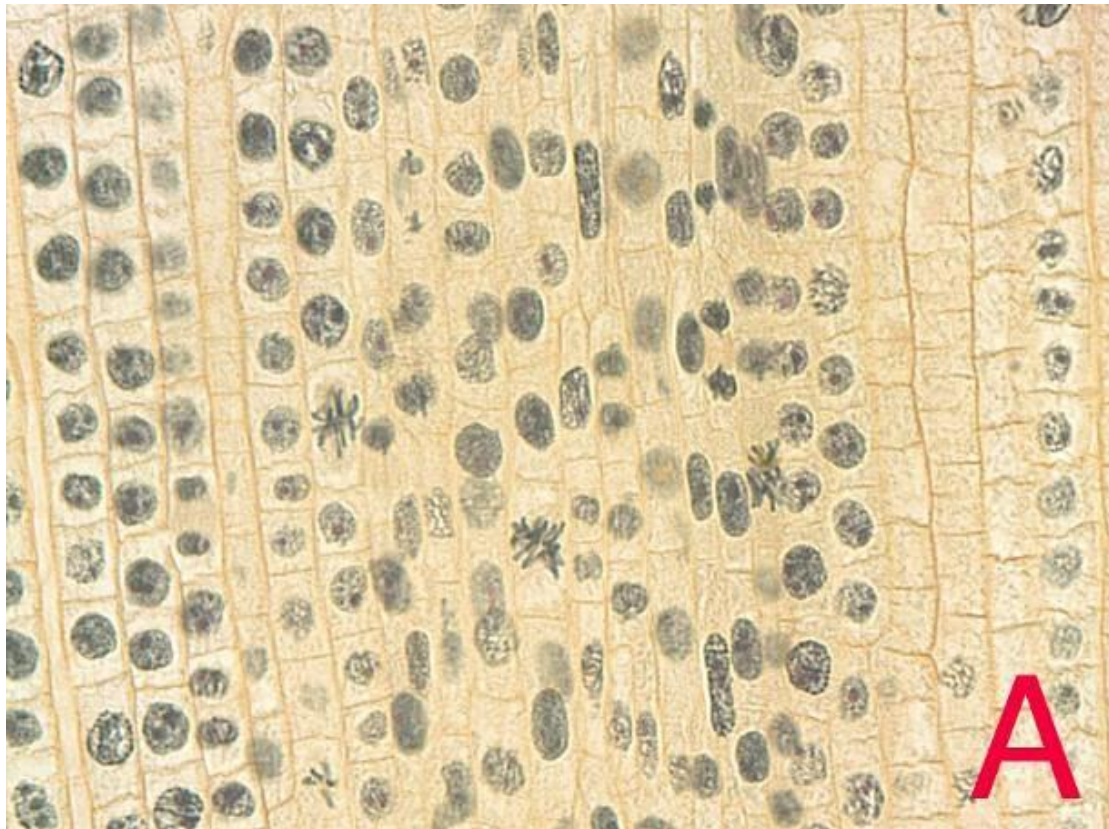
Завдання для виконання вдома:

Завдання 1. Визначення мітотичного індексу (2 бали)

Роздивіться надані рисунки та мікрофотографії, знайдіть і порахуйте кількість клітин, що знаходяться на різних стадіях клітинного циклу. Дані запишіть до лабораторного зошита в таблицю 3.



1



2



Таблиця 3. Підрахунок кількості клітин

Номер рисунка	Кількість клітин на стадії:					
	Профаза а (П)	Метафаза а (М)	Анафаза а (А)	Телофаза а (Т)	Інтерфаза а (І)	Разом (N)
1						
2						

Після підрахунку кількості клітин розрахувати рівень мітотичної активності за допомогою мітотичного індексу.

Мітотичний індекс розраховують за формулою:

$$MI = \frac{(П+М+А+Т)}{N}, \text{ де}$$

MI – мітотичний індекс;

П – кількість клітин на стадії профазі;

М – кількість клітин на стадії метафази;

А – кількість клітин на стадії анафази;

Т – кількість клітин на стадії телофази;

N – загальна кількість клітин.

Мітотичний індекс виражають у проміле ‰-тисячних частках цілого.

Далі зробіть розрахунок відносної тривалості кожної фази мітози у % за такими формулами:

$$A) \text{ тривалість профазі } T_{п} = \frac{П \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$B) \text{ тривалість метафази } T_{м} = \frac{М \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$B) \text{ тривалість анафази } T_{А} = \frac{А \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$Г) \text{ тривалість телофази } T_{т} = \frac{Т \times 100}{П+М+А+Т}$$

$$Д) \text{ тривалість інтерфази } T_{І} = \frac{І \times 100}{П+М+А+Т+І}$$

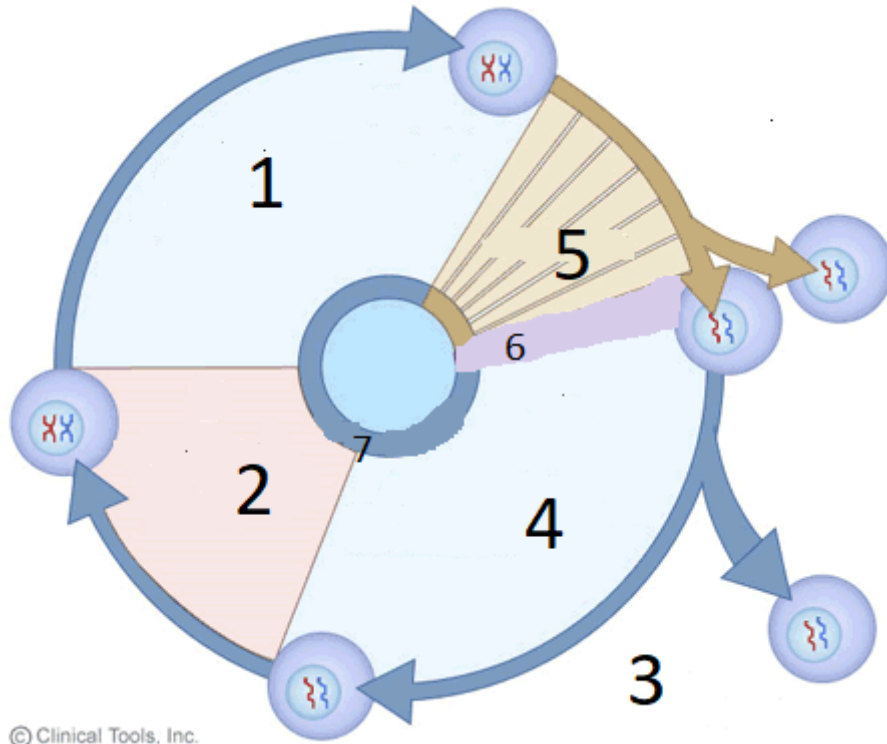
Для кожного фото знайдіть клітину на стадії метафази та підрахуйте кількість хромосом для цієї культури. Отримані дані запишіть до лабораторного зошита.

Завдання 2. Замалювати у лабораторний зошит схеми сперматогенезу та овогенезу (1 бал)



Завдання 3. Замалювати у лабораторний зошит схеми макро- та мікроспорогенезу (1 бал)

Завдання 4. Підписати стадії життєвого циклу (1 бал)



- 1 - _____
- 2 - _____
- 3 - _____
- 4 - _____
- 5 - _____

Питання для контролю знань:

1. Що таке мітоз?
2. У чому полягає еволюційне значення мітозу?
3. Яким клітинам першочергово властивий поділ шляхом мітозу?
4. Що таке мітотичний індекс і що він характеризує?
5. Яким чином розрахувати мітотичну активність тканин?
6. Як розраховують тривалість фаз клітинного циклу?
7. Які основні ознаки, що за ними можна ідентифікувати стадію розвитку клітини?
8. Які тканини характеризуються високим мітотичним індексом?
9. Що таке мейоз?
10. У чому полягає еволюційне значення мейозу?



ЕКОЛОГІЧНА ГЕНЕТИКА



11. Чим відрізняються процеси мікроспорогенезу та сперматогенезу?
12. Чим відрізняються процеси мегаспорогенезу та овогенезу?
13. Чим відрізняються процеси овогенезу та сперматогенезу?
14. Чим відрізняються процеси мікроспорогенезу та мегаспорогенезу?
15. Чому запліднення у рослин має назву подвійного?
16. Поясніть вплив жіночого та чоловічого організму на нащадків.