

**Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет**

Розглянуто і затверджено рішенням
вченої ради факультету лісового господарства
(протокол №2 від 11 січня 2022 р.)

СЕЛЕКЦІЯ ТА ГЕНЕТИКА ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до самостійної роботи
для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» галузі знань
20 «Аграрні науки і продовольство»
спеціальності 206 «Садово-паркове господарство»
Частина I**

Харків–2022

Укладачі:

Н.П. Турчинова, канд. с.-г. наук, доцент кафедри генетики, селекції та насінництва ДБТУ;

О.В. Гудим, канд. с.-г. наук, старший викладач кафедри генетики, селекції та насінництва ДБТУ;

Р.В. Рожков, канд. біол. наук, доцент кафедри генетики, селекції та насінництва ДБТУ;

Р.В. Криворученко, канд. с.-г. наук, доцент кафедри генетики, селекції та насінництва ДБТУ;

І.О. Дерев'янку, старший викладач кафедри рослинництва ДБТУ

Рецензенти: С.В.Лиманська, канд. біол. наук, доцент кафедри генетики, селекції та насінництва ДБТУ;

В.Є. Слюсарчук, канд. с.-г. наук, доцент кафедри садово-паркового господарства ДБТУ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Цитологічні основи спадковості.....	5
Будова ядра і хромосом.....	6
Передача спадкової інформації з клітини в клітину. Мітоз.....	8
Контрольна робота №1.....	15
Мейоз.....	21
Контрольна робота №2....	28
Рекомендована література.....	35

ВСТУП

Мета даної методичної розробки – допомогти студенту в самостійному вивченні дисципліни «Селекція та генетика декоративних рослин». Методичні рекомендації складені згідно програми курсу. Програмою передбачено глибоке вивчення здобувачами теоретичних положень селекції та генетики про дискретність природи спадковості, вчення про мутаційну та модифікаційну мінливість, поняття про генотип та фенотип, встановлення закономірностей розщеплення ознак, поняття домінантності та рецесивності, гомозиготність та гетерозиготність організмів, які складають основу біологічних наук у сучасний час та є базою всієї селекційно-насінницької роботи.

У процесі самостійної роботи здобувачі, керуючись програмою курсу та методичними розробками, повинні ознайомитись з навчальним матеріалом, самостійно вивчити літературу, обдумати і законспектувати основні положення та терміни, зробити малюнки, вирішити контрольні завдання.

Селекція та генетика ґрунтуються на математичних принципах. Успадкування ознак у поколіннях організмів, передача спадкової інформації підпорядковується певним закономірностям. Користуючись методом генетичного аналізу можливо передбачити появу нащадків з певними корисними ознаками, встановити розщеплення за генами, визначити фенотипи і генотипи батьківських форм і гібридів першого та наступних поколінь.

Досвід викладання дисципліни доводить, що для засвоєння головних її положень здобувачам необхідно самостійно розв'язувати різні типи задач. В даній методичній розробці наведено теоретичне пояснення та приклади вирішення завдань з основних розділів дисципліни, таких як цитологічні основи спадковості, закономірності успадкування ознак при внутрішньовидовій гібридизації та молекулярні основи спадковості.

Завдання, наведені в методичних рекомендаціях, є оригінальними, складеними колективом авторів.

ЦИТОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СПАДКОВОСТІ

ЦИТОЛОГІЯ (від грецьк. cytos – клітина, logos – наука) – це наука, що вивчає клітину, її структуру та функції.

Всі живі істоти на Землі складаються із клітин. Одноклітинні організми – з однієї клітини, багатоклітинні – з багатьох, кількість яких досягає мільйонів та мільярдів.

Клітині притаманні всі властивості живої матерії. Тому її можна назвати основною одиницею життя. Клітині властиві саморегуляція та само відтворення. Вона містить генетичну інформацію для наступного індивідуального розвитку організму. Отже, клітина є матеріальною основою спадковості.

Історія виникнення і розвитку цитології пов'язана з відкриттям мікроскопу та вдосконаленням мікроскопічної техніки.

В 1838 – 1839 рр німецькі вчені – ботанік М. Шлейден та зоолог Т. Шванн, вивчаючи будову тканин рослин та тварин, незалежно один від одного дійшли висновку, що всі живі організми складаються із клітин. Створення клітинної теорії було важливим досягненням ХІХ ст. Відкриття клітинної будови вказувало на єдність походження життя на Землі. Вона вплинула на розвиток багатьох біологічних наук – ембріології, фізіології, ботаніки. Розвиток клітинної теорії послужив основою для розуміння законів Менделя.

у 1855 р. було сформульоване положення, згідно якому будь-яка клітина походить від попередньої клітини шляхом ділення.

Розвиток цитології підтвердив такі основні положення клітинної теорії Шлейдена та Шванна:

1. Клітина є елементарною одиницею живого світу, тобто вона здатна розмножуватися, змінюватися і реагувати на подразнення.
2. Клітині різних організмів схожі за будовою.
3. Розмноження клітин відбувається шляхом поділу.
4. Багатоклітинні організми є складними комплексами клітин, об'єднаних у системи тканин і органів.

Для розвитку генетики велике значення має її інтеграція з цитологією. Завдяки цьому на початку ХХ ст. виникла ЦИТОГЕНЕТИКА – один з основних розділів загальної генетики, вона вивчає особливості відтворення, рекомбінації, зміни і функціонування генетично важливих структур клітини, їх перерозподіл у мітозі, мейозі і при заплідненні.

БУДОВА ЯДРА ТА ХРОМОСОМ

Найважливішим і обов'язковим органом клітини, який забезпечує її метаболічні та генетичні функції є ЯДРО. Воно відмежоване від цитоплазми ядерною оболонкою, внутрішніми компонентами ядра є ядерна плазма – каріоплазма, одне або кілька ядерець і хромосоми. Основну масу ядра складають білки – біля 75 % і нуклеїнові кислоти – ДНК та РНК.

Організми, які не мають ядра називаються ПРОКАРІОТАМИ. До прокаріотів належать бактерії та синьо-зелені водорості. Генетична інформація у них міститься в одній єдиній хромосомі, яка розташована в цитоплазмі.

Організми, які мають чітко обмежене ядро називаються ЕУКАРІОТАМИ. До них належать тварини, рослини, гриби і всі інші водорості, крім синьо-зелених.

Ядро керує життям клітини і визначає всі її ознаки. Якщо з клітини видалити ядро, то зупиняться всі клітинні процеси і клітина загине.

Під час ділення клітини в ній добре помітні в звичайний світловий мікроскоп добре забарвленні невеликі тільця. Вперше їх спостерігав

німецький вчений В Вальдейєр у 1888 р. Він назвав їх ХРОМОСОМАМИ (від грецьк. chroma – колір, soma – тіло).

ХРОМОСОМИ – це характерні структури генетичного матеріалу, вони мають особливу організацію, здатні до само відтворення і збереження своїх властивостей у кількох клітинних поколіннях. Кожна хромосома має певні морфологічні і генетичні особливості.

Хромосома складається з ДНК, основних білків-гістонів, а також білків інших типів. Гістон і ДНК утворюють хроматинову нитку, яка являє собою гістоновий стрижень, обгорнутий спіраллю ДНК.

Гістони – це хромосомні білки основного характеру, вони мають позитивний заряд, завдяки чому приєднуються до негативно зарядженої ДНК. Їх призначення – компактизація ДНК, оскільки довжина її значно перевищує розміри не лише ядра, але й усієї клітини. Так, загальна фізична довжина всієї ДНК в ОДНІЙ клітині людини становить приблизно 2 м. Оскільки в організмі дорослої людини приблизно 10^{13} клітин, то загальна довжина всієї ДНК людини становить $2 \cdot 10^{13}$ м, або $2 \cdot 10^{10}$ км, а це більше ніж відстань від Землі до Сонця – $1,44 \cdot 10^8$ км.

Максимальна спіралізація молекули ДНК спостерігається в метафазі, коли вони скорочуються в 10 000 разів.

Тому саме під час поділу, коли хромосоми максимально скорочуються, вивчають їх будову. Незважаючи на видову та індивідуальну різноманітність, усі хромосоми еукаріот мають однакову будову. Кожна метафазна хромосома складається з двох хроматид, які утворюються внаслідок реплікації ДНК.

Тіло хромосоми розділяється первинною перетяжкою, яка називається ЦЕНТРОМЕРОЮ. Вона є світлішою, неспіралізованою ділянкою хромосоми, до якої приєднуються нитки веретена поділу. Центромера займає в хромосомі постійне місце і ділить її на два плеча.

Хромосоми з рівними плечима називають МЕТАЦЕНТРИЧНИМИ, з різними за довжиною – СУБМЕТАЦЕНТРИЧНИМИ, з дуже коротким, майже непомітним другим плечем – АКРОЦЕНТРИЧНИМИ.

Деякі хромосоми, крім первинної, мають ще й вторинну перетяжку. Вона відділяє основну частину хромосоми від додаткового сегмента – супутника. На місці вторинної перетяжки після клітинного ділення утворюється ядрце. Такі хромосоми називають супутниковими.

КАРІОТИП

Хромосомний набір соматичних клітин організму називають КАРІОТИПОМ. Він характеризується певною кількістю, розмірами і формою хромосом, є диплоїдним і позначається символом $2n$. Статеві клітини несуть гаплоїдний, половинний набір хромосом, який позначають символом n .

Постійність каріотипу кожного виду підтримується закономірностями мітозу та мейозу.

У диплоїдному наборі хромосоми представлені парами, одна з яких від материнського організму, а інша від батьківського. Кожна з хромосом гаплоїдного набору має гомологічну пару, тобто ідентичну за розмірами, будовою, вмістом генів, функціями. Гомологічні хромосоми здатні до кон'югації та кросинговеру.

Кожен вид організмів має властивий йому каріотип. Каріотипи всіх організмів на земній кулі вивчені. Кількість хромосом не залежить від розмірів тварини або рослини та рівня їх організації.

Крім ядер, ДНК локалізується в мітохондріях та пластидах соматичних клітин. Такі ДНК називають цитоплазматичними, в них локалізуються ПЛАЗМОГЕНИ – спадкові фактори, здатні до самоподвоєння й передавання спадкової інформації. Плазмогени зумовлюють цитоплазматичну спадковість.

ПЕРЕДАЧА СПАДКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ З КЛІТИНИ В КЛІТИНУ.

Клітина як біологічна система підтримує своє існування через поділ. Поділ клітини – загально біологічне явище, завдяки якому здійснюється

передача спадкової інформації з клітини в клітину. Основними способами поділу клітини є мітоз та мейоз.

МІТОЗ

Мітоз (від грецьк. мітос – нитка) являє собою безперервний процес, в результаті якого подвоєний спадковий матеріал рівномірно розподіляється між двома дочірніми клітинами. Мітотичний поділ клітин відрізняється виключною точністю та досконалістю.

Клітина до ділення називається материнська, дві нові клітини, які утворилися після ділення називаються дочірні або сестринські.

Завдяки мітозу дві дочірні клітини мають однакові ядра, які несуть одну і ту ж спадкову інформацію, характерну для даного організму. В цьому полягає біологічне значення мітозу.

Поділ клітинного ядра передуює діленню всієї клітини. Цей процес називається цитокінезом. Під час мітозу ядро проходить чотири фази: профазу(ранню та пізню), метафазу, анафазу, телофазу.

Стан клітини між двома мітозами називається інтерфазою. Мітоз і інтерфаза разом взяті називаються клітинним або мітотичним циклом. У різних клітин мітотичні цикли мають різну тривалість. Більшу частину часу клітини знаходяться в стані інтерфази, яка поділяється на три періоди – передсинтетичний, синтетичний та постсинтетичний. Товщина хромосом в інтерфазі настільки мала, що в світловий мікроскоп вони непомітні.

ГЕНЕТИЧНЕ ЗНАЧЕННЯ МІТОЗУ:

1. Завдяки мітозу зберігається видова постійність кількості хромосом в клітині.
2. Завдяки мітозу всі соматичні клітини організму мають однакову кількість спадкової інформації.
3. В результаті мітозу не змінюється генотип клітин.

МІТОЗ. ФАЗИ МІТОЗУ.

Мітоз – це складний непрямий процес поділу соматичних клітин. Соматичні клітини (soma в перекладі з латині це тіло) – це всі клітини тіла, окрім статевих клітин. Під час мітозу відбувається передавання спадкової інформації від одного клітинного покоління до іншого.

Важливою особливістю мітозу є те, що він забезпечує утворення двох генетично рівноцінних клітин, ядра яких є ідентичними між собою і з ядром материнської клітини.

Мітоз забезпечує точний розподіл спадкової інформації між двома дочірніми клітинами. Це безперервний процес поділу, що включає КАРІОКІНЕЗ – поділ ядра, та ЦИТОКІНЕЗ – поділ цитоплазми.

Період від одного поділу соматичної клітини до іншого називається МІТОТИЧНИМ або КЛІТИННИМ ЦИКЛОМ під час якого спочатку відбувається подвоєння, а потім рівномірний розподіл спадкового матеріалу, що міститься в хромосомах, між двома дочірніми клітинами. Ядро кожної дочірньої клітини має такий самий набір хромосом, що був у вихідної клітини.

Клітинний (мітотичний) цикл складається із двох етапів:

- інтерфаза;
- власне поділ (мітоз).

ІНТЕРФАЗА – це частина клітинного циклу між двома мітозами. Вона займає 90% часу в клітинному циклі. В інтерфазі ядро має округлу або еліптичну форму, порівняно гомогенну (однорідну) будову. Під світловим мікроскопом в ядрі спостерігається оболонка, одне або кілька ядерець.



Інтерфаза поділяється на три періоди:

- *Передсинтетичний G_1* (мал. 1) (G від англійського gap – проміжок, інтервал, крок) – починається після попереднього мітозу. Це період первинного активного росту клітини та інтенсивного метаболізму. Тут відбуваються такі біохімічні процеси: синтез макромолекулярних сполук, необхідних для побудови хромосом, зростає кількість рибосом і мітохондрій, відбувається накопичення енергетичного матеріалу, відбувається активний синтез білків. Клітина інтенсивно росте. (Умовно кажуть, що це своєрідне «дитинство» клітини – період активного росту та метаболізму).

- *Синтетичний S* (мал. 3) - подвоюється ДНК, кожна хромосома внаслідок реплікації створює собі подібну структуру. Проходить синтез РНК і білків, мітотичного апарату і точне подвоєння центріоль. Вони розходяться в різні боки, утворюючи два полюси.

Синтетичний період інтерфази – найбільш тривалий і самий важливий період в житті клітини. Відзначається переважним ростом ядра, де відбувається РЕПЛІКАЦІЯ ДНК. В цей час змінюється внутрішня структура хромосоми, а саме збільшується вдвічі кількість молекул ДНК. Хромосома

приймає нову форму і складається з двох однакових половинок - ХРОМАТИД.

Кожна хроматида після S-періоду має рівно стільки спадкової інформації, скільки ціла хромосома до S-періоду. КІЛЬКІСТЬ ХРОМОСОМ В ІНТЕРФАЗІ ПІСЛЯ S-ПЕРІОДУ НЕ ЗМІНЮЄТЬСЯ, змінюється їх внутрішня будова з одинарної на подвійну.

Наприклад, диплоїдний набір хромосом у сосни ($2n$) дорівнює 24 хромосомам. Тобто до S-періоду клітини сосни містять 24 одинарних (однохроматидних) хромосоми, а після реплікації, після S-періоду кількість хромосом залишиться тією ж – 24 штуки, але хромосоми подвійні (двохроматидні).

Молекула ДНК – єдина молекула у Всесвіті, яка має унікальну властивість до самоподвоєння (реплікації).

Молекула ДНК являє собою подвійну спіраль, яка складається з двох ланцюгів. Зовні ланцюги складаються із молекул цукру – дезоксирибози та залишків фосфорної кислоти. В середині розташовані молекули азотистих основ (А, Т, Г, Ц), які з'єднані між собою водневими зв'язками. Причому, аденін (А) завжди зв'язується з тиміном (Т), а гуанін (Г) з цитозіном (Ц). Такий зв'язок називають комплементарним (комплемент в перекладі означає доповнення, а комплементарний означає доповнюючий).

АДЕНІН комплементарний ТИМІНУ, а ГУАНІН комплементарний ЦИТОЗІНУ.

РЕПЛІКАЦІЯ (синоніми РЕДУПЛІКАЦІЯ, АВТОРЕПРОДУКЦІЯ) – це процес самовідтворення молекул ДНК, що забезпечує точне копіювання генетичної інформації та передавання її в поколіннях.

Під час реплікації відбувається розрив водневих зв'язків між двома ланцюгами ДНК та їх розділення, після чого кожен з ланцюгів стає матрицею, до якої шляхом парування азотистих основ прилаштовується

сестринський комплементарний ланцюг. Таким чином з вихідної молекули ДНК утворюється дві дочірні копії з ідентичною структурою.

Процес реплікації доволі точний, тобто в результаті реплікації утвориться дві молекули ДНК, які будуть однакові між собою і однакові з вихідною материнською молекулою ДНК. Але в процесі реплікації можливі помилки (мутації).

- *Постсинтетичний* G_2 (мал.2) характеризується зростанням об'єму ядра і цитоплазми, клітина запасається енергією. Синтезуються білки ахроматинового веретена. Цим періодом закінчується підготовка клітин до поділу і настає мітоз.

СХЕМА МІТОЗУ

Каріокінез (поділ ядра)	профаза	Рання профаза
		Пізня профаза
	метафаза	
	анафаза	
	телофаза	
Цитокінез (поділ цитоплазми)		

Фази мітозу:

Профаза:

Рання (мал. 4) – починається спіралізація хромосом, які скорочуються і потовщуються, стають помітними у мікроскоп у вигляді клубка ниток. (Неспіралізовані хромосоми надто тонкі, їх в мікроскоп побачити неможливо, тобто вивчати їх у світловий мікроскоп можна тільки під час поділу клітини). Починає формуватися мітотичне веретено поділу, в

мікроскоп видно два його полюси. Спіралізація—це процес вкорочення й ущільнення хромосом, що передує поділу клітини (мітозу й мейозу). Спіралізація полегшує впорядковане розходження хромосом між дочірніми клітинами. Під час спіралізації хромосома компактизується приблизно у тисячі разів.

Пізня (мал. 5) – хромосоми найбільш інтенсивно спіралізуються, відходять одна від одної. Кожна хромосома складається з двох хроматид, з'єднаних центромерою, які внаслідок спіралізації стають помітними в мікроскоп у вигляді двох половинок. В цю фазу хромосоми розташовуються в ядрі випадково. Руйнується ядерна оболонка та зникає ядерце. Мітотичне веретено поділу продовжує формуватися.

Під мікроскопом пізню профазу відрізняють від ранньої за відсутністю ядерної оболонки.

Метафаза (мал. 6) – хромосоми максимально спіралізовані, тобто вони мають найменшу довжину і найбільшу товщину. Під час метафази найбільш чітко видно будову хромосом, тому саме в цей час їх вивчають, нумерують і фотографують. Хромосоми розташовуються чітко на екваторі клітини, утворюючи метафазну (екваторіальну) пластинку. Мітотичне веретено поділу сформоване повністю і складається з :

- Тягнучіх тяжів – ідуть від полюсу до центромери хромосоми, до кожної центромери прикріплюється два тягнучіх тяжі – один від одного полюсу, другий – від іншого полюсу;
- Опорних тяжів – ідуть від полюсу до полюсу. Вони не дають клітині деформуватися при діленні.

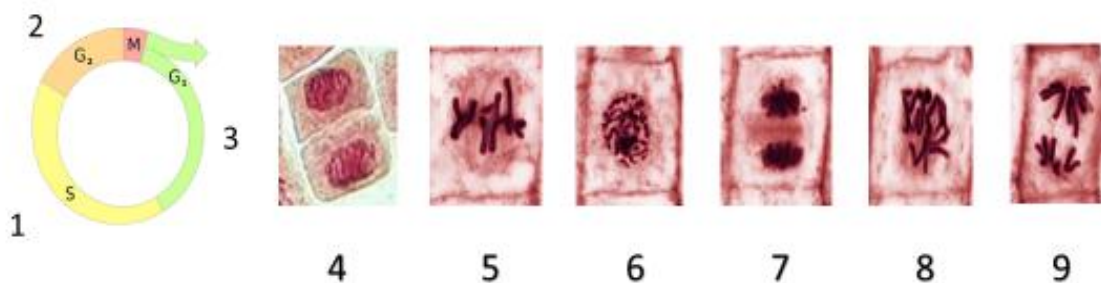
Анафаза (мал.7) – найкоротша фаза мітозу. Починається з одночасного поділу центромер усіх хромосом навпіл. Тягнучі тяжі веретена ділення скорочуються і відтягують хроматиди до різних полюсів центромерою вперед. Кожна з сестринських хроматид несе повну інформацію тобто

генетично ідентична вихідній хромосомі. Від цього моменту кожна з них називають дочірньою хромосомою.

Телофаза (мал. 8) – проходять зворотні процеси. Телофаза починається з того моменту, коли хромосоми перестають рухатися. Утворюється перетинка, яка поділяє материнську клітину на дві однакові половинки. Зникає апарат ділення клітини, відновлюються ядерні оболонки та ядра. Хромосоми деспіралізуються (розтягуються, розкручуються) і починають працювати.

Цитокінез (мал.9) - окрема стадія, яка не відноситься до фаз мітозу. Відбувається повний і рівномірний розподіл цитоплазми та її органоїдів материнської клітини між двома дочірніми.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №1



Використовуючи цифрові позначення періодів інтерфази і фаз мітозу, дайте відповідь на наступні питання:

№ 1

1. Який період інтерфази називається пресинтетичним?
2. Який період інтерфази називається постсинтетичним?
3. Під час якої фази мітозу хромосоми розташовуються на екваторі клітини?
4. На початку якої фази мітозу відбувається повний поділ центромір хромосом?

5. У якій фазі мітозу відбувається дегенерація ядерця?

№ 2

1. Який період інтерфази зветься синтетичним?

2. Під час якої фази мітозу найбільш інтенсивно йде процес спіралізації хромосом?

3. Під час якої фази мітозу сестринські хромосоми (хроматиди) розходяться до полюсів клітини?

4. Наприкінці якої фази мітозу починає закладатись перетинка між дочірніми клітинами?

5. Наприкінці якої фази мітозу починається фрагментація (руйнація) ядерної оболонки?

№ 3

1. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?

2. Під час якої фази мітозу починає формуватись мітотичне веретено?

3. Під час якої фази мітозу закінчує формуватись мітотичне веретено?

4. Під час якої фази мітозу починається процес спіралізації хромосом?

5. Яка фаза мітозу зветься “метафаза”?

№ 4

1. Яка фаза мітозу зветься “анафаза”?

2. Який період інтерфази зветься пресинтетичним?

3. Під час якої фази мітозу відбувається розходження дочірніх хромосом (хроматид) до полюсів клітини?

4. Під час якої фази мітозу найбільш чітко виявляється побудова хромосом?

5. В який період мітотичного циклу відбувається повне розділення цитоплазми та її органоїдів між дочірніми клітинами?

№ 5

1. Під час якої фази мітозу хромосоми розташовуються на екваторі клітини?
2. Яка фаза мітозу зветься “телофаза”?
3. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?
4. На початку якої фази мітозу закінчується ділення центроміри?
5. Під час якої фази мітозу відбувається прикріплення тягнучих ниток веретена до центромір хромосом?

№ 6

1. Коли в клітині відбувається редуплікація молекули ДНК?
2. Під час якої фази мітозу починає формуватись мітотичне веретено?
3. Під час якої фази мітозу закінчує формуватись мітотичне веретено?
4. Під час якої фази мітозу закінчується процес спіралізації хромосом?
5. Яка фаза мітозу зветься “телофаза”?

№ 7

1. Який період інтерфази зветься пресинтетичним?
2. Під час якої фази мітозу найбільш інтенсивно йде процес спіралізації хромосом?
3. Наприкінці якої фази мітозу відбувається процес фрагментації (руйнації) ядерної оболонки?
4. Під час якої фази мітозу відбувається деспіралізація хромосом?
5. Яка фаза мітозу зветься “анафаза”?

№ 8

1. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?
2. Яка фаза мітозу зветься “метафаза”?

3. Під час якої фази мітозу закінчується формування мітотичного веретена?

4. Наприкінці якої фази мітозу сестринські хромосоми (хроматиди) досягають полюсів клітини?

5. Під час якої фази мітозу починає закладатися клітинна перетинка?

№ 9

1. Під час якої фази мітозу відбувається прикріплення центромір (кінетохор) до тягнучих ниток мітотичного веретена?

2. Під час якої фази мітозу закінчується розподіл цитоплазми та її органоїдів між дочірніми клітинами?

3. Який період інтерфази зветься постсинтетичним?

4. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?

5. Яка фаза мітозу розпочинається з поділу центромір?

№ 10

1. Яка фаза мітозу зветься “телофаза”?

2. Під час якої фази мітозу хромосоми розташовуються на екваторі клітини та найбільш чітко виявляється їх морфологічна побудова?

3. Під час якого періоду мітотичного циклу починається реконструкція (відновлення) клітинних ядер дочірніх клітин?

4. Під час якої фази мітозу починається дегенерація ядерця?

5. Під час якої фази мітозу починається розходження дочірніх хромосом до полюсів клітини?

№ 11

1. Яка фаза мітозу зветься “телофаза”?

2. Під час якої фази мітозу хромосоми розташовуються на екваторі клітини та найбільш чітко виявляється їх морфологічна побудова?

3. Під час якого періоду мітотичного циклу починається реконструкція (відновлення) клітинних ядер дочірніх клітин?

4. Під час якої фази мітозу починається дегенерація ядерця?
5. Під час якої фази мітозу починається розходження дочірніх хромосом до полюсів клітини?

№ 12

1. В який період інтерфази відбувається подвоєння генетичного матеріалу клітини?
2. Під час якої фази закінчується формування ахроматинового мітотичного веретена клітини?
3. Під час якої фази мітозу відбувається фрагментація (руйнування) ядерної оболонки?
4. Під час якої фази мітозу центроміри розташовуються на екваторі клітини та найбільш чітко виявляється морфологічна будова хромосом?
5. Яка фаза зветься “цитокінез”?

№ 13

1. Яка фаза мітозу зветься “метафаза”?
2. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?
3. Під час якої фази мітозу найбільш інтенсивно йде процес спіралізації хромосом?
4. Під час якої фази мітозу відбувається деспіралізація хромосом?
5. Яка фаза мітозу зветься “анафаза”?

№ 14

1. Під час якої фази мітозу відбувається дегенерація ядерця?
2. Під час якої фази мітозу вже починається реконструкція клітинного ядра?
3. Під час якої фази мітозу нитки ахроматинового веретена прикріплюються до центромір?
4. Під час якої фази мітозу відбувається найбільш інтенсивний процес спіралізації хромосом?

5. Який період мітотичного циклу називається постсинтетичним

№ 15

1. Коли хромосома в клітині стає подвійною?

2. Під час якої фази мітозу вже починається реконструкція клітинного ядра?

3. Під час якої фази мітозу нитки веретена поділу прикріплюються до центромір?

4. Під час якої фази мітозу відбувається найбільш інтенсивний процес спіралізації хромосом?

5. Який період мітотичного циклу називається синтетичним?

№ 16

1. Яка фаза мітозу зветься “анафаза”?

2. Який період інтерфази зветься пресинтетичним?

3. Під час якої фази мітозу відбувається розходження дочірніх хромосом (хроматид) до полюсів клітини?

4. Під час якої фази мітозу найбільш чітко виявляється побудова хромосом?

5. В який період мітотичного циклу відбувається повне розділення цитоплазми та її органоїдів між дочірніми клітинами?

№ 17

1. Під час якої фази мітозу хромосоми розташовуються на екваторі клітини?

2. Яка фаза мітозу зветься “телофаза”?

3. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?

4. На початку якої фази мітозу закінчується ділення центроміри?

5. Під час якої фази мітозу відбувається прикріплення тягнучих ниток веретена до центромір хромосом?

№ 18

1. Коли в клітині відбувається редуплікація молекули ДНК?

2. Під час якої фази мітозу починає формуватись мітотичне веретено?
3. Під час якої фази мітозу закінчує формуватись мітотичне веретено?
4. Під час якої фази мітозу закінчується процес спіралізації хромосом?
5. Яка фаза мітозу зветься “телофаза”?

№ 19

1. Який період інтерфази зветься пресинтетичним?
2. Під час якої фази мітозу найбільш інтенсивно йде процес спіралізації хромосом?
3. Наприкінці якої фази мітозу відбувається процес фрагментації (руйнації) ядерної оболонки?
4. Під час якої фази мітозу відбувається деспіралізація хромосом?
5. Яка фаза мітозу зветься “анафаза”?

№ 20

1. В який період інтерфази відбувається редуплікація молекули ДНК?
2. Яка фаза мітозу зветься “метафаза”?
3. Під час якої фази мітозу закінчується формування мітотичного веретена?
4. Наприкінці якої фази мітозу сестринські хромосоми (хроматиди) досягають полюсів клітини?
5. Під час якої фази мітозу починає закладатися клітинна перетинка?

МЕЙОЗ

Всі клітини організму поділяються на СОМАТИЧНІ (кількість хромосом диплоїдна, символ $2n$), які діляться за допомогою МІТОЗУ та

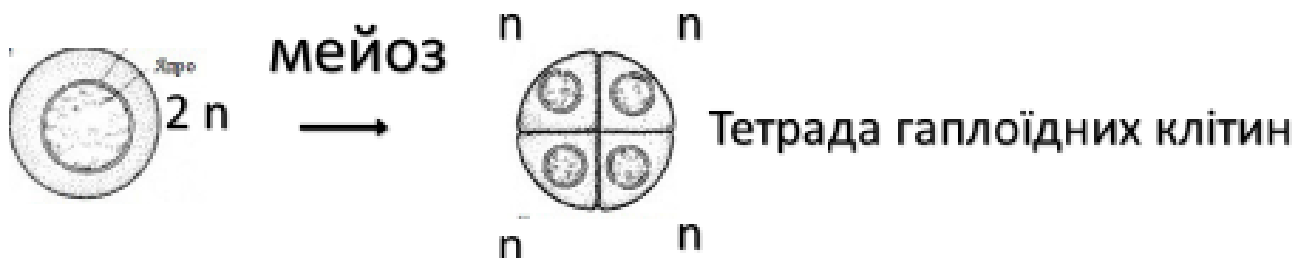
СТАТЕВІ (кількість хромосом гаплоїдна, символ n), які утворюються в результаті МЕЙОЗУ.

Самі ж статеві клітини не діляться, вони виконують іншу функцію – злиття чоловічої та жіночої гамет з утворенням зиготи нового організму в процесі статевого розмноження.

Таким чином, МЕЙОЗ – це НЕ ділення статевих клітин, це ділення, яке ПЕРЕДУЄ УТВОРЕННЮ СТАТЕВИХ КЛІТИН. Збереження постійного числа хромосом, характерного для кожного виду, з покоління в покоління при статевому розмноженні зумовлюється цим особливим типом поділу клітин – мейозом.

МЕЙОЗ – це особливий спосіб поділу клітин, в результаті якого відбувається РЕДУКЦІЯ (ЗМЕНШЕННЯ) числа хромосом рівно вдвічі.

В результаті мейозу із однієї ДИПЛОЇДНОЇ клітини ($2n$) утворюється ЧОТИРИ (тетрада) ГАПЛОЇДНИХ клітин (n).



У квіткових рослин мейоз протікає до їх цвітіння у спеціалізованих АРХЕСПОРИАЛЬНИХ тканинах молодих пиляків та насінневих зародків, та передують утворенню ГАМЕТ – статевих клітин. Дозрівання статевих клітин іде після мейозу. Жіночі статеві клітини у рослин утворюються в результаті макрогаметогенезу (розвиток жіночого гаметофіту), який протікає у зародковому мішку. Чоловічі статеві клітини формуються в пиляках у результаті мікрогаметогенезу (розвиток чоловічого гаметофіту).

До початку мейозу, у промейотичну інтерфазу, відбувається реплікація молекул ДНК. Тобто кожна хромосома до мейозу подвоєна і складається з двох хроматид.

Мейоз складається із двох послідовних поділів: I – редуційного та II – екваційного.

I поділ – РЕДУКЦІЙНИЙ (зменшувальний), в результаті якого відбувається РЕДУКЦІЯ (зменшення) числа хромосом в клітині вдвічі і утворюються клітини з ГАПЛОЇДНИМ (n) набором хромосом.

Гаплоїдний набір – половинний від звичайного. Організми зазвичай диплоїдні, кожна хромосома парна. Наприклад, ячмінь має 14 хромосом ($2n=14$), різних хромосом 7, але кожна має гомологічну пару в диплоїдній клітині. В гаплоїдній же клітині кожна хромосома представлена один раз ($n=7$).

Диплоїдна кількість хромосом в усіх клітинах людини дорівнює 46 штук – 23 ПАРИ хромосом ($2n=46$), тоді як статеві гаплоїдні клітини людини містять в собі 23 хромосоми – кожна хромосома представлена ОДИН раз ($n=23$).

II поділ – ЕКВАЦІЙНИЙ (рівний) поділ, який протікає за типом мітозу. Всі фази другого поділу ідуть синхронно в обох клітинах. Порушення синхронності приводе до загибелі гамет - СТЕРИЛЬНОСТІ (нежиттєздатності статевих клітин).

Між цими двома поділами існує дуже коротка фаза – ІНТЕРКІНЕЗ. Це підготовка клітин до другого поділу.

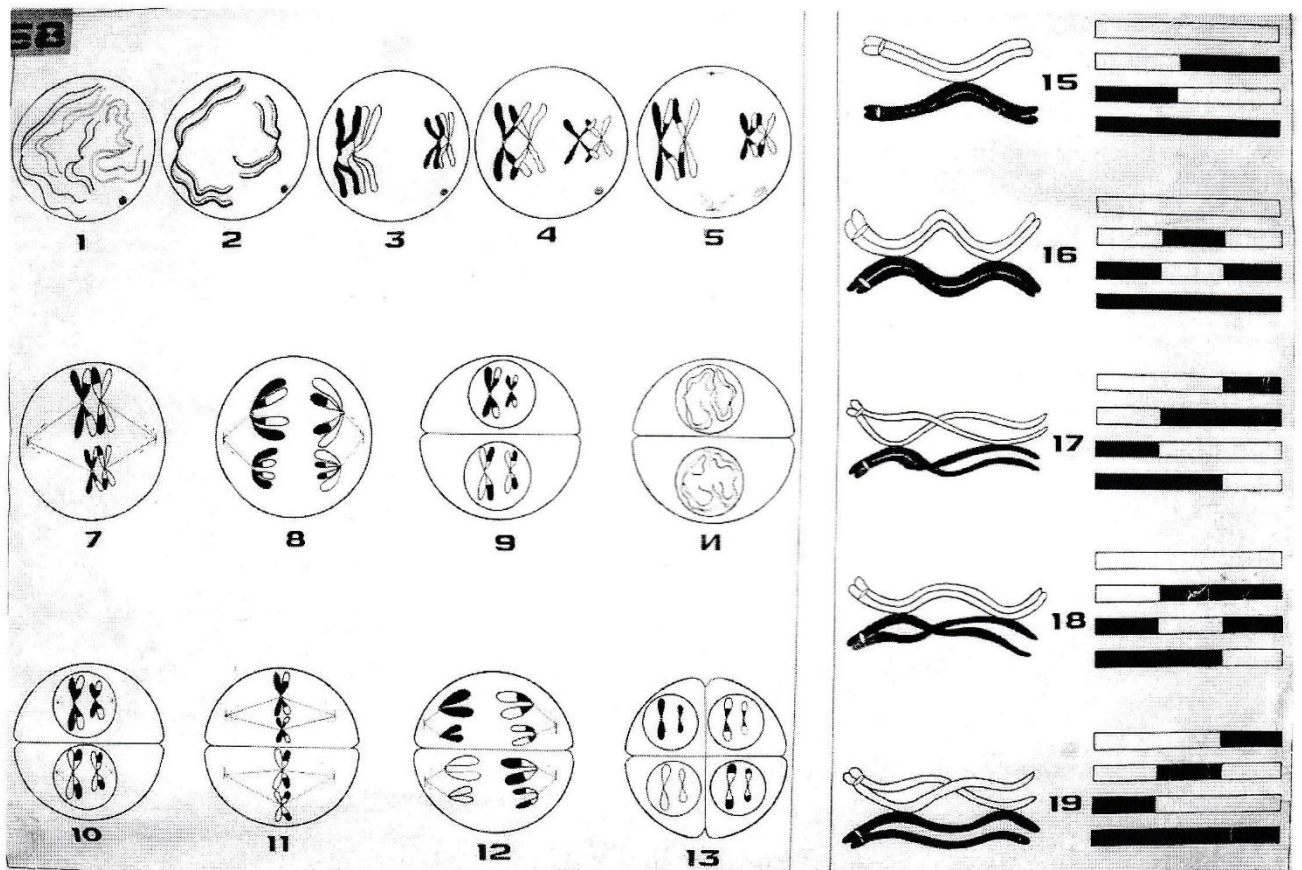
Кожне мейотичне ділення складається з послідовних фаз. Фази, які відносяться до першого ділення, позначають I, фази другого ділення – II.

СХЕМА МЕЙОЗУ

Поділ I РЕДУКЦІЙНИЙ	Профаза I	Лептонема
		Зигонема

(зменшувальний)		Пахінема
		Диплонема
		Діакінез
	Метафаза I	
	Анафаза I	
	Телофаза I	
ІНТЕРКІНЕЗ		
Поділ II ЕКВАЦІЙНИЙ (рівний)	Профаза II	
	Метафаза II	
	Анафаза II	
	Телофаза II	

ФАЗИ МЕЙОЗУ.



I - РЕДУКЦІЙНЕ ДІЛЕННЯ.

Профаза I протікає складно, під час її проходження відбуваються структурні перетворення хромосом. В профазі I виділяють 5 стадій.

Лептонема (рис.1) (*leptos* в перекладі з латині означає тонкий, *нема* – нитка, *лептонема* в перекладі – це стадія тонких ниток) – Хромосоми вже складаються з 2-х хроматид, знаходяться в клітині у вигляді розрихленого клубка ниток. Починається спіралізація хромосом, вони стають помітні у світловий мікроскоп.

Зигонема (рис.2) (*zygon* з латині означає пара, *зигонема* – це стадія парних ниток) – Гомологічні хромосоми (- це парні хромосоми, вони однакові за формою, розмірами, структурою, вмістом генів, одна з пари – материнська, інша – батьківська) зближаються одна з одною й притягуються по всій довжині. Цей процес називається кон'югація гомологічних хромосом. Хромосоми продовжують спіралізуватися.

Пахінема (рис.3) (*pacheys* – товстий, *пахінема* – стадія товстих ниток) Хромосоми максимально спіралізуються, тобто вони максимально скорочуються та потовщуються, утворюючи з'єднання з 2-х максимально спаралізованих хромосом. Такі утворення називають біваленти, які мають у своєму складі 4-ри хроматиди і 2-ві центромери.

Кількість бівалентів в клітині дорівнює гаплоїдному числу хромосом. На малюнку 3 ми бачимо два біваленти. Якщо кількість хромосом в клітині до мейозу становила 20, то бівалентів утвориться вдвічі менше, тобто 10. У людини утвориться 23 біваленти, так як диплоїдна кількість хромосом людини дорівнює 46.

Внаслідок порушень у мейозі іноді хромосоми можуть не з'єднатися попарно в бівалентах, а утворити певну кількість унівалентів. Наприклад, у пшениці м'якої ($2n=42$) в пахінемі утворилося 2 унівалента. В такому випадку бівалентів утвориться 20. ($42-2=40$; $40:2=20$).

Диплонема (рис.4) (diploos – подвійний, диплонема – стадія подвійних ниток). Гомологічні хромосоми в бівалентах починають відштовхуватися одна від одної, утворюючи Х-подібні з'єднання – хіазми.

Хромосоми можуть залишитися з'єднаними в деяких місцях, де відбувається кросинговер.

Кросинговер (crossing over – перехрест) – це обмін ділянками між гомологічними хромосомами, що супроводжується перекомбінацією генів. При цьому спостерігається зміна структури хромосом, що має назву **ГЕНЕТИЧНА РЕКОМБІНАЦІЯ**.

Типи кросинговеру.

Одиничний кросинговер між двома хроматидами (рис.15).

Подвійний кросинговер між двома хроматидами (рис.16).

Подвійний кросинговер між чотирма хроматидами (рис.17).

Подвійний кросинговер між трьома хроматидами (рис.18-19).

Якщо обмін відбувся в одній точці, кросинговер називається одиничний, якщо в двох точках – подвійний. В результаті обміну дві, три або усі чотири хроматиди змінюються, стають гібридними, на малюнку – чорно-білими. Таким чином відбувається перекомбінація багатьох ознак батьківського та материнського роду, утворюються хромосоми нового генетичного складу, інші хромосоми.

Діакінез (рис.5) (dia – через, kinesis – рух). Біваленти розходяться по периферії ядра, яке світлішає, розчиняється ядерна оболонка та ядерця, починає утворюватися веретено ділення.

Метафаза I (рис.7) – Біваленти розташовуються по екватору клітини, утворюючи метафазну пластинку. Тягнучі тяжі веретена ділення йдуть від полюсу до кожної центромери окремо. Веретено ділення сформоване повністю.

Анафаза I (рис.8) – Тягнучі тяжі скорочуються і відтягують цілу хромосому до полюсу. Подвійні хромосоми кожної гомологічної пари розходяться до полюсів клітини **НЕЗАЛЕЖНО**. До кожного полюсу

відходить одна з хромосом бівалента, тому в кожному з дочірніх клітин потрапляє **ПОЛОВИНА ХРОМОСОМ МАТЕРИНСЬКОЇ КЛІТИНИ**. Відбувається **РЕДУКЦІЯ** (зменшення) числа хромосом. Розподіл хромосом випадковий, тобто з кожної пари гомологічних хромосом будь яка може опинитися або в одній, або в іншій клітині. Таким чином забезпечується **РЕКОМБІНАЦІЯ ХРОМОСОМ**, утворюється клітина з новим, зовсім іншим хромосомним набором. Завдяки кросинговеру і вільному розходженню хромосом в анафазі I всі статеві клітини одного і того ж організму є **РІЗНИМИ**.

Телофаза I (рис.9) – Утворюється перетинка, яка поділяє клітину навпіл. Відновлюються ядра, хромосоми деспіралізуються, зникає веретено поділу. Відбувається цитокінез, в результаті якого утворюється діада (дві клітини під однією загальною оболонкою) клітин з гаплоїдним набором хромосом кожна. Тобто число хромосом в клітині зменшилося вдвічі – це так званий **СУКЦЕСИВНИЙ ТИП ПОДІЛУ**. Він є найбільш розповсюдженим серед вищих рослин.

Але у деяких видів рослин в телофазі I хромосоми не деспіралізуються, утворення перетинки і відновлення ядра не відбувається, інтеркінезу немає і телофаза I є перехідною фазою до другого поділу. Це так званий **СИМУЛЬТАННИЙ ТИП ПОДІЛУ**, при якому розділення на дві клітини симулюється.

При сукцесивному типі поділу зменшення числа хромосом в клітині відбувається в телофазі I, при симультанному – в телофазі II.

Інтеркінез (рис. II) – проміжна стадія. Це період підготовки до другого поділу.

II – **ЕКВАЦІЙНЕ** (рівне) ділення. Воно відбувається аналогічно мітозу синхронно в обох клітинах діади. Кількість хромосом в клітинах не змінюється, (на нашій схемі їх дві штуки) змінюється їх внутрішня будова – з подвійної (дві хроматиди в кожній хромосомі – малюнок 10) на одинарну

(одна хроматида в кожній хромосомі – малюнок 13). Так як кількість хромосом під час цього ділення не змінюється, воно і називається РІВНЕ.

Профаза II (рис.10) – Часто проходить дуже швидко. Починається спіралізація хромосом, починає формуватися веретено ділення, ядерна оболонка і ядерця розчиняються, хромосоми відходять одна від одної.

Метафаза II (рис.11) – Подвійні хромосоми розташовуються на екваторі клітини, веретено ділення сформоване повністю.

Анафаза II (рис.12) – Відбувається поділ центромери і розходження сестринських хроматид до протилежних полюсів клітини.

Телофаза II (рис.13) – Утворюється перетинка, відновлюються ядерця та ядерні оболонки, хромосоми деспіралізуються. В результаті утворюється тетрада клітин (4-ри клітини під однією оболонкою) кожна з гаплоїдним набором хромосом. Ядра клітин тетради генетично нерівноцінні завдяки кросинговеру і вільному розходженню. В пиляках утворюється тетрада МІКРОСПОР, в насінневих зачатках – тетрада МАКРОСПОР.

Отже, у результаті мейозу із однієї диплоїдної ($2n$) материнської клітини утворюється чотири клітини з гаплоїдним (n) набором хромосом. Завдяки кросинговеру у профазі I та вільному розходженню хромосом у анафазі I, ядра цих клітин мають неоднакову генетичну інформацію, що забезпечує формування різних за спадковістю статевих клітин одного організму та виникнення неоднакового потомства.

Генетичне значення мейозу.

- Мейоз є механізмом, що підтримує видову постійність кількості хромосом при статевому розмноженні.

- Мейоз забезпечує генетичну різноманітність гамет, завдяки випадковій рекомбінації материнських і батьківських хромосом при їх розходженні в дочірні клітини.

- Мейоз викликає утворення хромосом нового генетичного складу завдяки обміну ділянками гомологічних материнських і батьківських хромосом, який називається кросинговером.

КОНТРОЛЬНА РОБОТА №2

Користуючись цифровими позначеннями фаз мейозу і типів кросинговеру, що вказані у схемі на с.24, дайте відповідь на наступні запитання:

№1

1. В якій фазі мейозу відбувається кон'югація хромосом?
2. В якій фазі мейозу біваленти розташовуються по екватору клітини?
3. В якій фазі мейозу при сукцесивному діленні утворюється діада клітин?
4. Яка фаза мейозу називається метафаза II?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини сосни міститься 24 хромосоми. Скільки хромосом міститься в мікроспорі?

№2

1. В якій фазі мейозу хромосоми вже складаються з двох хроматид?
2. В якій фазі мейозу відбувається інтенсивна спіралізація хромосом і утворення бівалентів?
3. В якій фазі мейозу розпочинається кросинговер?
4. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між двома хроматидами”?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини ялини міститься 24 хромосоми. Скільки хромосом міститься в метафазі II?

№3

1. В якій фазі мейозу при сукцесивному діленні утворюються клітини з гаплоїдним набором хромосом?
2. В якій фазі мейозу хроматиди розходяться до полюсів клітини?
3. Яка фаза мейозу називається метафаза II?
4. В ядрі вихідної археспоріальної клітини берези повислої міститься 28 хромосом. Скільки хромосом міститься в метафазі I?

5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між двома хроматидами”?

№4

1. В якій фазі мейозу відбувається утворення бівалентів?
2. В якій фазі мейозу хромосоми розходяться до полюсів?
3. В ядрі вихідної археспоріальної клітини модрина міститься 24 хромосоми. Скільки хромосом буде в інтеркінезі?
4. Скільки хромосом буде в клітині в метафазі II?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між чотирма хроматидами”?

№5

1. В якій фазі мейозу хромосоми складаються з двох хроматид і мають вигляд довгих тонких ниток?
2. В якій фазі мейозу починається відштовхування хромосом в біваленті?
3. Яка фаза мейозу називається анафаза II?
4. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між трьома хроматидами”?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини ясеня міститься 46 хромосоми. Скільки хромосом міститься в макроспорі?

№6

1. В якій фазі мейозу біваленти розташовуються по периферії ядра?
2. В якій фазі мейозу хромосоми починають розходитись до протилежних полюсів клітини?
3. В якій фазі мейозу хроматиди починають розходитись до протилежних полюсів клітини?
4. В ядрі вихідної археспоріальної клітини дуба міститься 24 хромосоми, з них половина – материнських, скільки максимально

можливих материнських хромосом може бути в макроспорі за умов відсутності кросинговеру?

5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між трьома хроматидами”?

№7

1. В якій фазі мейозу біваленти розташовуються по екватору клітини?
2. В якій фазі мейозу відбувається розходження хроматид до протилежних полюсів?
3. В ядрі вихідної археспоріальної клітини берези пухнастої міститься 56 хромосом. Скільки хромосом міститься в клітині в анафазі I?
4. Скільки хромосом міститься в анафазі II?
5. Який тип кросинговеру називається „одичний кросинговер між двома хроматидами”?

№8

1. В якій фазі мейозу відбувається деспіралізація хроматид?
2. В яку стадію профазі I мейозу відбувається кон'югація гомологічних хромосом?
3. В якій фазі мейозу біваленти розташовуються по екватору клітини?
4. В соматичних клітинах ясеня міститься 46 хромосом. Скільки хромосом міститься в метафазі I?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між чотирма хроматидами”?

№9

1. В якій фазі мейозу до полюсів починають розходитись хромосоми?

2. В якій фазі мейозу відбувається утворення бівалентів?
3. В якій фазі мейозу при симультанному типі ділення відбувається редукція числа хромосом в клітині?
4. У бука в соматичних клітинах міститься 24 хромосом. Скільки хромосом міститься в мікроспорі?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між двома хроматидами”?

№10

1. В якій фазі мейозу хромосоми мають вигляд довгих тонких ниток і складаються з двох хроматид?
2. В якій фазі мейозу хромосоми починають розходитись до полюсів?
3. Яка фаза мейозу називається „інтеркінез”?
4. В ядрі вихідної археспоріальної клітини ясеня міститься 46 хромосом. Скільки максимально можливих бівалентів може утворитись в пахінемі?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між трьома хроматидами”?

№11

1. В якій фазі мейозу відбувається кон'югація хромосом?
2. В якій фазі мейозу хромосоми розташовуються по екватору клітини?
3. В якій фазі мейозу відбувається деспіралізація хроматид?
4. В соматичних клітинах суниці садової міститься 56 хромосом, з яких половина материнських. Скільки максимально можливих материнських хромосом може бути в макроспорі за умов відсутності кросинговеру?
5. Який тип кросинговеру називається „одиничний кросинговер між двома хроматидами”?

№12

1. В якій фазі мейозу відбувається кросинговер?
2. Яка фаза мейозу називається профаза II?
3. В якій фазі мейозу біваленти розташовуються на екваторі клітини?
4. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між трьома хроматидами”?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини липи міститься 32 хромосоми. Скільки хромосом міститься в макроспорі?

№13

1. В якій фазі мейозу хромосоми розташовуються по екватору клітини?
2. Яка фаза мейозу називається інтеркінез?
3. В якій фазі мейозу хроматида починають розходитись до протилежних полюсів?
4. В соматичних клітинах клена міститься 26 хромосом. Скільки хромосом містить клітина в метафазі II?
5. Який тип кросинговеру називається „одиничний кросинговер між двома хроматидами”?

№14

1. В якій фазі мейозу хромосоми складаються з двох хроматид і мають вигляд тонких довгих ниток?
2. В якій фазі мейозу починається відштовхування хромосом в біваленті і утворення хіазм?
3. Яка фаза мейозу називається телофаза II?
4. В ядрі вихідної археспоріальної клітини клена міститься 26 хромосоми. Скільки хромосом міститься в мікроспорі?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між чотирма хроматидами”?

№15

1. В якій фазі мейозу відбувається деспіралізація хроматид?
2. В яку фазу мейозу відбувається кон'югація хромосом?
3. В яку фазу мейозу хромосоми розходяться до полюсів клітини?
4. В ядрі вихідної археспоріальної клітини вільхи міститься 18 хромосом. Скільки хромосом міститься в метафазі I?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між двома хроматидами”?

№16

1. В якій фазі мейозу відбувається кон'югація хромосом?
2. В якій фазі мейозу біваленти розташовуються по екватору клітини?
3. В якій фазі мейозу при сукцесивному діленні утворюється діада клітин?
4. Яка фаза мейозу називається метафаза II?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини в'яза міститься 28 хромосом. Скільки хромосом міститься в профазі II?

№17

1. В якій фазі мейозу хромосоми вже складаються з двох хроматид?
2. В якій фазі мейозу відбувається інтенсивна спіралізація хромосом і утворення бівалентів?
3. В якій фазі мейозу розпочинається кросинговер?
4. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між двома хроматидами”?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини клена міститься 26 хромосом. Скільки хромосом міститься в профазі I?

№18

1. В якій фазі мейозу при сукцесивному діленні утворюються клітини з гаплоїдним набором хромосом?

2. В якій фазі мейозу хроматиди розходяться до полюсів клітини?
3. Яка фаза мейозу називається метафаза II?
4. В ядрі вихідної археспоріальної клітини липи міститься 32 хромосоми. Скільки хромосом міститься в метафазі I?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між двома хроматидами”?

№19

1. В якій фазі мейозу відбувається утворення бівалентів?
2. В якій фазі мейозу хромосоми розходяться до полюсів?
3. В ядрі вихідної археспоріальної клітини ясеня міститься 46 хромосоми. Скільки хромосом буде в інтеркінезі?
4. Скільки хромосом буде в клітині в метафазі II?
5. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між чотирма хроматидами”?

№20

1. В якій фазі мейозу хромосоми складаються з двох хроматид і мають вигляд довгих тонких ниток?
2. В якій фазі мейозу починається відштовхування хромосом в біваленті?
3. Яка фаза мейозу називається анафаза II?
4. Який тип кросинговеру називається „подвійний кросинговер між трьома хроматидами”?
5. В ядрі вихідної археспоріальної клітини берези міститься 56 хромосоми. Скільки хромосом міститься в макроспорі?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Генетика: підручник / А.В. Сиволоб, С.Р. Рушковський, С.С. Кир’яченко та ін.; за ред. А.В. Сиволоба. – Київ: Київ. Ун-т, 2008. – 320 с.

2. Тоцький В.М. Генетика: підручник / В.М. Тоцький. – 2-ге вид., випр. та допов. – Одеса: Астропринт, 2002. – 712 с.
3. Абрамова З.В. Практикум по генетике: учеб. пособие / З.В. Абрамова. – Москва: Колос, 1994. – 224 с.
4. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Линнеевский вид как система / Н.И. Вавилов. – Ленинград: Наука, 1967. – 92 с.
5. Вавилов М.І. Генетика і селекція / М.І. Вавилов // Вибрані твори. – Київ, 1973. – 491 с.
6. Гайсинович А.Е. Зарождение генетики: учеб. пособие / А.Е. Гайсинович. – Москва: Колос, 1988. – 276 с.
7. Генетика сільськогосподарських рослин: [підручник] / М.М. Макрушин, О.О. Созінов, Є.М. Макрушин, О.І. Созінов. – Київ: Урожай, 1996. – 318 с.
8. Гуляев Г.В. Генетика: учеб. пособие / Г.В. Гуляев. – Москва: Колос, 1981. – 340 с.
9. Дубинин Н.П. Генетика: учеб. пособие / Н.П. Дубинин. – Кишинев: Штиинца, 1985. – 534 с.
10. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции: учеб. пособие / С.Г. Инге-Вечтомов. – Москва: Высш. шк., 1989. – 581 с.
11. Мендель Г. Опыты над растительными гибридами: учеб. пособие / Г. Мендель. – Москва, 1968. – 158 с.
12. Молоцький М.Я. Селекція та насінництво польових культур: [підручник] / М.Я. Молоцький. – Київ: Вища шк., 1994. – 454 с.
13. Набока В.С. Генетика: Збірник задач для індивідуальних завдань та самостійної роботи з генетики / В.С. Набока. – Київ: НАУ, 1997. – 64 с.
14. Білоус В.І. Лісова селекція: підручник для ВНЗ / В.І. Білоус. – Умань, 2003. – 534 с.

15. Білоус В.І. Методичні поради та рекомендації лісовим селекціонерам: наук.-метод. вид. / В.І. Білоус. – Вінниця: Вінницька обласна друкарня, 2012. – 58 с.
16. Любавская А.Я. Лесная селекция и генетика: учебник для вузов / А.Я. Любавская. – Москва: Лесн. пром., 1982. – 288 с.
17. Коновалов Н.А. Основы лесной селекции и сортового семеноводства / Н.А. Коновалов, Е.А. Пугач. – Москва: Лесн. пром., 1978. – 176 с.
18. Лявданская О.А. Селекция лесных древесных пород: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы / О.А. Лявданская. – Оренбург: Издат. центр ОГАУ, 2012. – 100 с.
19. Молотков П.І. Насінництво лісових порід / П.І. Молотков, І.М. Патлай, Н.І. Давидова. – Київ: Урожай, 1989. – 232 с.
20. Пятницкий С.С. Практикум по лесной селекции / С.С. Пятницкий. – Москва, 1961. – 272 с.
21. Ромедер З. Генетика и селекция лесных пород / З. Ромедер, Г. Шенбах. – Москва: Издат-во с-х. лит., 1962. – 268 с.
22. Селекция лесных пород / П.И. Молотков, И.Н. Патлай, Н.И. Давыдова и др. – Москва: Лесн. Пром., 1982. – 224 с.
23. Царёв А. П. Селекция и репродукция лесных древесных пород / А.П. Царев, С.П. Погиба, В.В. Тренин. – Москва: Логос, 2002. – 228 с.

Укладачі: **Турчинова Ніна Петрівна**

Гудим Олена Володимирівна

Рожков Роман Вікторович

Криворученко Роман Володимирович

Деревянко Ірина Олександрівна

СЕЛЕКЦІЯ ТА ГЕНЕТИКА ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до самостійної роботи
для здобувачів вищої освіти ОС «Бакалавр» галузі знань
20 «Аграрні науки і продовольство»
спеціальності 206 «Садово-паркове господарство»

Частина I

Редактор Л.І. Сібенкова

Коректор І.О. Бутильська

Комп'ютерний набір і верстка – Н.П. Турчинова

Підпис. до друку. 31.01.2022. Формат 60×84 1/16.

Гарнітура Таймс. Друк офсет. Обсяг: 2,1 ум. друк. арк.; 1,7 обл.-вид. арк.

Тираж 100. Замовлення

—
Виробник – редакційно-видавничий відділ ДБТУ. 62483, Харківська обл.,
Харківський р-н, п/в «Докучаєвське–2», навч. містечко, тел. 99-72-70.

E-mail: office@knau.kharkov.ua

Виготовлювач – дільниця оперативного друку ДБТУ

