

МЕЙОЗ ГАМЕТОГЕНЕЗ

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ: 222 – «МЕДИЦИНА» (МАГІСТРИ)

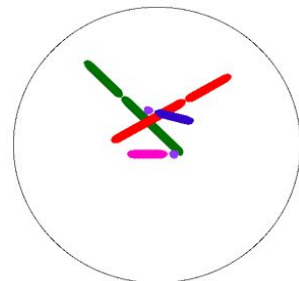
ПЛАН

- 1. Мейоз. Стадії мейозу**
- 2. Біологічне значення мейозу. Відмінності між мейозом та мітозом**
- 3. Гаметогенез людини**

МЕЙОЗ – СПОСІБ ПОДІЛУ КЛІТИН

- **забезпечує редукцію числа хромосом**
- **з однієї материнської диплоїдної клітини утворюються 4 дочірніх гаплоїдних клітини**
- **є цитологічною основою формування гамет у тварин та спор у рослин**

Вперше описаний В. Флемінгом (1882 р.) у тварин, Е. Страсбургером (1888 р.) – у рослин



МЕЙОЗ

✓ складається з двох поділів клітини, які відбуваються один за одним

✓ подвоєння ДНК для цих поділів здійснюється одноразово

✓ у проміжку між двома поділами мейозу – інтеркінезі – спадковий матеріал не синтезується

МЕЙОЗ I (РЕДУКЦІЙНИЙ ПОДІЛ)

- Профаза I ($2n4c$)
 - Лептотена
 - Зиготена
 - Пахітена
 - Диплотена
 - Діакінез
- Метафаза I ($2n4c$)
- Анафаза I ($2n4c$)
- Телофаза I ($1n2c$)

ІНТЕРКІНЕЗ ($1n2c$)

МЕЙОЗ II (ЕКВАЦІЙНИЙ ПОДІЛ)

- Профаза II ($1n2c$)
- Метафаза II ($1n2c$)
- Анафаза II ($2n2c$)
- Телофаза II ($1n1c$)

ОСОБЛИВОСТІ МЕЙОЗУ

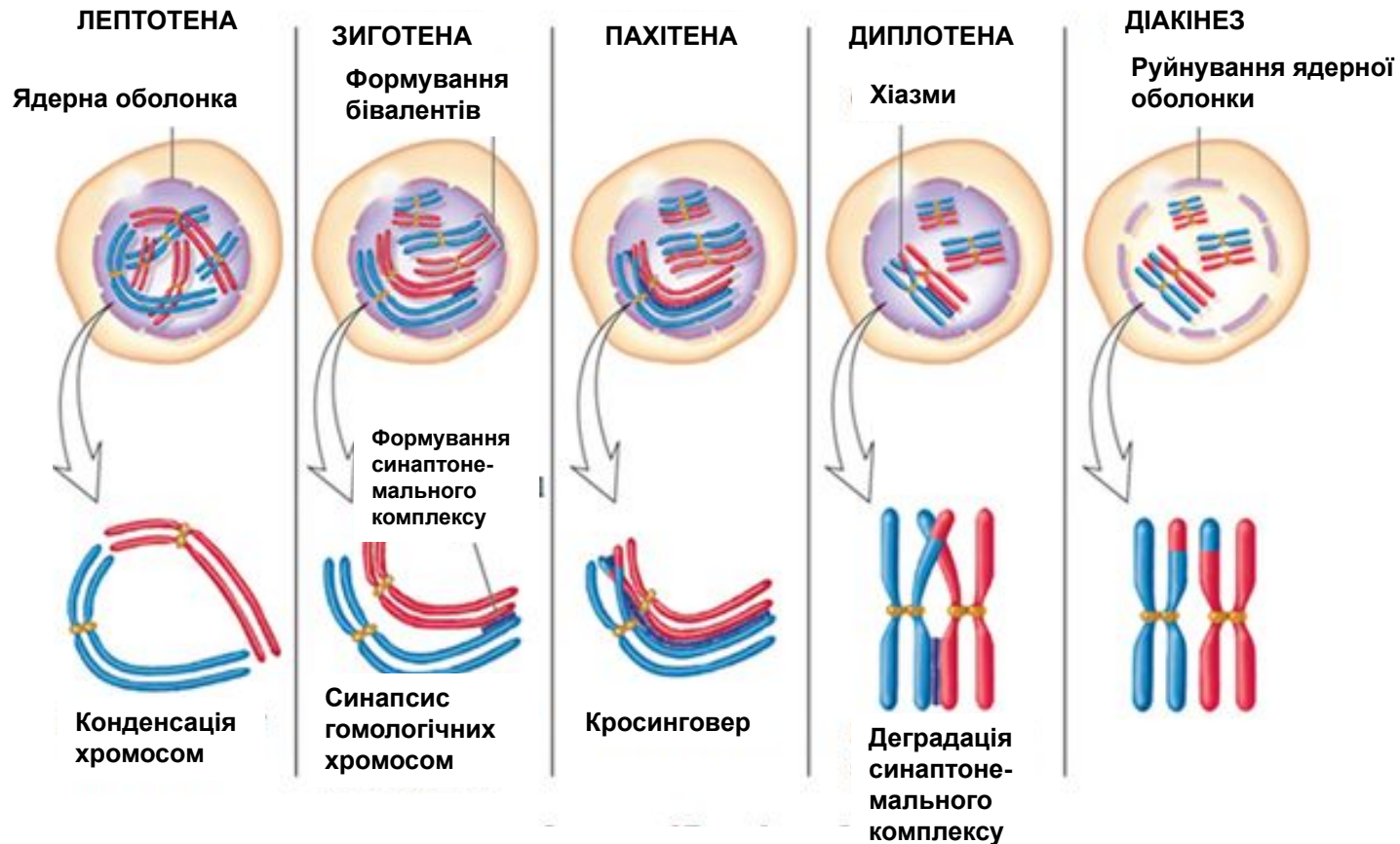
- **Синапсис** – кон'югація гомологічних хромосом: гомологічні хромосоми з'єднуються по всій довжині
- **Гомологічна рекомбінація** – кросинговер: обмін генетичним матеріалом між несестринськими хроматидами однієї пари гомологічних хромосом
- **Редукційний поділ** – між двома поділами ядра подвоєння хромосом не відбувається і кожна з дочірніх клітин містить половину хромосомного набору материнської клітини

МЕЙОЗ I (РЕДУКЦІЙНИЙ ПОДІЛ)

ПРОФАЗА I (2n4c)

ПРОЦЕСИ – конденсація хроматину, зникнення ядерної оболонки, синапсис гомологічних хромосом, рекомбінація генетичного матеріалу (кросинговер) між гомологічними хромосомами

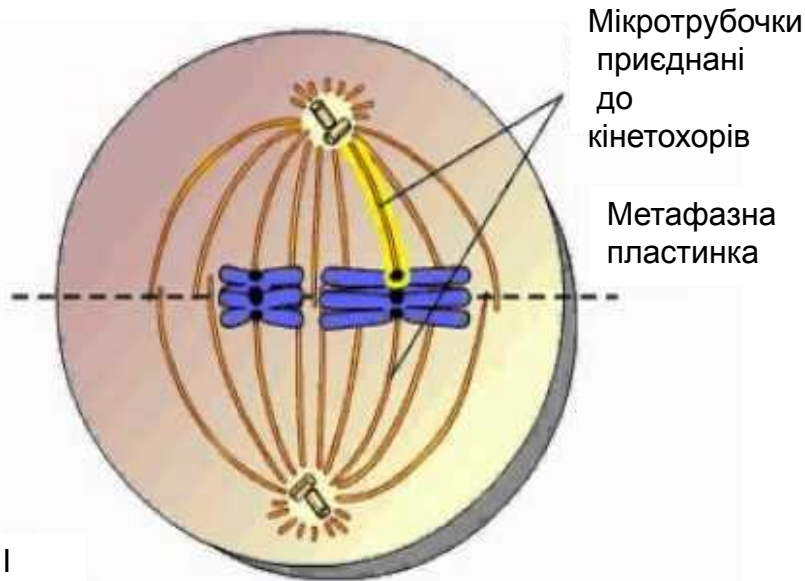
СТАДІЇ ПРОФАЗИ I



СТАДІЇ ПРОФАЗИ I	ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ
ЛЕПТОТЕНА	початок конденсації хромосом, хромосоми мають вигляд тонких ниток
ЗИГОТЕНА	синапсис (кон'югація, з'єднання) гомологічних хромосом, формування синаптонемального комплексу
ПАХІТЕНА	формування бівалентів (тетради хроматид) та утворення хіазм (місце контакту між двома несестринськими хроматидами), обмін ідентичними ділянками гомологічних хромосом (кросинговер) у місцях хіазм ВНАСЛІДОК КРОСИНГОВЕРУ відбувається рекомбінація генетичного матеріалу (перерозподіл алелей генів між гомологічними хромосомами)
ДИПЛОТЕНА	наступна конденсація хромосом деградація синаптонемального комплексу хіазми видимі у місцях, де відбувався кросинговер Диктіотена – модифікована диплотена, на якій зупиняється мейотичний поділ у овоцитів першого порядку (стадія спокою, продовжується декілька років)
ДІАКІНЕЗ	зникнення ядерця, руйнування ядерної оболонки, формування веретена поділу, розділення гомологічних хромосом, що залишаються з'єднаними на кінцях у ділянках хіазм

МЕТАФАЗА I (2n4c)

ПРОЦЕСИ – формування метафазної пластинки

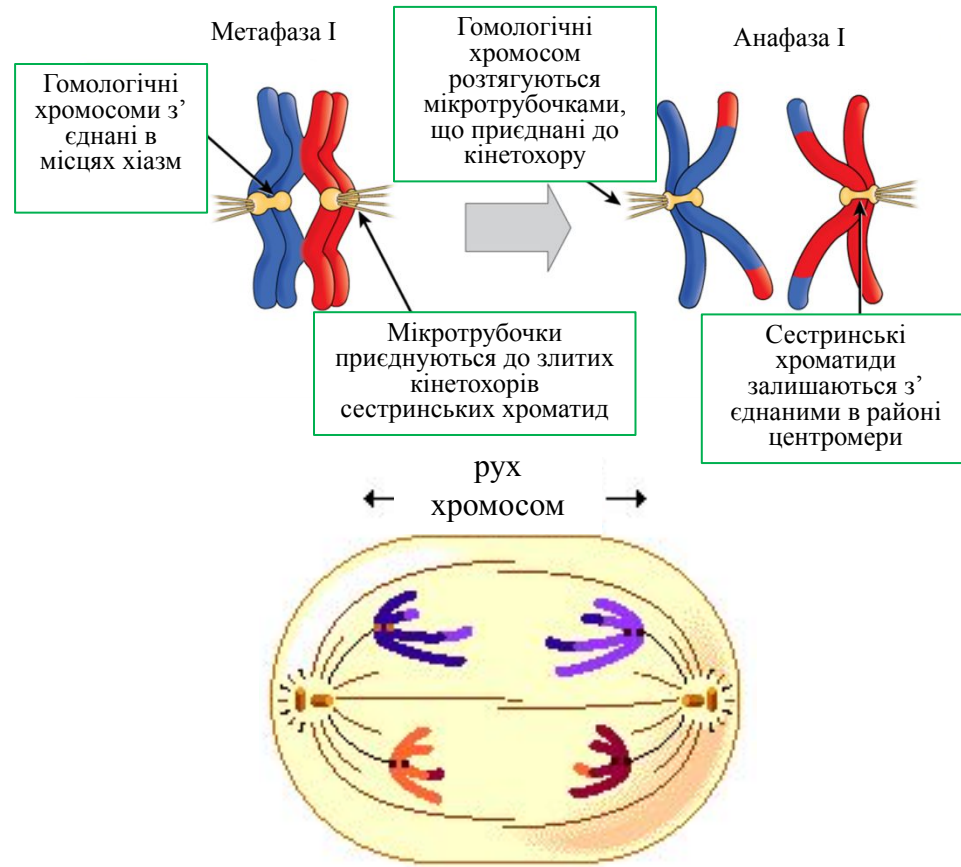


МЕЙОЗ I
МЕТАФАЗА I

- тетради хроматид розташовані в метафазній пластинці
- гомологічні хромосоми з'єднані в місцях хіазм, кінетохори сестринських хроматид злиті
- мікротрубочки можуть приєднатися тільки з однієї сторони центромери

АНАФАЗА I (2n4c)

ПРОЦЕСИ – *розходження
гомологічних хромосом;
редукція кількості хромосом*

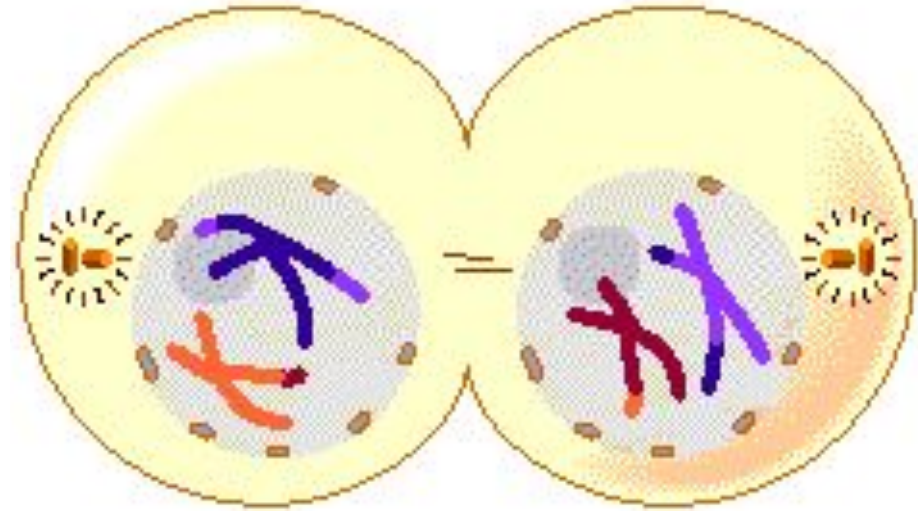


- Пари хромосом розділяються і рухаються у напрямку до протилежних полюсів
- Сестринські хроматиди залишаються з'єднаними в районі центромери і рухаються як єдина структура до певного полюсу
- Орієнтація гомологів кожної пари випадкова: до певного полюсу може бути орієнтована хромосома з материнського чи батьківського хромосомних наборів

ТЕЛОФАЗА I

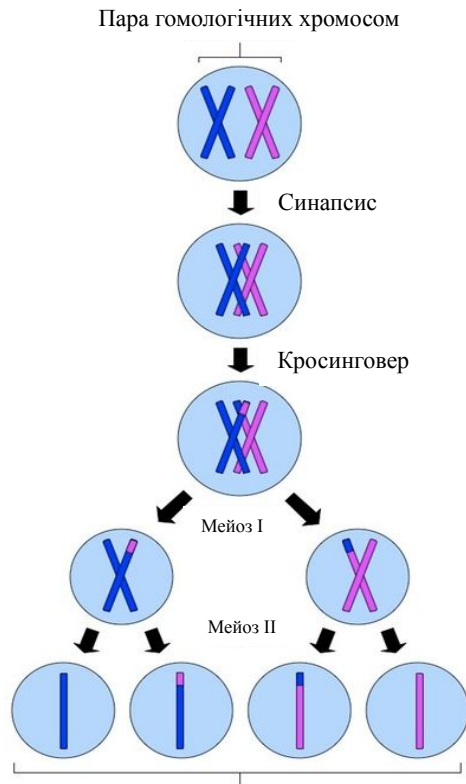
$(n2c) \times 2$

ПРОЦЕСИ – формування двох гаплоїдних клітин; хромосоми двохроматидні



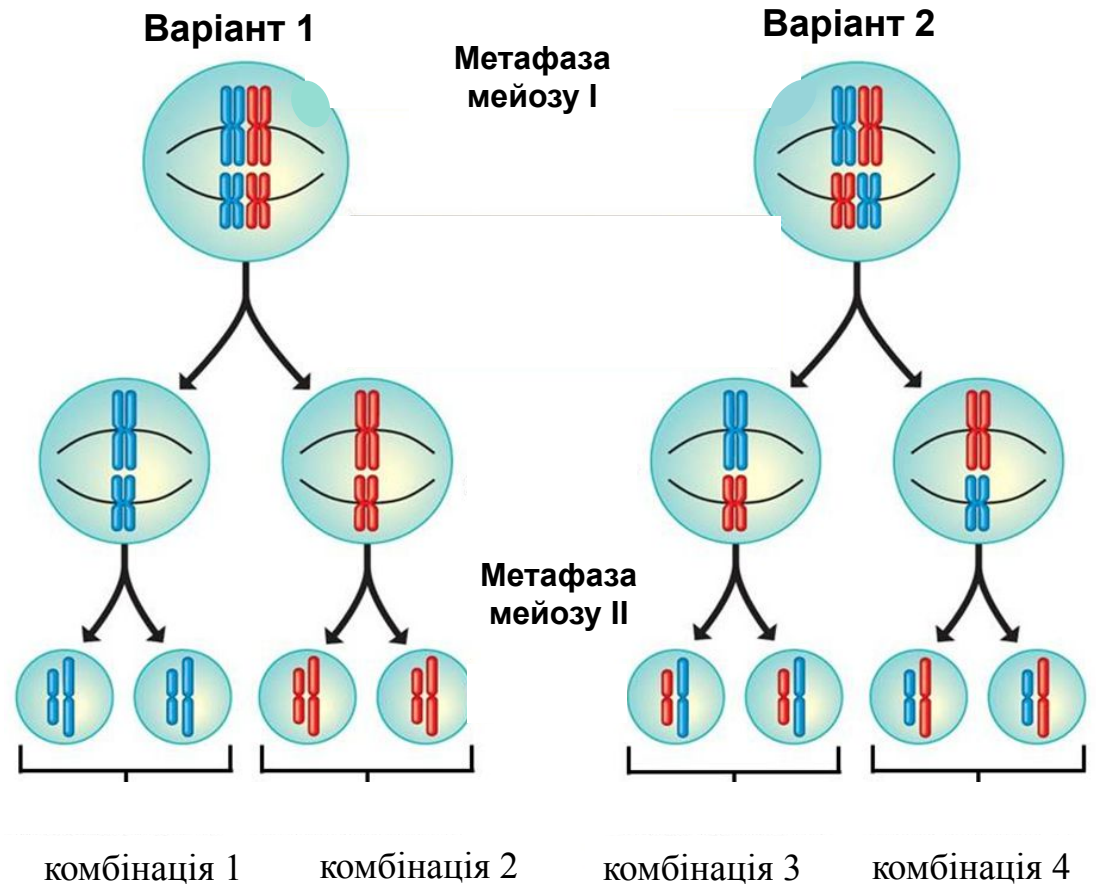
- Біля кожного полюсу розташований гаплоїдний набір хромосом, який може містити материнську або батьківську хромосому з гомологічної пари
- Хромосоми містять дві хроматиди, хроматиди генетично неідентичні внаслідок кросинговеру
- Навколо дочірніх ядер формується ядерна оболонка
- Після телофази I відбувається (може не відбуватися) цитокінез – поділ цитоплазми

МЕХАНІЗМИ ГЕНЕТИЧНОЇ РЕКОМБІНАЦІЇ ПРИ МЕЙОЗІ



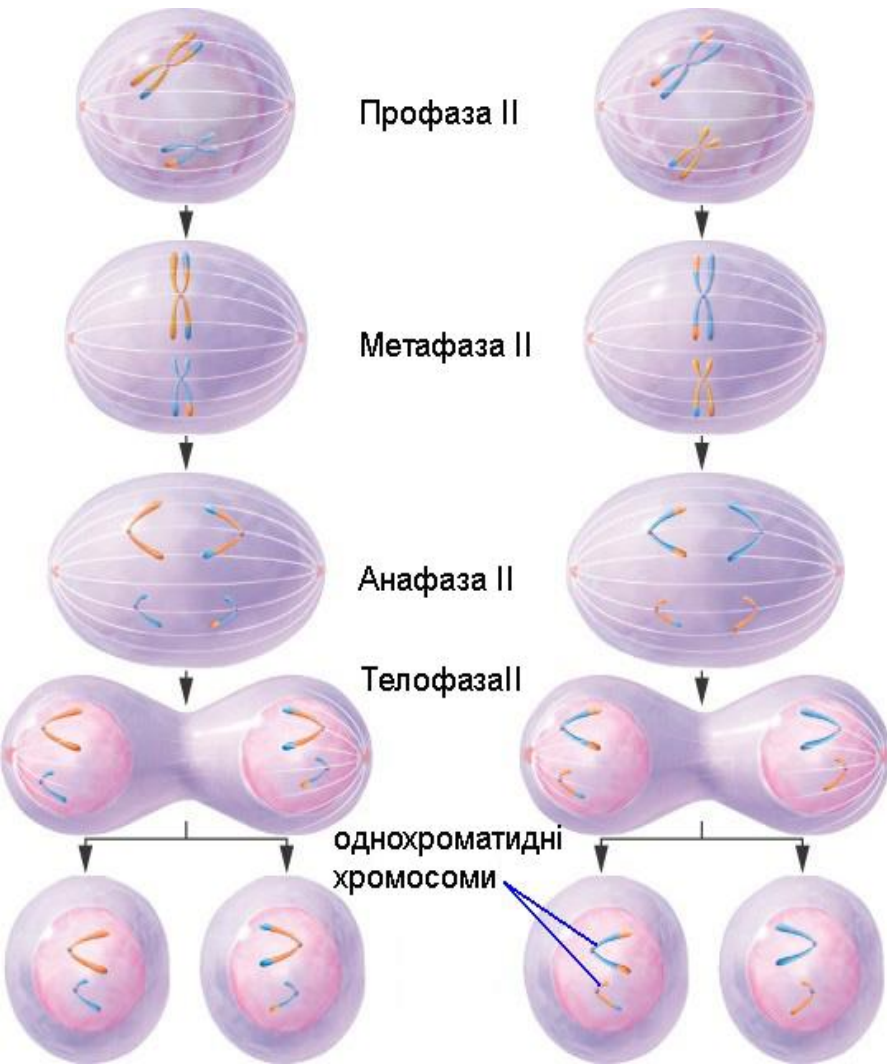
Чотири генетично різні гаплоїдні дочірні клітини
(дві середні – рекомбінантні)

Кросинговер відбувається в профазі I



Розходження гомологічних хромосом (формування випадкових комбінацій материнських і батьківських хромосом) відбувається в анафазі I

II ПОДІЛ МЕЙОЗУ (ЕКВАЦІЙНИЙ)



- **Профаза II ($n2c$)** – ядерна оболонка руйнується та формується нове веретено поділу
- **Метафаза II ($n2c$)** – хромосоми розташовані в метафазній пластинці, кінетохори сестринських хроматид орієнтовані до протилежних полюсів
- **Анафаза II ($2n2c$)** – нитки веретена поділу скорочуються, сестринські хроматиди (дочірні хромосоми) роз'єднуються в області центромери і рухаються до протилежних полюсів клітини
- **Телофаза II (nc)** – ядерна оболонка формується на протилежних полюсах клітин; після завершення цитокінезу утворюються 4 дочірні гаплоїдні клітини

ВІДМІННОСТІ МІТОЗУ І МЕЙОЗУ

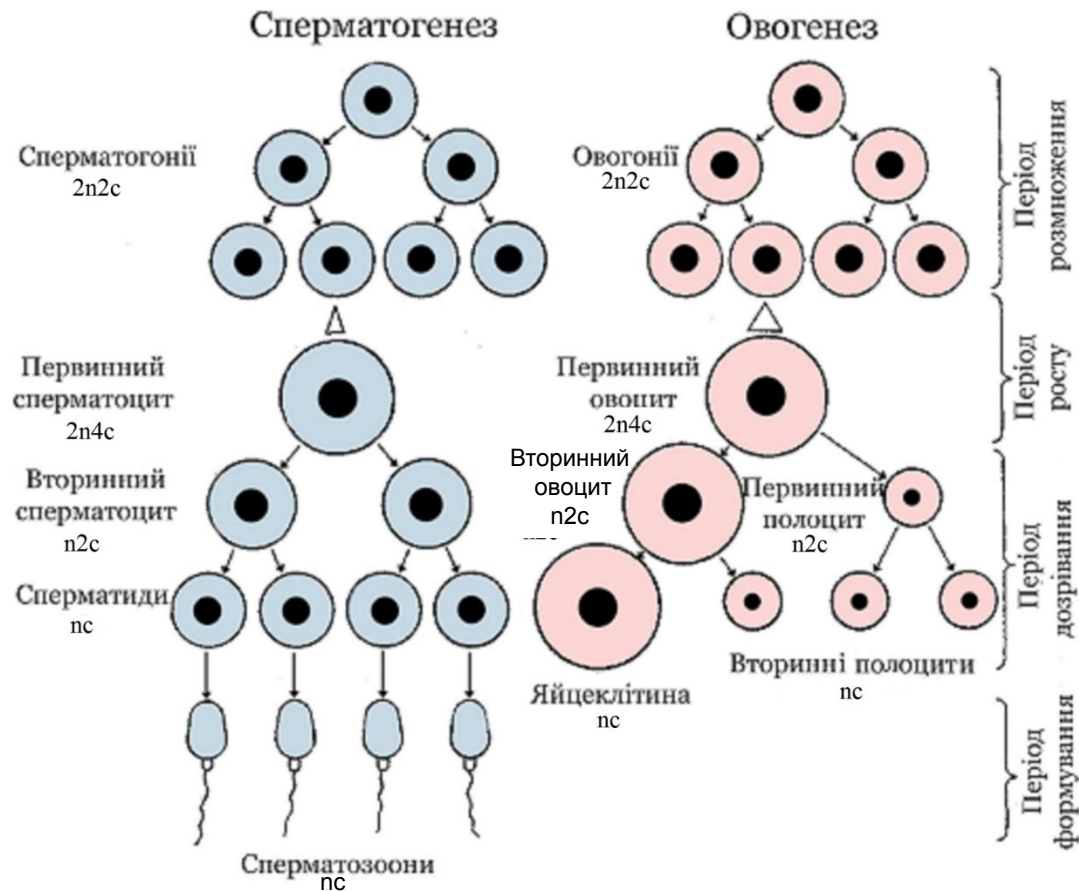
Процес	Мітоз	Мейоз
Реплікація ДНК	Відбувається під час інтерфази перед поділом ядра	Відбувається один раз перед початком Мейозу I
Синапсис гомологічних хромосом	Не відбувається	Відбувається в Профазі I
Кількість поділів	Один поділ	Два поділи
Кількість дочірніх клітин	Дві	Чотири
Генетичний матеріал дочірніх клітин	Генетично ідентичні з материнською клітиною, містять таку саму кількість хромосом, як і материнська клітина	Генетично відрізняються від материнської клітини та одна від одної, містять половину хромосомного набору материнської клітини

БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ МЕЙОЗУ

- Підтримання видової **сталості числа хромосом** з покоління в покоління організмів завдяки редукції числа хромосом та формування гаплоїдних гамет
- Генетична різноманітність гамет, яка досягається завдяки **рекомбінації генетичного матеріалу** під час кросинговеру в **профазі I** та **незалежному розходженню** гомологічних хромосом в **анафазі I**

ГАМЕТОГЕНЕЗ – процес утворення і дозрівання статевих клітин (гамет)

- Овогенез – процес формування жіночих гамет
- Сперматогенез – процес формування чоловічих гамет
- Гаметогенез у людини відбувається у статевих залозах (сім'яниках та яєчниках)



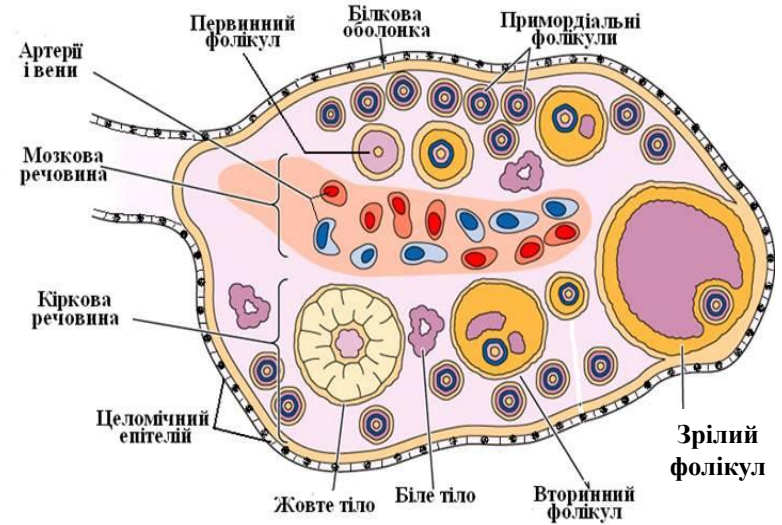
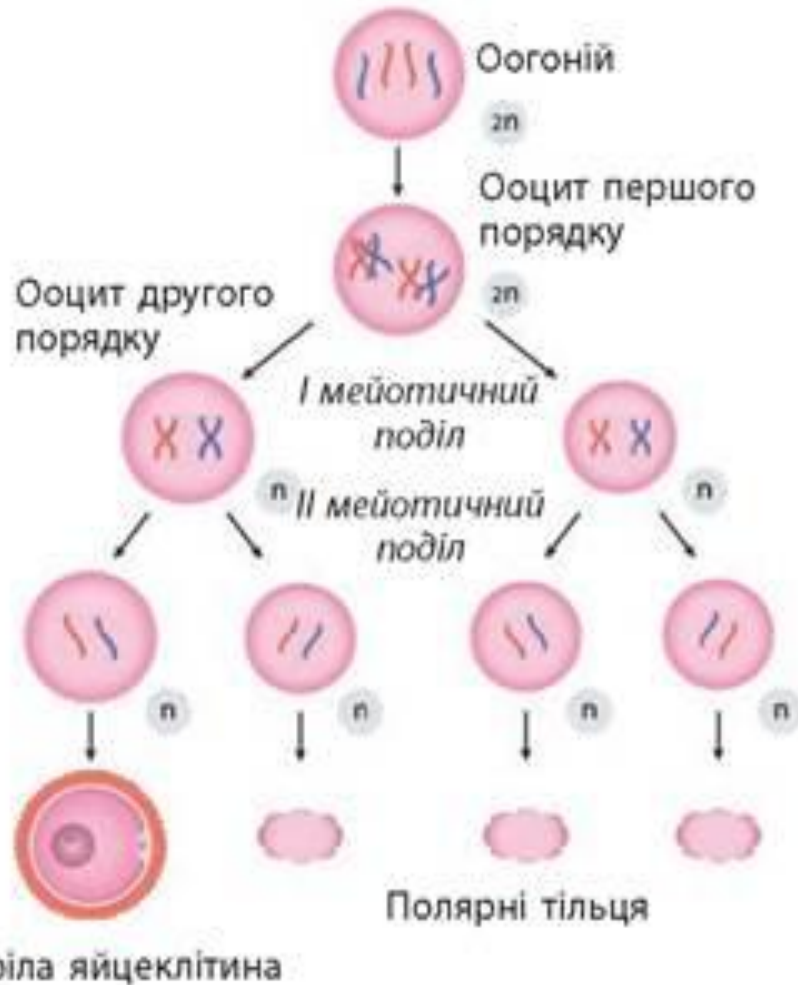
ПЕРІОДИ ГАМЕТОГЕНЕЗУ

- **Розмноження** – мітоз гоніальних клітин; розмноження гаметогоніїв (овогоніїв та сперматогоніїв)
- **Ріст** – відбувається за схемою інтерфази. Збільшення розмірів клітин, реплікація ДНК (синтез дочірніх хроматид); утворення гаметоцитів I порядку (овоциту I порядку і сперматоцитів I порядку)
- **Дозрівання** – відбуваються два мейотичних поділи. Після першого поділу мейозу утворюються гаметоцити II порядку (овоцит II порядку і сперматоцити II порядку). Після другого поділу мейозу утворюються сперматиди (сперматогенез) і яйцеклітини (овогенез на цьому припиняється)
- **Формування** – видозміна сперматид (набуття видоспецифічної форми та розмірів), утворення сперматозоїдів

ПЕРІОДИ ГАМЕТОГЕНЕЗУ

ЗОНА (ПЕРІОД) ГАМЕТОГЕНЕЗУ	ФАЗА КЛІТИННОГО ЦИКЛУ	НАЗВА КЛІТИН	КІЛЬКІСТЬ ХРОМОСОМ ТА ХРОМАТИД (ДНК)
Розмноження	Мітоз	Гаметогонії (овогонії/ сперматогонії)	2n2c
Росту	Інтерфаза	Первинні гаметоцити (первинний овоцит/ первинні сперматоцити)	2n4c
Дозрівання	Мейоз I	Вторинні гаметоцити (вторинний овоцит/ вторинні сперматоцити)	n2c
	Мейоз II	Гамети (яйцеклітина, сперматиди)	nc
Формування (тільки в сперматогенезі)	Інтерфаза	Гамети (сперматозоїди)	nc

ОВОГЕНЕЗ ЛЮДИНИ вiдбувається у яєчниках

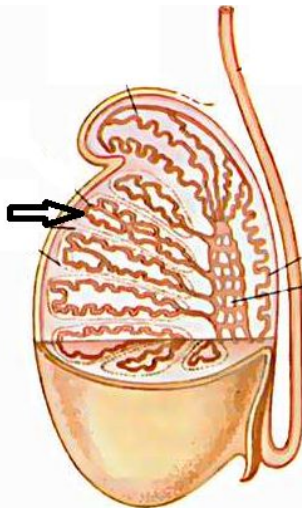
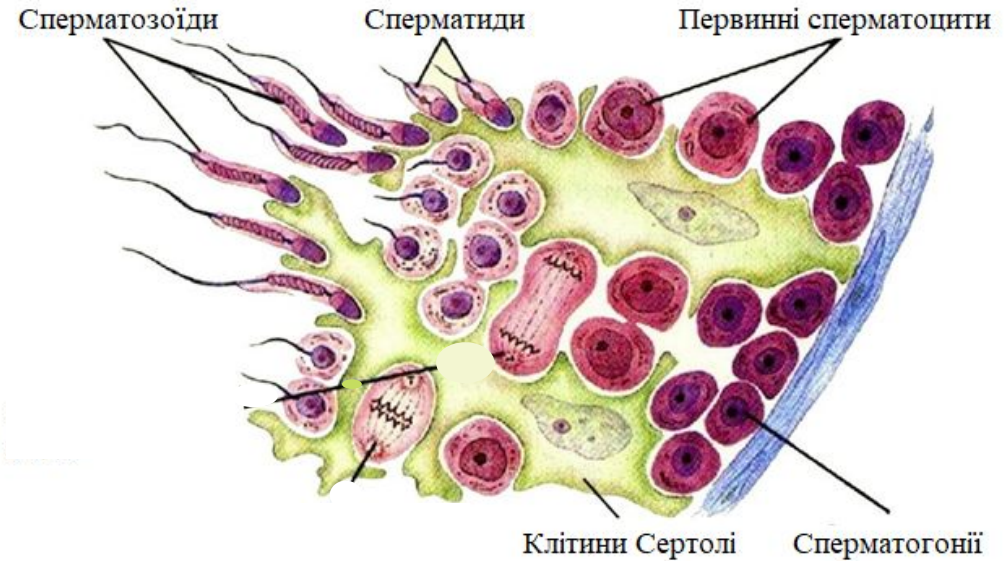


- Починається в ембріогенезі: первинні статеві клітини диференціюються в оогонії, які далі розвиваються у первинні овоцити
- Первинні овоцити зупиняють розвиток на стадії профази мейозу I під час ембріогенезу; починаючи з періоду статевого дозрівання кожного місяця один первинний овоцит завершує перший поділ мейозу
- Мейотичні поділи характеризуються нерівним цитокінезом: з одного первинного овоцита утворюються один великий вторинний овоцит і маленькі полярні (редукційні) тільця
- Вторинний овоцит завершує мейотичний поділ тільки після проникнення сперматозоїда

СПЕРМАТОГЕНЕЗ

відбувається в сім'яниках

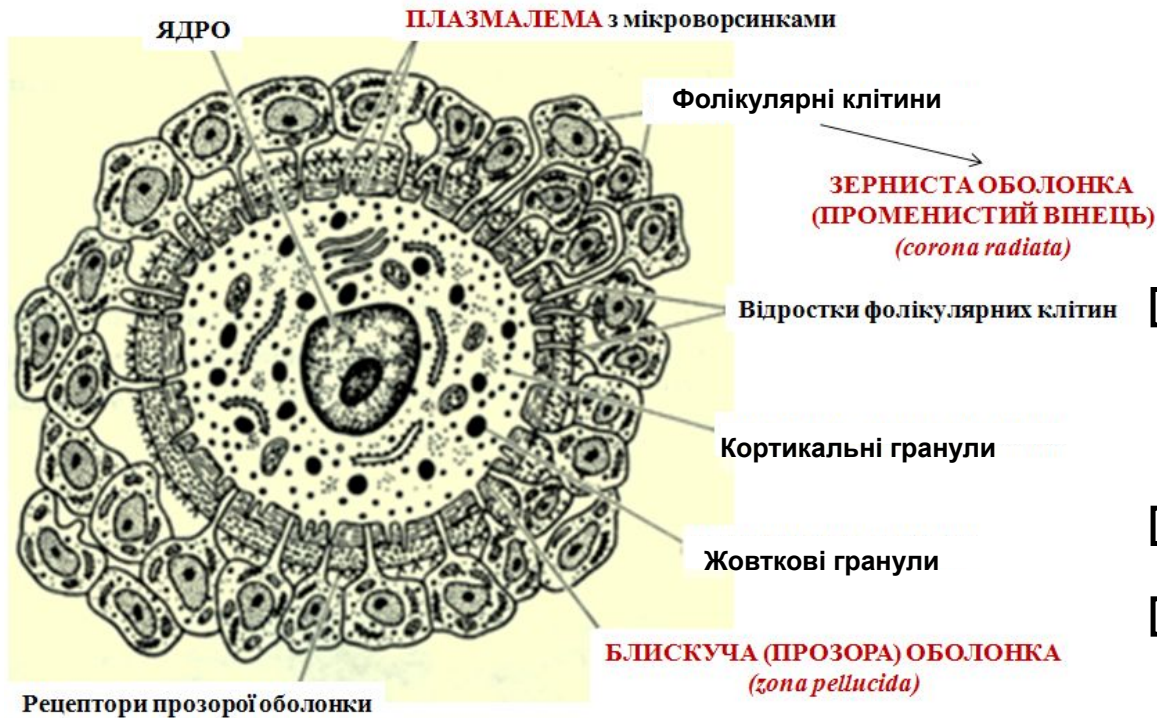
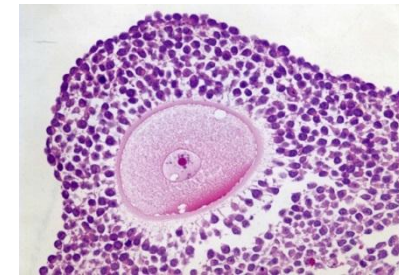
- Починається в ембріогенезі: первинні статеві клітини диференціюються в сперматогонії
- Починаючи з періоду статевого дозрівання сперматогонії розвиваються у первинні сперматоцити, далі – у сперматиди та сперматозоїди



Сім'яний каналець

- Клітини, що розвиваються, поступово переміщуються від зовнішньої стінки сім'яного каналця до порожнини каналця (просвіт каналця)
- Мейотичні поділи характеризуються рівномірним цитокінезом: з одного сперматогонію утворюються чотири сперматиди
- Формування сперматозоїду у людини продовжується 65 - 75 днів

ГАМЕТИ: овоцит другого порядку

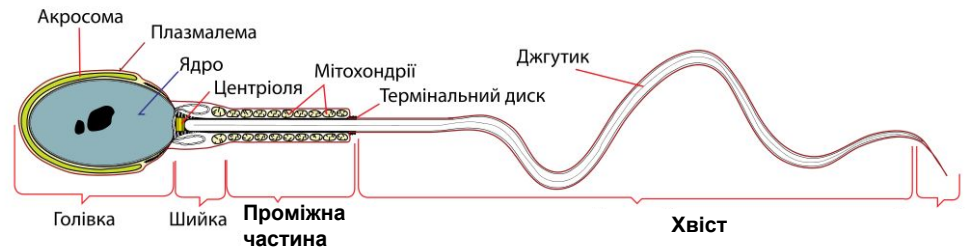


- Кулястої форми, має великі розміри (діаметр біля 130-140 мкм)
- Нерухома
- Зберігає фертильність протягом 24 годин

□ Особливості будови:

- ✓ містить ядро, цитоплазму, поживні речовини у вигляді жовткових зерен;
- ✓ оточена додатковими оболонками – продукт діяльності фолікулярних клітин; виділяють променисту зону (*corona radiata*) та блискучу зону (*zona pellucida*)
- ✓ під оболонкою клітини знаходяться **кортикальні гранули**, що забезпечують унеможливлення поліспермії

ГАМЕТИ: сперматозоїд



- Має малі розміри (до 70 мкм)
- активно рухається;
- Зберігає фертильність протягом 72 годин

□ Особливості будови:

ГОЛІВКА:

Плазмалема містить білки, які беруть участь у впізнаванні та контакті з яйцеклітиною;

Ядро з гаплоїдним набором хромосом;

Акросома – органела спеціального призначення містить гідролітичні ферменти (наприклад, гіалуронідазу); є модифікованим апаратом Гольджі;

ШИЙКА: містить центріолі (проксимальну і дистальну);

ПРОМІЖНА ЧАСТИНА: містить мітохондріальну спіраль;

ХВІСТ: містить аксонемальний комплекс.

